

945



სტალინის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის

შრომები

Т Р У Д Ы

TRAVAUX

ТБИЛИССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ СТАЛИНА

DE L'UNIVERSITE
STALINE
à TBILISSI (Tiflis)

XXVI

სერია A

სამათემატიკო-საზოგადოებრივ-მეცნიერებათა

სტალინის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა
Издательство Тбилисского государственного университета им. Сталина

თ ბ ი ლ ი ს ბ

1945

სტალინის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის



შ რ ო მ ე ბ ი

Т Р У Д Ы

ТБИЛИССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ СТАЛИНА

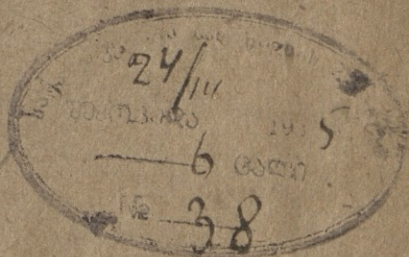
TRAVAUX

DE L'UNIVERSITÉ
STALINE
à TBILISSI (Tiflis)

XXVI

სერია A

საბათბაზიკო-საბუნებისმეტყველო მეცნიერებანი

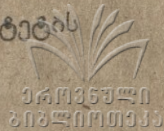


სტალინის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა
Издательство Тбилисского государственного университета им. Сталина

თ ბ ი ლ ი ს ი

1945

დაიბეჭდა სტალინის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
სამეცნიერო საბჭოს განკარგულებით



პასუხისმგებელი რედაქტორი აკად. ალ. ჯანელიძე

ხელმოწ. დასაბ. 8/III 1945 წ.
ტირაჟი 300
უფ. 08082

ანაწყოების ზომა 7×11
სასტ. ფორმათა რაოდ. 6,5
სტამბის შეკვ. № 269

სტალინის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტ. გამომც. სტამბა, მარის ქ., № 1

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

გვ.

- 1.* გ. კუპრაძე, ზოგიერთი ახალი თეორემები რხევის განტოლების შესახებ და მათი გამოყენება სასაზღვრო ამოცანების ამოსახსნელად 1
- 2.* ი. მეცხვარიშვილი, რხევის დიფერენციალური განტოლების რეგულარული ამოხსნების ზოგიერთი თვისების შესახებ 13

ქიმია

- 3. ვ. ხუხია, შავნიუმის მოცულობითი განსაზღვრა კალციუმის თანაობით 23

ზოოლოგია

- 4. არჩ. ჯანაშვილი, კავკასიის თეთრყელა კვერნის გამრავლების საკიბისათვის 33

ფიზიოლოგია

- 5.* ივ. ბერიტაშვილი და შ. ყალაბეგაშვილი, ნერწყვის სეკრეცია საკმლის წარმოდგენისას 41
- 6.* ნ. ტიკინაძე, ნერვული მოქმედების წარმოშობა და განვითარება ქათმის ემბრიონში 61

გეობრაფია

- 7.* ა. ჯავახიშვილი, საქართველოს კავკასიონის რელიეფის გეომორფოლოგიური ტიპები და მათი გავრცელება 77

СОДЕРЖАНИЕ

1. В. Д. Купрадзе, Некоторые новые теоремы об уравнении колебаний и их применения в граничных задачах	1
2. Я. Т. Мецхваришвили, О некоторых свойствах регулярных решений колебательного уравнения	13
3. *В. А. Хухия, Объемное определение магний в присутствии кальция	23
4. А. Г. Джанашвили, К вопросу о размножении кавказской куницы-белодушки	33
5. И. Беритов и Ш. Калабегашвили, О слюнной секреции при представлениях пищи	41
6. Н. Чичинадзе, О возникновении и развитии нервной деятельности у эмбриона курицы	61
7. А. Н. Джавахишвили, Геоморфологические типы рельефа и районы их распространения в грузинском Кавкасиони	77

SOMMAIRE

1. *V. Coupradzé, Quelques théorèmes nouveaux sur l'équation des vibrations et ses applications dans les problèmes physiques mathématiques	1
2. *I. Metskhvarichvili, Sur quelques propriétés des résolutions régulières de l'équation des vibrations	13
3. *V. Khoukhia, La définition volumétrique du magnésium en présence de calcium	23
4. *A. Djanachvili, Sur la question de la génération des martes caucasiennes (Martes foina nehringi sat.)	33
5. I. Beritoff and Sh. Kalabegashvili, On the salivary secretion caused by imagination of food	41
6. N. Chichinadze, On the rise and development of nervous activity in a chick embryo	61
7. *A. Djavakhichvili, Types géomorphologiques du relief de Caucavioni géorgien et les régions de leur expansion	

В. Д. Купрадзе

НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ ТЕОРЕМЫ ОБ УРАВНЕНИИ КОЛЕБАНИЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ГРАНИЧНЫХ ЗАДАЧАХ

§ 1. Если решения граничных задач Дирихле и Неймана для уравнения колебаний

$$\Delta u + k^2 u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + k^2 u = 0 \quad (1)$$

искать, соответственно, в виде потенциалов двойного и простого слоев

$$W(p) = \frac{1}{2\pi} \int_S \mu(q) \frac{\partial}{\partial n_q} \frac{e^{-ikr(pq)}}{r(pq)} d s_q \quad (2)$$

$$V(p) = \frac{1}{2\pi} \int_S \nu(q) \frac{e^{-ikr(pq)}}{r(pq)} d s_q \quad (3),$$

то, как известно [1], приходим к интегральным уравнениям: для внутренней задачи Дирихле

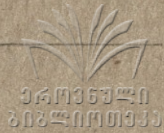
$$\mu(p) - \int_S \mu(q) K(p, q) d s_q = F(p), \quad (D)$$

для внешней задачи Дирихле

$$\mu(p) + \int_S \mu(q) K(p, q) d s_q = F(p), \quad (D')$$

для внутренней задачи Неймана

$$\nu(p) + \int_S \nu(q) K(p, q) d s_q = F(p), \quad (N)$$



для внешней задачи Неймана

$$\nu(p) - \int_S \nu(q) K(q, p) ds_q = F(p), \quad (N_0)$$

Здесь S — замкнутая поверхность Ляпунова, разбивающая пространство на внутреннюю конечную область T_i и внешнюю бесконечную область T_a .

$$K(pq) = \frac{1}{2\pi} \frac{\partial}{\partial n_q} \frac{e^{-ikr(pq)}}{r(pq)};$$

r — расстояние \overline{pq} ; $F(p)$ — заданная на S непрерывная функция; $\mu(p)$, $\nu(p)$ — искомые функции, непрерывные в смысле Гельдера.

Однородные уравнения, соответствующие неоднородным D_i° — N_a° , будем обозначать ниже значками D_i° , D_a° , N_i° , N_a° .

Изучая эти уравнения в работе [1], я доказал следующие две теоремы:

Теорема 1. Фундаментальные функции уравнения D_a° представляют собою граничные значения потенциалов простых слоев, плотностями которых служат линейные комбинации фундаментальных функций союзного уравнения N_i° .

Теорема 2. Фундаментальные функции уравнения N_a° представляют собою граничные значения нормальных производных потенциалов двойных слоев, плотностями которых служат линейные комбинации фундаментальных функций союзного уравнения D_i° .

Теоремы 1 и 2 позволили получить решение основных граничных задач теории колебательного уравнения [1, 2].

В настоящей статье, опираясь на предыдущие результаты, я доказываю две новые общие теоремы и показываю их применение в теории граничных задач. Теоремы эти следующие:

Теорема А. Главные функции уравнения D_a° представляют собою граничные значения потенциалов простых слоев, плотностями которых служат линейные комбинации главных функций союзного уравнения N_i° .

Теорема В. Главные функции уравнения N_a° представляют собою граничные значения нормальных производных потенциалов двойных слоев, плотностями которых служат линейные комбинации главных функций союзного уравнения D_i° .

Замечание. Согласно теореме А и В, нахождение главных (в том числе и фундаментальных) функций данного уравнения сводится к квадратурам при задании главных функций союзного уравнения.

Напомним некоторые положения из теории канонических ядер.

Пусть при данном значении параметра k , уравнения D_a° и N_i° имеют отличные от нуля решения. Пусть r есть ранг характеристичес-

кого числа, p —го порядок, как полюса резольвенты, и n его кратность, как нуля основного детерминанта Фредгольма. Очевидно, эти числа, вообще говоря, различны для уравнений D_0° и N_i° .

Тогда существуют две союзные системы главных функций, которые образуют r канонических групп.

Для уравнений D_0° и N_i° эти системы обозначим следующим образом:

$$\begin{aligned} \mu^1_1, \mu^1_2, \dots, \mu^1_{p_1}; \mu^2_1, \mu^2_2, \dots, \mu^2_{p_2}; \dots, \mu^r_1, \mu^r_2, \dots, \mu^r_{p_r}, \\ \nu^1_1, \nu^1_2, \dots, \nu^1_{p_1}; \nu^2_1, \nu^2_2, \dots, \nu^2_{p_2}; \dots, \nu^r_1, \nu^r_2, \dots, \nu^r_{p_r}, \end{aligned} \quad (4)$$

расположим эти группы так, чтобы

$$p_1 \leq p_2 \leq p_3 = \dots \leq p_r = p,$$

при этом

$$p_1 + p_2 + \dots + p_r = n.$$

Главные функции удовлетворяют уравнениям:

$$\mu^i_1(p) + \int \mu^i_2(q) K(p, q) ds_q = 0 \quad i = 1, 2, \dots, r \quad (5)$$

$$\mu^i_s(p) + \int \mu^i_{s+1}(q) K(p, q) ds_q = -\mu^i_{s-1}(p) \quad s = 2, 3, \dots, p_i$$

и

$$\nu^i_{p_i}(p) + \int \nu^i_{p_i-1}(q) K(q, p) ds_q = 0 \quad i = 1, 2, \dots, r \quad (6)$$

$$\nu^i_{p_i-s}(p) + \int \nu^i_{p_i-s+1}(q) K(q, p) ds_q = -\nu^i_{p_i-s+1}(p) \quad s = 1, 2, \dots, p_i - 1$$

и условиям биортонормированности: [2],

$$\int \mu^i_j(p) \nu^{i'}_{j'}(p) ds_p = \begin{cases} -1, & \text{если } i=i', j=j' \text{ или } i=i', j=j'+1 \\ 0 & \text{во всех других случаях.} \end{cases} \quad (7).$$

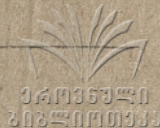
Этих замечаний достаточно для доказательства теорем А и В.

§ 2. Согласно теореме 1, имеем:

$$\mu^i_1(p) = \frac{1}{4\pi} \int \nu_i(q) \frac{e^{-ikr}}{r(pq)} ds_q, \quad i = 1, 2, \dots, r, \quad (8),$$

где

$$\nu_i(q) = \sum_{j=1}^r \alpha^i_j \nu^j_{p_j}, \quad (9).$$



Рассмотрим внутренние задачи Неймана

$$\Delta u + k^2 u = 0, \quad \left(\frac{\partial u}{\partial n} \right)_i = -\nu_j(q), \quad j=1, 2, \dots, r. \quad (10)$$

Решения этих задач выразятся потенциалами простых слоев.

$$V_j(M) = \frac{1}{2\pi} \int \omega_j(q) \frac{e^{-ikr}}{r(Mq)} ds_q$$

с плотностью $\omega_j(p)$, определяемой из уравнения:

$$\omega_j(p) + \int \omega_j(q) K(q, p) ds_q = -\nu_j(p). \quad (11)$$

Согласно (6) и (9), этому уравнению удовлетворяет функция

$$\omega_j(p) = \sum_{j=1}^r \alpha_j^j \nu_j^j(p)$$

Обозначим граничное значение потенциала V_j через $-2r_j(p)$ и рассмотрим функцию

$$\Omega_j(M) = \frac{1}{2\pi} \int r_j(q) \frac{\partial}{\partial n_q} \frac{e^{-ikr}}{r(Mq)} ds_q - \frac{1}{4\pi} \int \nu_j(q) \frac{e^{-ikr}}{r(Mq)} ds_q. \quad (13)$$

Пусть U_j есть функция, равная $V_j(M)$, когда M принадлежит внутренней области T_i , и равная нулю, когда M находится во внешней области T_a , рассмотрим функцию

$$\chi_j(M) = \Omega_j(M) - U_j(M),$$

имеем для нее:

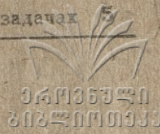
$$\begin{aligned} [\chi_j]_a - [\chi_j]_i &= [(\Omega_j)_a - (\Omega_j)_i] + [(U_j)_i - (U_j)_a] = 2r_j - 2r_j = 0 \\ \left[\frac{\partial \chi_j}{\partial n} \right]_i - \left[\frac{\partial \chi_j}{\partial n} \right]_a &= \left[\left(\frac{\partial \Omega_j}{\partial n} \right)_i - \left(\frac{\partial \Omega_j}{\partial n} \right)_a \right] + \left[\left(\frac{\partial U_j}{\partial n} \right)_a - \left(\frac{\partial U_j}{\partial n} \right)_i \right] = \\ &= -\nu_j(q) + \nu_j(q) = 0. \end{aligned}$$

На бесконечности $\chi(M)$ удовлетворяет условию излучения, кроме того $\Delta \chi + k^2 \chi = 0$; поэтому $\chi(M) = 0$ и след.:

$$\Omega_j(M) = \begin{cases} V_j(M), & M \in T_i \\ 0 & M \in T_a. \end{cases} \quad (14)$$

Приближая теперь в (13) точку M к граничной точке (извне или изнутри) и пользуясь (14), получаем:

$$r_i(p) + \int r_i(q) K(p, q) ds_q = \frac{1}{4\pi} \int \nu_i(q) \frac{e^{-ikr}}{r(pq)} ds_q$$



или согласно с (8)

$$r_i(p) + \int r_i(q) K(p, q) ds_q = + \mu_1^i(p).$$

Сравнивая это уравнение с (5), заключаем, что для главной функции $\mu_2^i(p)$ можно положить:

$$\mu_2^i(p) = -r_i(p) = \frac{1}{4\pi} \int \omega_i(q) \frac{e^{-ikr}}{r(pq)} ds_q, \quad (15)$$

где

$$\omega_i(q) = \sum_{j=1}^r \alpha_j^i \nu_j^{p_{j-1}}(q).$$

(15) имеет вид аналогичный (8)-му, поэтому, повторяя предыдущие рассуждения теперь для $\mu_2^i(p)$, найдем что

$$\mu_3^i(p) = \frac{1}{4\pi} \int v_i(q) \frac{e^{-ikr}}{r(pq)} ds_q,$$

где

$$v_i(q) = \sum_{j=1}^r \alpha_j^i \nu_j^{p_{j-2}}(q),$$

и вообще

$$\mu_k^i(p) = \frac{1}{4\pi} \int \chi_i(q) \frac{e^{-ikr}}{r(pq)} ds_q, \quad (16)$$

где

$$\chi_i(q) = \sum_{j=1}^r \alpha_j^i \nu_j^{p_{j-k+1}}.$$

Покажем теперь, что общее выражение для μ_k^i может быть представлено в следующем виде:

$$\mu_k^i(p) = \frac{1}{4\pi} \sum_{j=1}^r \alpha_j^i \int \nu_j^{p_{j-k+1}}(q) \frac{e^{-ikr}}{r(pq)} ds_q \begin{pmatrix} i=1; k=1, 2 \dots p_1 \\ i=2; k=1, 2 \dots p_2 \\ i=r; k=1, 2 \dots p_r \end{pmatrix} \quad (17).$$

(i пробегает значения $1, 2, \dots, r$, а k для данного i все значения $1, 2, 3, \dots, p_i$).

Т. к. для $i=1$ это представление совпадает с полученным выше представлением для μ_k^1 , покажем его справедливость для $i=2$. Легко заметить, что доказательство следует вести в предположении $p_1 < p_2 < p_3 \dots < p_r$.

Т. к. $\hat{p}_2 > \hat{p}_1$, то для функции $\mu^2_{p_1+1}(p)$, очевидно присутствующей в составе второго канонического ядра, можно написать (8) и (16):

$$\mu^2_{p_1+1}(p) + \int \mu^2_{p_1+1}(q) K(p, q) ds_q = -\mu^2_{p_1}(p) = -\frac{1}{4\pi} \sum_{j=1}^r \alpha^2_j \int \nu^j_{p_j-p_1+1}(q) \frac{e^{-ikr}}{r(pq)} ds_q.$$

Из разрешимости этого уравнения следует:

$$\int \left\{ \nu^i_{p_i}(p) \sum_{j=1}^r \alpha^2_j \int \nu^j_{p_j-p_1+1}(q) \frac{e^{-ikr}}{r(pq)} ds_q \right\} ds_p = 0, \quad i=1, 2, \dots, r. \quad (18)$$

Определитель системы (8) отличен от нуля; обращая систему, получим

$$\int \nu^j_{p_j}(q) \frac{e^{-ikr}}{r(pq)} ds_q = \sum_{s=1}^r b^j_s \mu^s_1(p), \quad j=1, 2, \dots, r.$$

и (18) принимает следующий вид:

$$\int \sum_{j=1}^r \alpha^2_j \nu^j_{p_j-p_1+1}(q) \cdot \sum_{s=1}^r b^s_s \mu^s_1(q) ds_q = 0 \quad i=1, 2, \dots, r.$$

Наконец, отсюда на основании (7), имеем:

$$a^2_1 b^i_1 = 0, \quad i=1, 2, \dots, r,$$

откуда

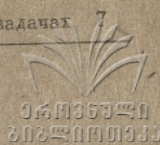
$$a^2_1 = 0.$$

Следовательно выражение для $\mu^2_k(p)$ имеет вид:

$$\mu^2_k(p) = \frac{1}{4\pi} \sum_{j=2}^r \alpha^2_j \int \nu^j_{p_j-k+1}(q) \frac{e^{-ikr}}{r(pq)} ds_q.$$

Чтобы доказать (17) для $i=3$, заметим, что т. к. $\hat{p}_3 > \hat{p}_1$, то для функции $\mu^3_{p_1+1}(p)$, которая очевидно входит в состав третьего канонического ядра, имеем интегральное уравнение

$$\begin{aligned} \mu^3_{p_1+1}(p) + \int \mu^3_{p_1+1}(q) K(p, q) ds_q &= -\mu^3_{p_1}(p) = \\ &= -\frac{1}{4\pi} \sum_{j=1}^r \alpha^3_j \int \nu^j_{p_j-p_1+1}(q) \frac{e^{-ikr}}{r(pq)} ds_q, \end{aligned}$$



отсюда, как и выше условия разрешимости дают:

$$a^3_1 b^i_1 = 0, \quad i = 1, 2, \dots, r, \quad \text{т. е. } a^3_1 = 0.$$

С другой стороны, в виду того, что $p_3 < p_2$, для функции $\mu^3_{p_2+1}(p)$, которая также присутствует в составе третьего канон. ядра, имеем аналогичное интегральное уравнение, с правой частью

$$-\mu^3_{p_2}(p) = -\frac{1}{4\pi} \sum_{j=2}^r \alpha^3_j \int \nu^j_{p_j-p_2+1}(q) \frac{e^{-ikr}}{r(pq)} ds_q$$

и условия разрешимости, также как и выше, дают:

$$\hat{a}^3_2 b^i_1 = 0, \quad i = 1, 2, \dots, r, \quad \text{т. е. } a^3_2 = 0,$$

т. е. имеем:

$$\mu^3_k(p) = \frac{1}{4\pi} \sum_{j=3}^r \alpha^3_j \int \nu^j_{p_j-k+1}(q) \frac{e^{-ikr}}{r(pq)} ds_q.$$

Продолжая этот процесс, получим формулу (17), которая доказывает теорему А.

§ 3. Переходим к доказательству теоремы В.

Главные функции уравнений $N^0_a - D^0_+$,

$$\begin{aligned} & \nu^1_1, \nu^1_2, \dots, \nu^1_{q_1}; \nu^2_1, \nu^2_2, \dots, \nu^2_{q_2}; \dots, \nu^r_1, \nu^r_2, \dots, \nu^r_{q_r} \\ & \mu^1_1, \mu^1_2, \dots, \mu^1_{q_1}; \mu^2_1, \mu^2_2, \dots, \mu^2_{q_2}; \dots, \mu^r_1, \mu^r_2, \dots, \mu^r_{q_r}, \end{aligned} \quad q_1 < q_2 < \dots < q_r$$

удовлетворяют системе интегральных уравнений:

$$\nu^i_1(p) - \int \nu^i_1(q) K(q, p) ds_q = 0 \tag{18}$$

$$\nu^i_s(p) - \int \nu^i_s(q) K(q, p) ds_q = -\bar{\nu}^i_{s-1}(p)$$

и

$$\mu^i_{q_i}(p) - \int \mu^i_{q_i}(q) K(p, q) ds_q = 0$$

$$\mu^i_{q_i-s}(p) - \int \mu^i_{q_i-s}(q) K(p, q) ds_q = -\mu^i_{q_i-s+1}(p) \tag{19}$$

и условиям биортонормированности

$$\int \nu^i_j(p) \mu^j_{j_i}(p) ds_p = \begin{cases} 1 & \text{если } i = i', j = j' \text{ или } i = i', j = j' + 1 \\ 0 & \text{во всех других случаях} \end{cases} \tag{20}$$



Согласно теореме 2, можем написать:

$$v'_1(p) = \frac{1}{4\pi} \int \mu_1(q) \frac{\partial}{\partial n_p} K(pq) ds_q, \quad (21)$$

где

$$\mu_1(q) = \sum_{j=1}^r C_j \mu'_{pj}(q).$$

Рассмотрим внутренние задачи Дирихле

$$\Delta u + k^2 u = 0 \quad (u)_i = \mu_j(q), \quad j = 1, 2, \dots, r.$$

Решения этих задач выразятся потенциалами двойных слоев:

$$W_i(M) = \frac{1}{2\pi} \int \omega_i(q) \frac{\partial}{\partial n_q} \frac{e^{-ikr}}{r(Mq)} ds_q, \quad (22)$$

при чем

$$\omega_i(p) - \int \omega_i(q) K(p, q) ds_q = -\mu_i(p),$$

этим уравнениям удовлетворяют функции:

$$\omega_i(p) = \sum_{j=1}^r C_j \mu'_{pj-1}(p).$$

Обозначим граничные значения нормальных производных потенциалов (2) через $2r_i(p)$ и рассмотрим функцию:

$$\Omega_i(M) = \frac{1}{2\pi} \int r_i(q) \frac{e^{-ikr}}{r(pq)} ds_q - \frac{1}{4\pi} \int \mu_i(q) \frac{\partial}{\partial n_q} \frac{e^{-ikr}}{r(Mq)} ds_q, \quad (23)$$

Пусть U_j определены из условий:

$$U_j = \begin{cases} W_j(M) & \text{если } M \in T_i \\ 0 & \text{если } M \in T_*, \end{cases}$$

тогда для функции

$$\chi_j(M) = \Omega_j(M) - U_j(M)$$

имеем:

$$(\chi_j)_a - (\chi_j)_i = 0$$

$$\left(\frac{\partial \chi_j}{\partial \pi} \right)_i - \left(\frac{\partial \chi_j}{\partial n} \right)_a = 0,$$

в силу чего, так же как выше, заключаем, что $\chi = 0$ и

$$\Omega_j(M) = \begin{cases} W_j(M), & M \in T_i \\ 0, & M \in T_*. \end{cases} \quad (24)$$

Взяв нормальные производные от Ω_j и перейдя к пределу при стремлении M к граничной точке P , получим согласно с (24)-ым.

$$-r_i(p) + \int r_i(q) K(q, p) ds_q = \frac{1}{4\pi} \int \mu_i(q) \frac{\partial}{\partial n_p} K(p, q) ds_q,$$

или

$$r_i(p) - \int r_i(q) K(q, p) ds_q = -v'_1(p).$$

Сравнивая это уравнение с (18), заключаем, что

$$v'_1(p) = r_i(p) = \frac{1}{4\pi} \int \omega_i(q) \frac{\partial}{\partial n_p} K(pq) ds_q.$$

В виду полной аналогии этого выражения с (21), мы повторим последовательно предыдущее рассуждение и получим, что

$$v'_k(p) = \frac{1}{4\pi} \int \chi_i(p) \frac{\partial}{\partial n_p} K(pq) ds_q,$$

где

$$\chi_i(q) = \sum_{j=1}^r C_j \mu_{rj-1}^{(i)}(q).$$

Опираясь на эти результаты, так же как это было сделано выше, можно доказать что

$$v'_k(p) = \frac{1}{4\pi} \sum_{j=i}^r C_j \int \mu_{qj-k+1}^{(i)}(q) \frac{\partial}{\partial n_p} K(pq) ds_q, \quad (25).$$

$$i = 1, \quad k = 1, 2 \dots q_1$$

$$i = 2, \quad k = 1, 2 \dots q_2$$

$$i = r, \quad k = 1, 2 \dots q_r.$$

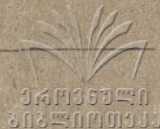
Формула (25) доказывает теорему В.

§ 4. Покажем применение доказанных теорем для решения задач Дирихле и Неймана для бесконечной области T_a^1 .

Когда параметр k совпадает с характеристическими частотами внутренней однородной задачи Неймана, тогда, как показано в работе [1], уравнение D_a не имеет решения для любого $F(p)$, но уравнение

$$\mu(p) + \int \mu(q) K(pq) ds_q = F(p) + \sum_{i=1}^r A_i \mu_{r_i}(p), \quad (26)$$

¹ Названные задачи решены мною раньше в работе [2] с помощью общей теории резольвенты Гурса. См. также сообщ. АН Груз. ССР, Т IV, № 7, 1943; Письмо в редакцию.



где

$$A_i = \int F(p) \psi'_{p_i}(p) ds_p$$

разрешимо; в самом деле, в силу условия биортонормированности (7) и в силу выбора A_i правая часть (26) ортогональна ко всем функциям $\psi'_{p_i}(p)$, $i = 1, 2, \dots, r$, являющимся решениями союзного однородного уравнения N^0 .

След. потенциал двойного слоя $\frac{1}{2\pi} \int \mu(q) \frac{\partial}{\partial n_q} \frac{e^{-ikr}}{r(Mq)} ds_q$, являясь решением ур-ия $\Delta u + k^2 u = 0$, принимает на S предельное значение равное $F(p) + \sum_{i=1}^r A_i \psi'_{p_i}(p)$; но по теореме A :

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^r A_i \psi'_{p_i}(p) &= \frac{1}{4\pi} \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r A_i C_j \int \psi'_{p_j - p_{i+1}}(q) \frac{e^{-ikr}}{r(pq)} ds_q = \\ &= \frac{1}{2\pi} \int \omega(q) \frac{e^{-ikr}}{r(pq)} ds_q, \end{aligned}$$

след. решение задачи Дирихле дается потенциалом:

$$W(M) = \frac{1}{2\pi} \int \mu(q) \frac{\partial}{\partial n_q} \frac{e^{-ikr}}{r(Mq)} ds_q - \frac{1}{2\pi} \int \omega(q) \frac{e^{-ikr}}{r(Mq)} ds_q.$$

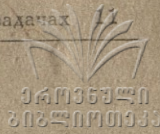
Решение задачи Неймана непосредственно получается из теоремы В и выразится потенциалом:

$$V(M) = \frac{1}{2\pi} \int_S \psi(q) \frac{e^{-ikr}}{r(Mq)} ds_q - \frac{1}{2\pi} \int_S \phi(q) \frac{\partial}{\partial n_q} \frac{e^{-ikr}}{r(Mq)} ds_q,$$

где $\psi(p)$ есть решение интегрального уравнения

$$\psi(p) - \int_S \psi(q) K(q, p) ds_q = F(p) + \sum_{i=1}^r B_i \psi'_{q_i}(p),$$

$$B_i = \int F(p) \psi'_{q_i}(p) ds_p,$$



a

$$\psi(q) = \frac{1}{4\pi} \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r B_i C_j \int_S \mu_{q_j - q_{i+1}}(q) \frac{\partial}{\partial n_p} K(p, q) ds_p.$$

Единственность полученных решений доказана нами раньше [1, 2].

Тбилисский Государственный Университет
имени Сталина
Кафедра дифференциальных и
интегральных уравнений.

(Поступило в редакцию 6. IX. 1943)

ЛИТЕРАТУРА — ლიტერატურა

[1] В. Д. Купрадзе, Метод интегральных уравнений в теории дифракции: Математ. Сборник, Т. 41, вып. 4. 1935.
[2] В. Д. Купрадзе, Некоторые новые приложения теории резольвенты в граничных задачах теории потенциала: Доклады АН СССР, Т. XXIII, № 1. 1939.

3. კუპრაძე

ზოგიერთი ახალი თეორემები რხევის განტოლების
შესახებ და მათი გამოყენება სასაზღვრო ამოცანების
ამოხსნებად

(რეზუმე)

ავტორის წინანდელი შედეგების [1] საფუძველზე ამ წერილში დამტკიცებულია შემდეგი ახალი თეორემები:

თეორემა A. D^n განტოლების მთავარი ფუნქციები წარმოადგენენ სასაზღვრო მნიშვნელობებს მარტივი ფენის პოტენციალებისას, რომელთა სიმკვრივეები არის მიკავშირებული N^n განტოლების მთავარ ფუნქციათა წრფივი კომბინაციას.

თეორემა B. N^n განტოლების მთავარი ფუნქციები წარმოადგენენ სასაზღვრო მნიშვნელობებს ორმაგი ფენების პოტენციალების ნორმალურ წარმოებულებებისას, რომელთა სიმკვრივეები არის მიკავშირებული D^n განტოლების მთავარი ფუნქციების წრფივი კომბინაციას.

ამ თეორემებიდან მარტივად მიიღება ძირითადი სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნა.

Я. Г. Мецхваришвили

О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ РЕГУЛЯРНЫХ РЕШЕНИЙ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ¹

§ 1. Предположим, что $\varphi(z)$ является аналитической функцией внутри некоторой конечной односвязной области S .

Рассмотрим выражение:

$$L_1[\varphi(z)] = \varphi(z) + \overline{\varphi(\bar{z})} + \int_{z_0}^z H\left(\bar{z} - \bar{z}_0, z - \xi, \frac{\lambda}{2}\right) \varphi(\xi) d\xi + \\ + \int_{z_0}^{\bar{z}} H\left(z - z_0, \bar{z} - \xi, \frac{\lambda}{2}\right) \overline{\varphi(\xi)} d\bar{\xi}, \quad (1)$$

где:

$$z = x + iy, \quad \bar{z} = x - iy, \quad z_0 \in S,$$

а функция H имеет вид:

$$H\left(\bar{z} - \bar{z}_0, z - \xi, \frac{\lambda}{2}\right) = -\frac{\partial}{\partial \xi} J_0\left(\lambda \sqrt{(\bar{z} - \bar{z}_0)(z - \xi)}\right), \quad (2)$$

где J_0 функция Бесселя нулевого порядка.

Как известно [1], эта операция любую аналитическую функцию $\varphi(z)$ приводит в соответствие с некоторой функцией $u(z, \bar{z})$, которая является решением колебательного уравнения:

$$\Delta u + \lambda^2 u = 0 \quad (\lambda - \text{вещ. постоянная}), \quad (3)$$

и, наоборот, любое вещественное регулярное в S решение $u(z, \bar{z})$ уравнения (3) может быть представлено так:

$$u(z, \bar{z}) = L_1[\varphi(z)]; \quad (4)$$

при этом $\varphi(z)$ выражается через $u(z, \bar{z})$ следующим образом:

$$\varphi(z_0) = u(z_0, \bar{z}_0) - \frac{1}{2} u(z_0, \bar{z}_0) + i\beta, \quad (5)$$

где β — вещественная произвольная постоянная.

¹ დაკითხულია მოსწავლის სახით ქუთაისის პედ. ინსტიტუტის მეცნიერ მუშაკთა IV სამეცნიერო კონფერენციაზე 1942 წლის 27 თებერვალს.



Если рассматривается многосвязная область, то операция дает, вообще говоря, многозначные решения. Для получения при помощи этой операции всех однозначных решений в случае многосвязной области, как показал И. Н. Векуа [2], функция $\varphi(z)$ должна иметь определенного вида многозначность логарифмического типа. Например, в случае кругового кольца D с радиусами σ_1 и σ_2 ($\sigma_1 < \sigma_2$), (начало лежит в центре кольца), функция $\varphi(z)$ должна иметь вид $f(z) + g(z) \log z$, где $f(z)$ — произвольная однозначная аналитическая функция в кольце D , а $g(z)$ — т. н. пристроенная к $f(z)$ целая функция, которая определяется заданием функции $f(z)$; при этом, имеем равенство:

$$f(z) + g(z) \log z = u(z, \bar{z}_0) - \frac{1}{2} u(z_0, \bar{z}_0) + i\beta. \quad (6)$$

§ 2. В этой статье наряду с операцией L_1 мы будем оперировать еще операцией $L_2[\varphi(z)]$, которая получается из $L_1[\varphi(z)]$, если на место функции $H\left(\bar{z} - \bar{z}_0, z - \xi; \frac{\lambda}{2}\right)$ рассматривать функцию: $H\left(\bar{z}, z - \xi; \frac{\lambda}{2}\right)$.

Таким образом, операция $L_2[\varphi(z)]$ имеет вид:

$$L_2[\varphi(z)] = \varphi(z) + \overline{\varphi(z)} + \int_{z_0}^z H\left(\bar{z}, z - \xi; \frac{\lambda}{2}\right) \varphi(\xi) d\xi + \\ + \int_{z_0}^{\bar{z}} H\left(z, \bar{z} - \bar{\xi}; \frac{\lambda}{2}\right) \overline{\varphi(\bar{\xi})} d\bar{\xi}; \quad (1)$$

при этом

$$H\left(\bar{z}, z - \xi; \frac{\lambda}{2}\right) = -\frac{\partial}{\partial \bar{\xi}} J_0\left(\lambda \sqrt{\bar{z}(z - \bar{\xi})}\right). \quad (2)$$

Относительно операции $L_2[\varphi(z)]$ докажем следующую теорему.

Теорема: Для любой в области S аналитической функции $\varphi(z)$, функция $u(z, \bar{z})$, определяемая равенством:

$$u(z, \bar{z}) = L_2[\varphi(z)], \quad (3)$$

представляет регулярное вещественное решение колебательного уравнения в той же области и, наоборот, любое регулярное вещественное решение колебательного уравнения в области S может быть представлено в виде (3).

При этом, функция $\varphi(\bar{z})$ выражается через $u(\bar{z}, \bar{z})$ следующим образом:

$$\varphi(\bar{z}) = f(\bar{z}) + \int_{z_0}^{\bar{z}} \frac{\partial}{\partial \bar{\xi}} J_0(\lambda \sqrt{\bar{z}_0(\bar{z} - \bar{\xi})}) f(\bar{\xi}) d\bar{\xi}, \quad (4)$$

где:

$$f(\bar{z}) = u(\bar{z}, \bar{z}_0) - \frac{1}{2} u(\bar{z}_0, \bar{z}_0) + i\beta, \quad (5)$$

а β — произвольная вещественная постоянная.

Доказательство: Предварительно заметим, что операция $I_2[\varphi(\bar{z})]$, как легко в этом убедиться, дает функцию $u(\bar{z}, \bar{z})$, которая является решением следующего интегрального уравнения типа Вольтерра:

$$u(\bar{z}, \bar{z}) + \left(\frac{\lambda}{2}\right)^2 \int_{z_0}^{\bar{z}} \int_{z_0}^{\bar{z}} u(\bar{\xi}, \eta) d\bar{\xi} d\eta = f_1(\bar{z}) + \overline{f_1(\bar{z})}, \quad (6)$$

где

$$f_1(\bar{z}) = \varphi(\bar{z}) + \int_{z_0}^{\bar{z}} H\left(\bar{z}_0, \bar{z} - \bar{\xi}; \frac{\lambda}{2}\right) \varphi(\bar{\xi}) d\bar{\xi}. \quad (7)$$

Из равенства (6) вытекает, что функция $u(\bar{z}, \bar{z})$ для любой функции $\varphi(\bar{z})$ удовлетворяет уравнению:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial \bar{z} \partial \bar{z}} + \left(\frac{\lambda}{2}\right)^2 u = 0, \quad (8)$$

которое является колебательным уравнением, и первая часть теоремы доказана.

Предположим, что $u(\bar{z}, \bar{z})$ есть заданное регулярное и вещественное решение в S -уравнения (8). Легко показать, что существует аналитическая функция $\varphi(\bar{z})$, удовлетворяющая условию (3).

Рассмотрим выражение

$$u(\bar{z}, \bar{z}_0) = \varphi(\bar{z}) + \varphi(\bar{z}_0) + \int_{z_0}^{\bar{z}} H\left(\bar{z}_0, \bar{z} - \bar{\xi}; \frac{\lambda}{2}\right) \varphi(\bar{\xi}) d\bar{\xi}. \quad (9)$$

Полагая в этом равенстве $\bar{z} = \bar{z}_0$, получим:

$$u(\bar{z}_0, \bar{z}_0) = \varphi(\bar{z}_0) + \varphi(\bar{z}_0) \quad (10)$$

отсюда следует, что:

$$\varphi(\bar{z}_0) = \frac{1}{2} u(\bar{z}_0, \bar{z}_0) + i\beta, \quad (11)$$

где β — вещественная постоянная.

Так как $u(z, \bar{z})$ — вещественно, из (11) следует, что:

$$\overline{\varphi(z_0)} = \frac{1}{2} u(\bar{z}_0, \bar{z}_0) - i\beta. \quad (12)$$

На основании последнего равенства, равенство (9) переписывается так:

$$\varphi(z) + \int_{z_0}^z H\left(\bar{z}_0, \bar{z} - \bar{\xi}; \frac{\lambda}{2}\right) \varphi(\bar{\xi}) d\bar{\xi} = f(z), \quad (13)$$

где

$$f(z) = u(z, \bar{z}_0) - \frac{1}{2} u(\bar{z}_0, \bar{z}_0) + i\beta, \quad (14)$$

а β — произвольная вещественная постоянная¹.

Таким образом, искомая функция $\varphi(z)$ удовлетворяет интегральному уравнению (13) типа Вольтерра и этим вторая часть теоремы доказана.

Теперь нетрудно показать, что решение $\varphi(z)$ уравнения (13) можно представить в виде (4).

Как известно [3], единственное, непрерывное решение уравнения (13) можно представить с помощью резольвенты в следующем виде:

$$\varphi(z) = f(z) - \int_{z_0}^z \Gamma\left(z, \bar{z}_0; \bar{\xi}, \frac{\lambda}{2}\right) f(\bar{\xi}) d\bar{\xi}. \quad (15)$$

Справедливость равенства (4) будет доказана, если докажем, что имеет место равенство:

$$\Gamma\left(z, \bar{z}_0; s, \frac{\lambda}{2}\right) = -\frac{\partial}{\partial s} J_0\left(\lambda \sqrt{\bar{z}_0(z-s)}\right). \quad (16)$$

Действительно, известно, что резольвента Γ является решением следующего интегрального уравнения:

$$\begin{aligned} \Gamma\left(z, \bar{z}_0; \bar{\xi}, \frac{\lambda}{2}\right) &= H\left(\bar{z}_0, \bar{z} - \bar{\xi}, \frac{\lambda}{2}\right) + \\ &+ \int_z^{\bar{\xi}} H\left(\bar{z}_0, s - \bar{\xi}, \frac{\lambda}{2}\right) \Gamma\left(\bar{z}_0, s - \bar{\xi}, \frac{\lambda}{2}\right) ds, \end{aligned} \quad (17)$$

при этом функция H определяется равенством (2) этого параграфа.

¹ Нетрудно показать аналитичность функции $u(z, \bar{z}_0)$.

Если решение уравнения (17) искать в виде следующего ряда:

$$\Gamma\left(\zeta, \bar{\zeta}_0; \xi, \frac{\lambda}{2}\right) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{a_{\nu}}{\nu!} (\zeta - \xi)^{\nu}, \quad (18)$$

то для коэффициентов a_{ν} , получим следующие выражения:

$$a_{\nu} = (-1)^{\nu+1} \frac{\left(\frac{\lambda}{2}\right)^{2(\nu+1)} \bar{\zeta}_0^{-\nu+1}}{(\nu+1)!}, \quad \nu = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (19)$$

Подставляя эти выражения в формулу (18), для резольвенты Γ получим требуемое представление (16).

Как легко заметить, выражение (15) с помощью соотношения (16) совпадает с выражением (4), и этим теорема полностью доказана.

§ 3. Как известно [4], разложение произвольной голоморфной функции $f(\zeta)$ внутри кругового кольца D по функциям Bessel'я и функциям Оп принадлежит Neumann'у; причем функции Оп являются полиномами относительно обратного значения аргумента. Этот же результат приводится например в известной книге Watson'a по функциям Bessel'я [5].

В этом параграфе нами рассматривается аналогичное разложение произвольной голоморфной функции внутри кругового кольца D по функциям, которые будут указаны ниже.

В нашей статье [6] применяя операцию L_2 , было доказано, что любое внутри кругового кольца D однозначное и вещественное решение $u(\zeta, \bar{\zeta})$ колебательного уравнения (3) § 1 с помощью формулы (1) § 2 может быть представлено в следующем виде:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} u(\zeta, \bar{\zeta}) = & A_0 J_0(\lambda r) + B_0 Y_0(\lambda r) + \sum_{k=1}^{\infty} J_k(\lambda r) (A_k \cos k\varphi + B_k \sin k\varphi) - \\ & - \pi \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\left(\frac{\lambda}{2}\right)^k}{(k-1)!} Y_k(\lambda r) (\alpha_{-k} \cos k\varphi + \beta_{-k} \sin k\varphi), \quad (1) \end{aligned}$$

где $J_k(\lambda r)$, $Y_k(\lambda r)$ — соответственно функций Bessel'я и Neumann'a k -го порядка, r и φ — полярные координаты точки $\in D$, α_{-k} , β_{-k} , A_k и B_k , $k=0, 1, 2, \dots$ постоянные, определенным образом связанные с коэффициентами ряда Лорана функции $f(\zeta)$.

При установлении вышеуказанного разложения, мы будем исходить в основном из равенства (1) § 2 и следующего замечания.

Нами полученное представление (1) § 2 всех однозначных решений колебательного уравнения: $\Delta u + \lambda^2 u = 0$, которое является результатом применения формулы:

$$u(z, \bar{z}) = L_2[\varphi(z)], \quad (2)$$

как регулярное и однозначное решение того же колебательного уравнения может быть получено также применением формулы:

$$u(z, \bar{z}) = L_1[\varphi(z)]; \quad (3)$$

причем имеет место следующее соотношение:

$$f(z) + g(\bar{z}) \log z = u(z, \sigma_0) - \frac{1}{2} u(\sigma_0, \sigma_0) + i\beta, \quad (4)$$

где $f(z)$ — произвольная голоморфная функция внутри D , $g(z)$ — т. н. пристроенная к $f(z)$ целая функция, β — произвольная вещественная постоянная и, наконец, σ_0 — фиксированная вещественная постоянная, удовлетворяющая условию: $\sigma_1 < \sigma_0 < \sigma_2$.

Рассмотрим функцию Неупманн'а $Y_k(\mu z)$; т. е. функцию, определяемую равенством [7]:

$$Y_k(\mu z) = \frac{2}{\pi} J_k(\mu z) \left(\log \frac{\mu}{2} z + C \right) - \frac{1}{\pi} \sum_{s=0}^{k-1} \frac{(k-s-r)!}{s!} \left(\frac{\mu}{2} z \right)^{-k+2s} - \\ - \frac{1}{\pi} \sum_{s=0}^{\infty} (-)^s \frac{\left(\frac{\mu}{2} z \right)^{k+2s}}{s! (s+k)!} \left[\sum_{m=1}^{k+s} \frac{1}{m} + \sum_{m=1}^s \frac{1}{m} \right], \quad (5)$$

и введем в рассмотрение следующую однозначную в D функцию:

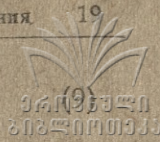
$$\bar{Y}_k(\mu z) = Y_k(\mu z) - \frac{2}{\pi} J_k(\mu z) \log z, \quad (6)$$

где $J_k(\mu z)$ — функция Bessel'я k -го порядка.

Рассмотрим еще следующие четыре функции:

$$J_k^{(1)}(\mu^2 z) = \frac{2^{-k}}{(\mu \sqrt{\sigma_0})^{-k}} \left(\frac{\mu}{2} \sqrt{z} \right)^{-k} J_k(\mu \sqrt{z}), \quad (7)$$

$$J_k^{(2)}(\mu^2 z) = \frac{2^k}{(\mu \sqrt{\sigma_0})^k} \left(\frac{\mu}{2} \sqrt{z} \right)^k J_k(\mu \sqrt{z}), \quad (8)$$



$$Y_k^{(1)}(\mu^2 z) = \frac{2^{-k}}{(\mu \sqrt{\sigma_0})^{-k}} \left(\frac{\mu}{2} \sqrt{z} \right)^{-k} \bar{Y}_k(\mu \sqrt{z}),$$

$$\bar{Y}_k^{(2)}(\mu^2 z) = \frac{2^k}{(\mu \sqrt{\sigma_0})^k} \left(\frac{\mu}{2} \sqrt{z} \right)^k \bar{Y}_k(\mu \sqrt{z}). \quad (10)$$

Если значения: $u(z, \sigma_0)$ и $u(\sigma_0, \sigma_0)$ найти из выражения (1) и учесть равенство (4), получим два следующих результата:

1. Любую пристроенную к $f(z)$ целую функцию $g(z)$ в случае колебательного уравнения с вещественным параметром λ , можно представить внутри кругового кольца D в следующем виде:

$$g(z) = \alpha'_0 J_0(\mu \sqrt{z}) - \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(2\sqrt{\sigma_0})^{-k}}{\mu^{-k}(k-1)!} \left[a_{-k} \left(\frac{z}{\sigma_0} \right)^{-\frac{k}{2}} + \bar{a}_{-k} \left(\frac{z}{\sigma_0} \right)^{\frac{k}{2}} \right] J_k(\mu \sqrt{z}), \quad (11)$$

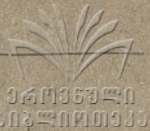
где α'_0 — произвольная вещественная постоянная, a_{-k} и \bar{a}_{-k} взаимно-сопряженные коэффициенты Лорана с отрицательными индексами, $J_k(\mu \sqrt{z})$ функция Bessel'я k -го порядка и $\mu = \lambda \sqrt{\sigma_0}$.

2. Любую голоморфную внутри кругового кольца D функцию $f(z)$ можно при помощи функций $J_k^{(1)}$, $J_k^{(2)}$, $Y_k^{(1)}$, $Y_k^{(2)}$ представить в следующем виде:

$$f(z) = D_0(\mu, \sigma_0) + \sum_{k=0}^{\infty} \left[D_k J_k^{(1)}(\mu^2 z) + \bar{D}_k J_k^{(2)}(\mu^2 z) \right] - \pi \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(2\sqrt{\sigma_0})^{-k}}{\mu^{-k}(k-1)!} \left[a_{-k} Y_k^{(1)}(\mu^2 z) + \bar{a}_{-k} Y_k^{(2)}(\mu^2 z) \right]; \quad (12)$$

где:

$$D_0(\mu, \sigma_0) = f(\sigma_0) - 2 \sum_{k=0}^{\infty} J_k(\mu \sqrt{\sigma_0}) \operatorname{Re} D_k + 2\pi \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(2\sqrt{\sigma_0})^{-k}}{\mu^{-k}(k-1)!} \alpha_{-k} \bar{Y}_k(\mu \sqrt{\sigma_0}), \quad (13)$$



$$\begin{aligned}
 D_k &= \left(\frac{2\sqrt{\sigma_0}}{\mu} \right)^k k! \bar{a}_k + \left(\frac{2\sqrt{\sigma_0}}{\mu} \right)^{-k} \frac{1}{(k-1)!} \left[\sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sigma_0^{k+n}}{k+n} a_n + \right. \\
 &+ \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sigma_0^{k-n}}{k-n} a_{-n} - \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{2\sqrt{\sigma_0}}{\mu} \right)^{-k} \frac{1}{(n-1)!} \frac{\sigma_0^{k+n}}{n+k} \left(\log \sigma_0 - \frac{1}{n-k} \right) a_{-k} + \\
 &\left. + \frac{\Gamma'(k+1)}{\Gamma(k+1)} + \frac{\Gamma'(k)}{\Gamma(k)} - 2 \log \frac{\mu}{2} \right], \quad (14)
 \end{aligned}$$

а коэффициенты: a_n и a_{-n} являются коэффициентами Лорана для функций $f(z)$ и $\mu = \lambda \sqrt{\sigma_0}$.

§ 4. Как было отмечено выше, равенство (12) дает разложение произвольной внутри (D) голоморфной функции $f(z)$ по функциям $J_k^{(1)}$, $J_k^{(2)}$, $Y_k^{(1)}$, $Y_k^{(2)}$, которые были указаны в § 3.

Очевидно, что это разложение содержит некоторый параметр $\mu = \lambda \sqrt{\sigma_0}$. Возникает следующий вопрос: что будет с этим разложением, если $\mu \rightarrow 0$?

Нетрудно показать, что при $\mu \rightarrow 0$, разложение (12) переходит в ряд Лорана. В самом деле, сравнительно простые выкладки показывают справедливость следующих равенств:

$$\begin{aligned}
 1. \quad \lim_{\mu \rightarrow 0} D_0(\mu, \sigma_0) &= - \sum_{k=0}^{\infty} \bar{a}_k \sigma_0^k - \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\bar{a}_{-k}}{\sigma_0^k}, \\
 2. \quad \lim_{\mu \rightarrow 0} \sum_{k=0}^{\infty} \left[D_k J_k^{(1)}(\mu^2 Z) + \bar{D}_k J_k^{(2)}(\mu^2 z) \right] &= \sum_{k=0}^{\infty} \bar{a}_k \sigma_0^k + \sum_{k=0}^{\infty} a_k z^k, \\
 3. \quad \lim_{\mu \rightarrow 0} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(2\sqrt{\sigma_0})^{-k}}{\mu^{-k} (k-1)!} \left[a_{-k} Y_k^{(1)}(\mu^2 z) + \bar{a}_{-k} Y_k^{(2)}(\mu^2 z) \right] &= \\
 &= - \frac{1}{\pi} \left[\sum_{k=1}^{\infty} \frac{a_{-k}}{z^k} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\bar{a}_{-k}}{\sigma_0^k} \right].
 \end{aligned}$$

С помощью этих равенств из (12) вытекает, что:

$$f(z) = \sum_{k=0}^{\infty} a_k z^k + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{a_{-k}}{z^k}, \quad (4)$$

т. е. разложение Лорана.

Наконец, заметим, что это свойство позволяет доказать единственность разложения произвольной внутри D голоморфной функции $f(z)$ в ряд (12) § 3.

§ 5. После установления тех соотношений [6], которые дают возможность выразить коэффициенты b_k пристроенной целой функции через коэффициенты a_k ряда Лорана функции $f(z)$, имеется возможность для пристроенной целой функции $g(z)$ получить интегральное представление в случае области D .

Нетрудно установить, что имеет место следующий результат. В случае колебательного уравнения $\Delta u + \lambda^2 u = 0$, с вещественным коэффициентом λ , т. н. пристроенную к функции $f(z)$ целую функцию $g(z)$ в случае кругового кольца D можно представить в следующем виде:

$$g(z) = \alpha_0 - \frac{\lambda}{4\pi} \int_0^1 \int_{\xi}^{\sqrt{z/\xi}} J_1(\lambda i \sqrt{z\xi}) \overline{f(\xi)} d\xi, \quad (1)$$

где J_1 — функция Bessel'я первого порядка, α_0 является совершенно произвольным вещественным коэффициентом, ac — произвольная простая замкнутая кривая, окружающая начало и целиком лежащая внутри кругового кольца D .

ი. მცხვარიშვილი

რხევის დიფერენციალური განტოლების რეგულარული ამოხსნების ზოგიერთი თვისების შესახებ

(რეზუმე)

ამ შრომაში მიღებულია შემდეგი შედეგები:

1. მოცემულია დამტკიცება, რომ რხევის დიფერენციალური განტოლების ყოველი რეგულარული არსის ამოხსნა მარტივად ბმულ S არეს შიგნით შეიძლება წარმოდგენილი იყოს (3) § 2 სახით.
2. მტკიცდება, რომ ყოველი ანალიზური ფუნქცია $f(z)$ წრიული რგოლის შიგნით შეიძლება წარმოდგენილი იყოს მესამე პარამეტრის (7), (8), (9) და (10) ფუნქციებიდან შემდგარი უსასრულო მწკრივის სახით (17) § 3, რომელიც შეიცავს გარკვეულ μ პარამეტრს.
3. დამტკიცებულია, რომ როდესაც პარამეტრი $\mu \rightarrow 0$, მაშინ ნებისმიერი ანალიზური ფუნქციის ზემოაღნიშნული გამწკრივება რგოლის შიგნით, გადადის ლორანის გამწკრივებაში.



4. მოცემულია ახალი წარმოდგენა ე. წ. მიშენებული მთელი (11) § 3, რხევის განტოლებისა და წრიული რგოლის შემთხვევაში.

5. რხევის დიფერენციალური განტოლებისა და წრიული რგოლის შემთხვევაში ე. წ. მიშენებულ ფუნქციას ეძლევა ინტეგრალური სახე (1) § 5.

ს. წულუკიძის სახელობის
ქუთაისის პედაგოგიური ინსტიტუტი
ალგებრისა და გეომეტრიის კათედრა

1942 წლის დეკემბერი.

ЛИТЕРАТУРА — ლიტერატურა

1. И. Н. Векуа, Комплексное представление общего решения...: Доклады АН СССР, т. XVI, № 3, 1937.
2. Elias Vecoua, Allgemeine Darstellung der Lösungen...: Сообщ. Груз. Фил. АН СССР, т. I, № 5, 1940.
3. Э. Гурса, Курс мат. анализа, т. III, ч. II, стр. 13.
4. K. Neumann, Theorie der Bessel'schen Functionen, S. 38, 1867.
5. G. N. Watson, Theory of Bessel Functions, 524, 1922.
6. Я. Г. Мецхваришвили, О методе Фурье: Сообщ. АН Груз. ССР, т. II, № 6, 1941.
7. Р. О. Кузьман. Бесселевы функции, стр. 44, 1935.

2. ხუნიბა

მაგნიუმის მოცულობითი განსაზღვრა კალციუმის თანაობით

როგორც ცნობილია, მაგნიუმის განსაზღვრისათვის ანალიზურ პრაქტიკაში გამოყენებული მეთოდები მოითხოვენ წინასწარ კალციუმის დაცილებას. მართალია, ეს მანიპულიაცია უმეტეს შემთხვევაში დაკავშირებულია ანალიზის მსვლელობასთან, სადაც ჯერ ხდება კალციუმის განსაზღვრა, ხოლო მის ფილტრატში კი მაგნიუმისა; მაგრამ ასეთ პირობებშიც კი საქმაოდ დიდი დრო იხარჯება ფილტრატის ასაორთქლებლად. ამასთანავე ანალიზურ პრაქტიკაში არის შემთხვევა, როდესაც საჭიროა მხოლოდ მაგნიუმის განსაზღვრა კალციუმის თანაობით და მაშინ, ცხადია, უკანასკნელის დაცილება მეტის-მეტად ადიდებს მაგნიუმის განსაზღვრის, ისედაც განანგრძლივებულ, ქრონომეტრაჟს. ამიტომ, გასაგებია, ძიება ისეთი ხერხისა, რომელიც მოგვცემს მაგნიუმის განსაზღვრის შესაძლებლობას კალციუმის თანაობით (მისი დაცილების გარეშე).

მაგნიუმის კალციუმთან ერთდროულ განსაზღვრაზე (დაცილების გარეშე) შეზაობდა ზოგიერთი მკვლევარი. ჯერ კიდევ 1913 წ. Fox-ის¹ მიერ მოწოდებულ იქნა ერთ და იმავე ხსნარში კალციუმისა და მაგნიუმის მოცულობითი განსაზღვრა. ამის მიხედვით კალციუმის წინასწარ ოქსალატის სახით დალექვის შემდეგ, ამავე ხსნარში, ნალექის თანაობით, ილექება მაგნიუმი ამონიუმის არსენატით, შემდეგი იოდომეტრული განსაზღვრით. ბუტირინის მიხედვით² კალციუმისა და მაგნიუმის შემცველ ხსნარს ერთ ნაწილში ისაზღვრება კალციუმი; ხსნარის მეორე ნაწილში კალციუმის ოქსალატის სახით წინასწარი დალექვის შემდეგ წარმოებს მაგნიუმის დალექვა მაგნიუმს ამონიუმ ფოსფატის სახით, რომელშიც მაგნიუმი ისაზღვრება $0,1/N$ მეთაით ვატიტრით.

გელფანდმა³ გამოიყენა ვასილევისა და გეკელის ხერხი, რომელსაც საფუძვლად უდევს Hibbard-ის⁴ მეთოდი მაგნიუმის ნეიტრალიზაციის მეთოდით

¹ Fox J., Ind. and Eng. Chem. 5, 910, 1913.

² П. Бутыржин, Полевой количеств. химич. гидроанализ пробирно-канальный методом ГНТИ, Ленинград 1931.

³ М. Гельфанд, Лабораторная практика 1, 20—22, 1934.

⁴ Hibbard J., Ind. and Eng. Chem. 11, 753, 1919.



განსაზღვრისა, სასმელ წყლებში სათანადო რეჟიმის დაცვით ახდენს ციფრის დაღწევას ოქსალატით, ამავე ხსნარში (ნალექიანად) ილექება მაგნიუმი კრისტალური ნატრუმ ფოსფატით. ნალექის ნაწილობრივი გამოშრობის შემდეგ, მაგნიუმი ისაზღვრება მჟავათი გატიტვით, ხოლო შემდეგ კალციუმი პერმანგანომეტრულად. კორქენ ოვსკიმ¹, ამ უკანასკნელ მეთოდში ზოგიერთი ცვლილებების შეტანით, გაამარტივა ანალიზის შესრულების ტექნიკა. გასაგებია რომ ამ ხერხებში მოყვანილი მათი ერთდროულად მოცულობითი განსაზღვრის მეთოდებმა შეიძლება დამაკმაყოფილებელი შედეგი მოგვეცეს მაგნიუმის შედარებით კონცენტრულ ხსნარებში, იმავე დროს ანალიზის შესრულებაც საქაოდ გახანგრძლივებულია, რითაც უნდა აიხსნას ის, რომ ამ მეთოდებმა ფართო გამოყენება ვერ პოვეს. ოქსიქინოლინის გამოყენებით მაგნიუმის განსაზღვრის პერმანგანომეტრიული ხეზია მოცემული რასკისა და დროზდის მიერ², მოითხოვს საერთო წესით წინასწარ კალციუმის დაცილებას და ამ მხრივ უპირობტესობა არ შეიძლება ექნეს.

0 — ოქსიქინოლინის გამოყენებით მაგნიუმის განსაზღვრის სხვადასხვა ვარიანტებშიც მოწოდებულია კალციუმის წინასწარი დაცილება ოქსალატის სახით, ასე Luck და Meyer-ის³ მეთოდით მაგნიუმის წყალში განსაზღვრისას მიუთითებენ წინასწარ კალიუმ ოქსალატით კალციუმის დაცილებას და მხოლოდ ფილტრატიში ახდენენ მაგნიუმის განსაზღვრას. Redmond და Bright⁴ ცემენტში და კირქვებში კალციუმს წინასწარ ჩვეულებრივი წესით აცილებენ.

Berg-მა⁵ შეისწავლა მაგნიუმის განსაზღვრა კალციუმის, ბარიუმის და სტრონციუმის თანაობით. მან განსაზღვრას საფუძვლად დაუდო მაგნიუმის ოქსიქინოლატის გაცხელებულ ამიაკის ხსნარში ძნელად ხსნადობა, მაშინ როდესაც სათანადო პირობებში დანარჩენები ოქსიქინოლატები შედარებით ადვილად იხსნებიან. ბერგის მიერ მოწოდებულ ხერხს ის უარყოფითი მხარე აქვს, რომ აუცილებლად მოითხოვს კალციუმის რაოდენობის ყველა შემთხვევაში განმეორებით დაღწევას, რაც მნიშვნელოვნად ახანგრძლივებს განსაზღვრას, ხოლო მაგნიუმის მცირე როდენობათა შემთხვევაში ადვილი ექნება საგრძნობ დანაკარგს. ამნაირად, მაგნიუმის კალციუმის თანაობით სწრაფი განსაზღვრის ხერხის დამუშავება ანალიტიკოსების საზრუნავ ამოცანას წარმოადგენს.

წინამდებარე მუშაობა წარმოადგენს ცდას ამ მიმართულებით. მაგნიუმის განსაზღვრისათვის ჩვენ გამოვიყენეთ ბერგის მიერ მოწოდებული ოქსიქინოლინური მეთოდი. მხოლოდ საჭირო იყო შეგვესწავლა განსაზღვრის შესაძლებლობა კალციუმის თანაობით ცდების სხვადასხვა პირობებში.

¹ Г. Корженовский: Заводская Лаборатория 1, 24, 1936.

² Л. Раськи и Н. Дрозд: Заводская Лаборатория 7, 807, 1936.

³ Ztsch. f. angew. Ch. 41, 128 1928.

⁴ Bur. Stand. Journ. Res. Pap. 6, 103, 1931. ციტირებულია Р. Берг, Применение 0 — Оксиквиолина в аналитической химии Онта, 1937.

⁵ Berg: Ztsch. f. anal. Ch. 71, 23, 1927.

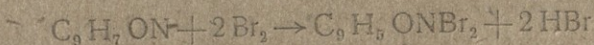
ექსპერიმენტული ნაწილი

წინასწარ დამზადებულ იქნა $MgSO_4$ -ის ტიტრირანი ხსნარი (ქ. ს. პრება-რატიდან), რომლის ტიტრი შემოწმებულ იქნა წონით შმიტცის მეთოდით. შესამოწმებელ და საკონტროლო ცდებისათვის ვუყენებდით მაგნიუმის ამ ხსნარს. 0-ოქსიქინოლინის გამოყენებით შემოწმებულ იქნა, როგორც წონითი, ისე მოცულობითი განსაზღვრის მეთოდები.

განსაზღვრის მსვლელობა შეიძლება იყოს $MgSO_4$ ხსნარს დაახლოებით 70 მგ. მოცულობით ემატებოდა 5 მგ. ამონიუმ-ქლორიდის ამიაკალური ხსნარი¹, რის შემდეგ პიპეტით ჭურჭლის კედელზე ჩაშვებით 2-3 მგ. 0-ოქსიქინოლინის სპირტიანი ხსნარი. ამის შემდეგ ხსნარი ცხელდებოდა დუღილის დაწყებამდე. მაშინვე იყოფა კრისტალური ნალექი და ხსნარი წდება.

წონითი განსაზღვრის შემთხვევაში ნალექი ფილტრებოდა შოტის ტიგელში, ირეცხებოდა 2% ამიაკის ხსნარით, რის შემდეგ წარმოებდა გამოშრობა 105°-ზე ერთი საათის განმავლობაში და აწონვა. მოცულობითი განსაზღვრის შემთხვევაში ნალექი ფილტრებოდა ფილტრის ქალაღში, ირეცხებოდა 2% ამიაკის ხსნარით. ნალექს ფილტრზე ვხსნიდით 2-2,5 N HCl-ის ხსნარით. ფილტრატი მიღესილ საცობიან შუშაში, რომელიც 50-75 მგ. მოცულობას უნდა შეადგენდეს. ემატება 1% მეთილროტის 2-3 წვეთი და იტიტრება 0,1 N KBrO₃-ით, ხსნარის ყვითელ შეფერვამდე. ჭარბი ბრომატი ისაზღვრება უკუტიტრაციით. ამისათვის ხსნარს ემატება 1 გრამამდე ვალიუმ იოდი და ორი წუთით დაყოვნების შემდეგ დაცობილი საცობით, გამოყოფილი იოდი იტიტრება მიკრობიურეტიდნ 0,1 N Na₂S₂O₃-ის ხსნარით, რეაქციის ბოლოს სასაზღვრის როგორც ინდიკატორის გამოყენებით.

როგორც ცნობილია² განსაზღვრის ეს პრინციპი ემყარება შემდეგ რეაქციას:



და როგორც რეაქტივიდან ჩანს, 0-ოქსიქინოლინის ერთი მოლი მიითხოვს ბრომის ოთხ ეკვივალენტს. ხოლო მაგნიუმის ოქსიქინოლატის ნალექში, მაგნიუმის ერთი მილიმოლი მიითხოვს 8 მილიეკვივალენტს ბრომისას, აქედან დახარჯული 1 მგ. 0,1 N KBrO₃-ის ხსნარისა უბასუხებს 0,000304 გრ. მაგნიუმს.

აღწერილი განსაზღვრის მსვლელობით სუფთა $MgSO_4$ -ის ხსნარში ჩატარებული წონითი და მოცულობითი განსაზღვრის შედეგები მოცემულია 1 ცხრილში.

მიღებულმა შედეგებმა დაგვარწმუნა იმაში, რომ ამ ხერხით შესაძლოა მაგნიუმის მცირე რაოდენობათა განსაზღვრაც დამაკმაყოფილებელი სიზუსტით როგორც მოცულობითი, ისე წონითი ოქსიქინოლინური მეთოდით. მაგრამ მაგნიუმის უფრო ნაკლებ რაოდენობათა შემთხვევაში—0,5 მგ-ზე ნაკლები წონითი ხერხი მიუღებელია.

¹ 25 გრ. ამონიუმ ქლორიდი 1000 მლ. 25% ამონიუმის ჰიდრატში გახსნილი.

² R. Berg: Pharm. Ztg. 71, 1542, 1926.

ცხრილი 1

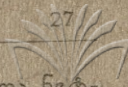
№ №	აღებულთა Mg მგ-ში	დანარჯუ- ლია 0,1 N KBrO ₃	მიღებულია Mg მგ-ში	სხვაობა მგ-ში	ცდომილება %-ში	შენიშვნა
1	0,1	0,32	0,0973	-0,0027	-2,7	
2	0,1	0,33	0,1003	+0,0003	+0,3	
3	0,2	0,66	0,2006	+0,0006	+0,3	
4	0,2	0,65	0,198	+0,002	-1,0	
5	0,5	1,65	0,5016	+0,0016	+0,32	
6	1,0	3,29	1,0000	0	0	
7	2,5	8,18	2,4867	-0,0133	-0,56	
8	1,5	4,9	1,4896	-0,0104	-0,69	
9	5,0	16,34	4,9674	-0,0326	-0,65	
10	2,0	—	2,0290	0,02	1,0	განსაზღვრა ჩატარებულია წინითი ოქსიქინოლინური მეთოდით.
11	1,5	—	1,494	0,006	-0,4	
12	0,5	—	0,4886	0,0114	2,7	

საყურადღებო პრაქტიკულ ამოცანას შეადგენს მაგნიუმის კალციუმის თანაობით განსაზღვრის ისეთი მეთოდის დამუშავება, რომელიც მნიშვნელოვნად შეაშვირებს დროს, რომელიც იხარჯება კალციუმის წინასწარი დაცილებისათვის. ამ მიზნით ჩვენ ჯერ შევისწავლეთ ზემოაღწერილი მაგნიუმის მოცულობითი განსაზღვრის შედეგებზე კალციუმის გავლენა (ქლორიდის დანიტრატის სახით) (ცდები №№ 5, 6, 7, 8-ში კალციუმს წინასწარ ვაცილებდით ოქსალატის სახით და მხოლოდ ამის შემდეგ ფილტრატში ვსაზღვრავდით მაგნიუმს).

ამ პირობებში მიღებული მაგნიუმის განსაზღვრის შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

№ №	აღებულია Mg მგ-ში	დამატებულია	დანარჯუ- ლია 0,1 N KBrO ₃	მიღებულია Mg მგ-ში	სხვაობა მგ-ში	ცდომი- ლება %-ში
		Ca მგ-ში სახით				
1	0,2	CaCl ₂ -2,0	0,67	0,2036	0,0036	1,8
2	0,2	„ -1,0	0,65	0,198	0,002	1,0
3	0,2	Ca/NO ₃ / ₂ -1,0	0,65	0,1980	0,002	1,0
4	0,2	„ -2,0	0,66	0,2006	0,0006	0,3
5	0,5	CaCl ₂ -200,0	0,65	0,198	0,302	
6	0,5	Ca/NO ₃ / ₂ -200,0	0,66	0,2	0,3	
7	0,2	CaCl ₂ -200,0	0,21	0,0638	0,1362	
8	0,2	Ca/NO ₃ / ₂ -200,0	0,2	0,0602	0,1392	



როგორც მიღებული შედეგებიდან ჩანს, კალციუმის ქლორიდი იქნა ათჯერადი რაოდენობით აღებული მაგნიუმის მიმართ, ამ წესით ღირსეულად ღირსს ხელს არ უშლის და, მაშასადამე, შესაძლებელი ხდება მათი თანაობით მაგნიუმის განსაზღვრა.

კალციუმის მეტი რაოდენობის თანაობით — შედეგები მიუღებელია. უკანასკნელ ოთხ ცდაში, როგორც აღვნიშნეთ, კალციუმი წინასწარ დაცლებული იყო ოქსალატის სახით და ფილტრატში, განსაზღვრულ იქნა მაგნიუმი ისეთივე გზით; ამ პირობებში მიღებული შედეგები დიდთ შემცირებულია და მიუღებელი. უთუოდ, კალციუმთან მაგნიუმის თანდალევის გამო აღებული მაგნიუმის მცირე რაოდენობები დიდ შეცდომას იძლევა და მოითხოვს განმეორების დასაწყისს.

რაკი ასეთი გზა არ შეიძლება გამართლებულად ჩაითვალოს განსაზღვრის პრონომეტრატის მხრივ, ჩვენ მივმართეთ ისეთი საშუალების გამოხატვას, რომელიც სისწრაფის, სიმარტივის მხრივ, ცხადია, სათანადო სიზუსტით განსაზღვრის პირობებში, მისაღები იქნებოდა ამ მიმართულებით, წინასწარ თეორიულ მოსაზრებათა საფუძველზე შესაძლო უნდა ყოფილიყო კალციუმოქსალატის ნალექთან ერთად, მაგნიუმის O — ოქსიქნოლინით დასაწყისი და განსაზღვრა.

ცდები შემდეგნაირად ტარდებოდა: კალციუმი - და მაგნიუმის შემცველი სხნარით ან საერთო წესით ილექებოდა კალციუმი, წინასწარ ამონიუმ ქლორიდის მიმატებით. კალციუმ ოქსალატის გამოყოფის შემდეგ, უკანასკნელის თანაობით ილექებოდა და ისაზღვრებოდა მაგნიუმი შემოთადწერილი წესით. ამ გზით მიღებული შედეგების ჩაწილი (მთელი რიგი ერთნაირი რიცხვითი შედეგებიდან) ასახულია 3 ცხრილში.

ცხრილი 3

№ №	აღებულია Mg მგ-ში	დამატებულია	დანარჯულია 0,1 NKBrO ₃	მიღებულია Mg მგ-ში	სხვაობა მგ-ში	ცდომი- ლება %, %
		C მგ-ში სახით				
1	0,2	CaCl ₂ —200,0	0,66	0,2006	0,0006	0,3
2	0,2	Ca/NO ₃ / ₂ —200,0	0,65	0,1980	0,002	1,0
3	0,5	CaCl ₂ —200,0	1,63	0,4960	0,004	0,8
4	0,5	Ca/NO ₃ / ₂ —200,0	1,64	0,4980	0,002	0,4

შედეგებიდან ირკვევა, რომ ამ ხერხით შესაძლებელი ხდება მაგნიუმის შეათედ მილიგრამების განსაზღვრა ჩატარებულ იქნას კალციუმის შედარებით დიდი რაოდენობის შეცულობის პირობებშიც კი. რაც მთავარია, განსაზღვრა ტარდება კალციუმის ნალექის თანაობით. როგორც ჩანს, განსაზღვრის სიზუსტეზე არავითარ გავლენას არ ახდენს კალციუმის დასაღველად საჭირო მანიპულაცია.

მაგნიუმის განსაზღვრა ბუნებრივ წყალხში კალციუმის თანარეობის

რიც შემთხვევებში, დანაშნულებისდა მიხედვით, ბუნებრივ წყლებში საჭიროა მხოლოდ მაგნიუმის განსაზღვრა (მაგ. მაგნეზიალური სიხისტის გაგება მაგნიუმის სულფატთან ბუნებრივ მარილ სხნარებში). არსებული მეთოდისა შესრულების მხრივ მეტად გაქიანურებულია, იმიტომ, რომ მოითხოვს კალციუმის დაცილებას, ფილტრატის აორთქლებას და სხვა. მეორეც — მცირე რაოდენობათა განსაზღვრა (მაგ. მეთად მლიგრამ.) არ იძლევა სასურველ შედეგს, ამიტომ სპტირო ხდება წინასწარ დიდი მოცულობით წყლის კონცენტრირება. შემომოყვანილი ცდების შედეგად, ჩატარებული ხელოვნურ სხნარებზე, ჩვენ საუფძველი გვექონდა ეს ხერხი გამოგვეყენებინა ბუნებრივ წყლებში მაგნიუმის განსაზღვრისათვის კალციუმიდან დაცილების გარეშე.

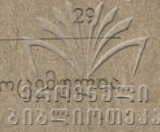
განსაზღვრის შევლელობა

წყლის ნიმუში 10—100 მგ (მოსალოდნელ მაგნიუმის რაოდენობისდა მიხედვით) პიპეტით გადააქვთ ქიმიურ ქიქაში, ემატება ამონიუმის ქლორიდი 5 მგ და დაცილების შემდეგ კალციუმის დაცილება ხდება ცხელი ამონიუმ ოქსალატით. ვაყოვნებთ რამდენიმე ხანს ნალექის დასაწდომად, რის შემდეგ ემატება $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ -ის ნარევის სხნარი 5 მგ და 0 — ოქსიქინოლინის 3-4 მგ თანდათანობით ქიქის კედელზე ჩადენიბ. რამდენიმე წუთის შემდეგ მთავრდება მიკროკრისტალური ნალექის რაოდენობითი გამოყოფა. სხნარი ნალექით ცხელდება ადულების დაწყებამდე, ადვილად ვასაფილტრი მსხვილი კრისტალური ნალექის მიღების მიზნით. სხნარი ნალექის შემოთ ყვითლად უნდა შეიფეროს, წინააღმდეგ შემთხვევაში საჭიროა დამლექი კიდევ დავმატოს.

სხნარის დაცილების შემდეგ ნალექი ფილტრება და ირეცება 2% ამიაქის სხნარით (ჩარეცება დამთავრებულად ჩაითვლება იმ შემთხვევაში, როდესაც უკანასკნელი ხანარცები სხნარი სრულებით უფერული დარჩება). ამის შემდეგ ნალექი ფილტრზე იხსნება 8—10% იან HCl -ში, ამისათვის საკმარისია 4-ჯერადი დამატება ფილტრზე შეავის (თითოეულ შემთხვევაში ახლის დამატება ხდება სრული ჩამოდენის შემდეგ). ფილტრატს, მიღესილ საცობიან შუშაში, რომლის მოცულობა ჩვეულებრივ არ აღემატება 80 მგ-ს, ემატება მეთილროტის 3-4 წვეთი და იტიტრება 0,1 N KBrO_3 -ის სხნარით წითელიდან აშკარა ყვითელ შეფერვის მიღებამდე. ამის შემდეგ დავმატება კრისტალის სახით KI ერთ გრამამდე და გამოყოფილი იოდი იტიტრება 0,1 N ჰიპოსულფიტის სხნარით¹, რექციის ბოლოს სახამებლის გამოყენებით. პირველ გატიტრისას დახარჯული KBrO_3 -ის მოცულობას და უკუტიტრაციაზე წასული ჰიპოსულფიტის სხნობა არის რექციაში შესულ 0,1 N KBrO_3 -ის მოცულობა. გამოანგარიშება ხდება შემომოყვანილ მსჯელობის საფუძველზე.

ამ მეთოდით ჩვენ მიერ ჩატარებულ იქნა განსაზღვრა ბუნებრივ წყლებში, რომელშიდაც მაგნიუმი წინასწარ განსაზღვრულ იქნა კლასიკური

¹ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -ის ტიტრის დამყარება KBrO_3 -ზე ხდება.



წონითი მეთოდით კალციუმის მოცულების შემდეგ შედეგები მოცემულია 4 ცხრილში.

ცხრილი 4

№№	წყლის დასახელება	აღებულა საანალიზოდ მლ	დახარჯულია $0,1N KBr O_3$ მლ	მიღებულია Mg მგ ში	მიღებულია Mg 1 ლ. წყალში მგ-ში
1	მლაშე წყალი (ჩხარის რ-დან)	50	15,2	4,6208	92,416
2	"	70	21,43	6,517	93,1
3	"	100	30,7	9,233	92,33
4	"	200	მიღებულია წონით		91,75
5	ნასაქირადი (დაყოფილი)	70	1,8	0,5433	7,81
6	"	100	2,56	0,7782	7,782
7	"	500	მიღებულია წონით		7,36

მიღებული შედეგებიდან ჩანს აღწერილი წესით ბუნებრივ წყლებში მაგნიუმის განსაზღვრის შესაძლებლობა.

ექსპერიმენტული ნაწილის დამუშავებაში მონაწილეობდა ლაბორანტი ვ. ხაჩიშვილი.

დასკვნები

0 — ოქსიქინოლინის გამოყენებით მოწოდებულია მაგნიუმის განსაზღვრის მეთოდი კალციუმის თანაობით. თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ პრაქტიკაში გამოყენებული მეთოდები მოითხოვენ კალციუმის წინასწარ დაცილებას, რაც დაკავშირებულია დიდ დროსთან, ხოლო კლასიკური წონითი მეთოდი კი, გარდა ამისა, სხვა ანალიზური მანიპულაციებით ძალზე გახანგრძლივებულია, მოწოდებული მეთოდი შეიძლება უპირატესად იქნას გამოყენებული. განსაკუთრებით კი ანალიზის ისეთ შემთხვევებში, როდესაც კალციუმის განსაზღვრა არ არის განზრახული. კალციუმის 100-ჯერადი რაოდენობით შემცველობის (მაგნიუმის მიმართ) ბირობებში განსაზღვრა მისაღებ შედეგებს იძლევა.

აღნიშნული მეთოდი წარმატებით შეიძლება გამოყენებულ იქნას ბუნებრივ წყლებში მაგნიუმის განსაზღვრისას. უპირატესობა კლასიკური წონით მეთოდთან: განსაზღვრისათვის საჭირო დროის მნიშვნელოვანი ეკონომია, მაგნიუმის მცირე რაოდენობათა (მილიგრამის მეათედების) განსაზღვრის შესაძლებლობა, სიმარტივე და შედარებით დასაშვები განსაზღვრის სიზუსტე.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ანალიზური ქიმიის კათედრა

В. Л. Хухия

Объемное определение магния в присутствии кальция

(Резюме)

Обычные в химическом анализе методы определения магния применяются после предварительного отделения кальция. Процедура, связанная с последним, и дальнейшая обработка фильтрата для определения в ней магния, слишком усложняет ход и удлиняет время необходимое для определения, не говоря уж о том, что само по себе определение магния классическим методом занимает много времени. На практике нередко имеются случаи необходимости определения магния в присутствии кальция, и ясно в таких случаях хронометраж определения становится совершенно неприемлемым.

К настоящему времени опубликовано несколько работ, касающихся объемного определения магния с предварительным отделением и без отделения кальция. Следует однако отметить, что предложенные методы не привились в практике химического анализа.

Автор, используя оксихинолиновый метод Berg-a, применил его для определения малых количеств магния в присутствии кальция.

Рекомендуемый способ определения заключается в следующем: к анализируемому раствору добавляется 5 мл. хлорида аммония, и после нагревания кальций осаждается горячим раствором оксалата аммония. После отстаивания осадка к раствору (с осадком) на холоду добавляется 5 мл. аммиачного раствора хлорида аммония и спиртовый раствор — 0 — оксихинолина в объеме 3-4 мл.; последнее приливается из пипетки медленно по стенкам сосуда. Через несколько минут заканчивается количественное выделение микрокристаллического осадка 0 — оксихинолита магния. Для получения крупно-кристаллической, хорошо фильтруемой формы осадка, раствор нагревают до кипения (если раствор над осадком не имеет желтой окраски, что указывает на недостаточность прибавленного осадителя, — то в таком случае прибавляют в один прием реактива до ясно желтой окраски). После охлаждения осадок фильтруется и промывается 2% раствором аммиака до полного исчезновения окраски в фильтрате.

Осадок на фильтре растворяется 8—10% соляной кислотой (достаточно 4-х-кратное добавление на фильтре). К фильтрату, не более 80 мл. в стеклянке с притертой пробкой, прибавляется 3-4 к. метилрота и титруется 0,1 N броматом калия до перехода красной окраски в ясно-желтую. После чего вносится иодид-калия (в кристаллах) и вы-



დელივშია პოდ ტიტრუეტა 0,1 N ტიპოსულფიტომ, ს პრინენენმა პოქი-
მააა ვ კონდე რეაქციი. 1 მლ. 0,1 N ბრომატა კალია—0,000304 გრ. მაგნია.

Контрольные опыты, проведенные со стандартными растворами сульфата магния, в присутствии стократного количества кальция, а также определения магния в природных водах по предлагаемому способу, показали результаты сходные с классическим весовым методом. Преимущество перед весовым методом: быстрота определения, воспроизводимость при определении малых количеств (десятые доли мг.), при, почти, одинаковых точностях. С особым преимуществом метод может быть применен в случаях, определения одного магния, в присутствии кальция.

პრ. ჯანაშვილი

კავკასიის თეთრყელა კვერნის (MARTES FOINA NEHRINGI SAT.) გამრავლების საკითხისათვის

არსებულ ლიტერატურულ წყაროებში არა მარტო კავკასიის თეთრყელა კვერნის (M. f. nehringi Sat.), არამედ საერთოდ თეთრყელა კვერნის არცერთი ვარიაციის გამრავლების შესახებ ამომწურავი ცნობები არ მოგვეპოვება და ის, რაც არის, ხშირად ერთი-მეორის საწინააღმდეგოა და სიმართლეს დაშორებული.

კავკასიის ფაუნის ცნობილი მკვლევრების სატუნინისა (13, 14) და დინიკის (7) ვადმოცემით ამიერკავკასიის პირობებში თეთრყელა კვერნის გამრავლების შესახებ ცნობები არ მოგვეპოვება. ასეთსავე აზრს გამოთქვამს მარკოვიც (10, 11). ვერ იძლევიან საჭირო ცნობებს თეთრყელა კვერნის გამრავლების შესახებ აგრეთვე ოგნევი (12), ბრემი (3, 4), ბუტურლინი (5), ჰააკე (6), კორნიში (8), სტარკოვი (15). იურგენსონის (16) თქმით ცნობილია მხოლოდ ორი შემთხვევა, „როდესაც თეთრყელა კვერნის შეუღლება ხდებოდა ერთი — 6 ივნისს და მეორე — 15 ივლისს“. ამის მეტს ხსენებული ავტორი თეთრყელა კვერნის გამრავლების შესახებ არაფერს მოგვითხრობს.

ჩვენ მიერ, თბილისის ზოოპარკის პირობებში, მთელი რიგი წლების (1931—35) განმავლობაში კავკასიის თეთრყელა კვერნის (M. f. nehringi) მძუნაობის პერიოდის და მკვლელობის ხანგრძლივობის დადგენის მიზნით ჩატარებულ იქნა ექსპერიმენტები, რომელთა შედეგადაც კავკასიის თეთრყელა კვერნის (და საერთოდ თეთრყელა კვერნების ყველა ვარიაციის) მძუნაობის პერიოდი და მკვლეობის ხანგრძლივობა გამორკვეულად მიგვაჩნია.

კავკასიის თეთრყელა კვერნის აღწერა ჩვენ აქ არ მოგვყავს, რადგანაც იგი საკმაოდ დაწვრილებით აღწერილი აქვთ მთელ რიგ ავტორებს (7, 12, 13, 16, 17).

წარმოდგენილ შრომაში ჩვენ შევეხებით მხოლოდ თეთრყელა კვერნის გამრავლების საკითხის გამორკვევის მიზნით თბილისის ზოოპარკის პირობებში ჩატარებული ექსპერიმენტების მსვლელობასა და მათ შედეგებს.



საექსპერიმენტოდ 1931 წლის იანვარში ჩვენ მიერ ცალკე-ცალკე გამოყოფილ იქნენ ერთი ხვალი და ერთიც ძუ კავკასიის თეთრყელა კვერნა, რომლებზედაც ვაწარმოებდით ყოველდღიურს დაკვირვებას.

საცდელი ობიექტების გაერთიანება, შეუღლების მიზნით, დავიწყეთ მაისის ბოლო რიცხვებიდან, მაგრამ მათ შორის პირველი შეუღლება მხოლოდ 25 ივლისს მოხდა (ტაბულა № 1). ამის შემდეგ coitus-ი ხდებოდა ყოველდღე 31 აგვისტომდე ჩათვლით (ტაბულა № 1). შემდეგ 10 დღის განმავლობაში შეუღლება აღარ მომხდარა, მიუხედავად იმისა რომ ცდებს იმავე წესით განვაგრძობდით, და, რადგანაც ამ ხანში ძუ ხვადს, ახლო არ იკარებდა, ისინი ერთი-მეორეს საბოლოოდ დავაცილეთ.

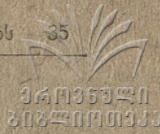
ძუსა და ხვადს საერთო ვოლიერში ვათავსებდით ხოლმე დღე-ღამის განმავლობაში სხვადასხვა დროს, მაგალითად, დილით (6—9 საათზე), შუადღისას (12—15 ს.), საღამოს (19—22 ს.) და ა. შ. საერთო ვოლიერში კვერნები, ჩვენი უშუალო მეთვალყურეობის ქვეშ, რჩებოდნენ თითოეულ ჯერზე 5—5 საათის განმავლობაში. ცდის შემდეგ ძუსა და ხვადს ერთმანეთისაგან ვაცალკევებდით და ცალკე-ცალკე ვოლიერში ვტოვებდით ცდის შემდეგ სენსამდე, რითაც თავიდან ვიცდენდით ჩვენი მეთვალყურეობის გარეშე მათი შეუღლების შესაძლებლობას. Coitus-ი ხშირად ცდის დაწყებიდან 1-2 საათის შემდეგ და დღე-ღამეში ერთხელ, იშვიათად ორჯერ და უფრო იშვიათად სამჯერ ხდება. Coitus-ი მთავრდება გადაკლიტვით, რაც სხვადასხვა ხანგრძლივობისაა (ტაბულა № 1). გადაკლიტვა იმდენად ხანმოკლეა, რამდენადაც იგი ხშირად ხდება ერთი დღე-ღამის განმავლობაში, ხოლო წინააღმდეგ შემთხვევაში უფრო ხანგრძლივი.

თეთრყელა კვერნებს შორის შეუღლება უფრო სწრაფად ხდება იმ შემთხვევაში, თუ ძუ ხვადის ბინაში გადაგვყავს, ვიდრე პირობა შემთხვევაში. როდესაც ხვალი ძუს ვოლიერში გადაგვყავს, მაშინ იგი დიდ დროს ანდომებს ახალი გარემოს „გაცნობას“: ისუნება, დიდ ხანს დარბის და შემდეგ კი ყურადღებას აქცევს ძუს. ასე იქცევა ხვალი იმ შემთხვევაშიც, თუ ცდა ერთი დღის განმავლობაში რამდენჯერმე მეორდება. მაგრამ როდესაც ძუ ხვადის ბინაში გადაგვყავს, მაშინ ეს უკანასკნელი პირველ შეხვედრისთანავე ცდილობს ძუს დაუფლებას, თუმცა coitus-ი შეიძლება დაგვიანებითაც მოხდეს.

ჩვენ მიერ ჩატარებული ცდების შედეგად თეთრყელა კვერნა დამაკებული აღმოჩნდა, რისი დამადასტურებელია ის ფაქტი, რომ გაზაფხულზე (1932) ძუმ შობა ორი უსუსური შვილი (ტაბულა № 1). ცხადია, კვერნა დამაკდა მხოლოდ ჩვენი ცდების პერიოდში — ზაფხულში, რადგან სხვა დროს იგი განცალკევებულად იმყოფებოდა.

შემდგომი ექსპერიმენტები თეთრყელა კვერნის გამრავლების საკითხის დაზუსტების მიზნით ჩავატარეთ 1932, 1933, 1934 წლებშიც.

ქვემოთ მოყვანილია ტაბულა (№ 1), რომლიდანაც ჩანს კავკასიის თეთრყელა კვერნის შეუღლების დასაწყისი, coitus-ისა და მკეობის ხანგრძლივობა, წლების მიხედვით.



ტაბულა № 1

შეუღლების თარიღი, ციფრისა და მაკეობის ხანგრძლივობა

თეთრყელა კვერნის სახეცვლილება	ასაკი (წლებში)	შეუღლების დაწყება	შეუღლების		ციფრის ხანგრძლივობა (წლებში)	შეუღლების დასრულება	შეუღლების თარიღი	დაბადებულითა რაოდენობა		მაკეობის ხანგრძლივობა დღეებში		
			თარიღი (თვე და რიცხვი)	ღარი ხანგრძლივობა				♂	♀	შეუღლების პირველი დღიდან	შეუღლების ჯვანაკნის დღიდან	საშუალოდ
„მართა“	2 1/4	23. V 1931	23. VII	21,02	45	10. VIII 1931	25. III 1932	1	1	245	239	242
			26 „	9,10	80							
			27 „	14,0	75							
			28 „	11,50	65							
			29 „	8,12	100							
			30 „	—	—							
			31 „	17,20	25							
„მართა“	3 1/4	8. V 1932	27. VII	6,15	75	6. VIII 1932	1. IV 1933	1	1	249	242	245
			27 „	15,30	20							
			27 „	20,20	20							
			28 „	9,15	97							
			29 „	20,40	48							
			31 „	16,20	70							
			1. VIII	8,50	45							
2 „	9,25	62										
„მართა“	4 1/4	17. V 1933	20. VIII	8,10	88	4. IX 1933	22. IV 1934	1	1	247	242	244,5
			22 „	17,40	75							
			24 „	16,00	89							
			26 „	9,17	95							
„მართა“	5 1/4	27. V 1934	2. VI	12,50	48	18. VIII 1934	—	—	—	—	—	—
			4 „	7,35	42							
			6 „	9,04	35							
			8 „	14,15	42							
			11 „	17,30	34							
შავროთ საშუალო										247	241	244

მოცემული ტაბულიდან ნათლად ჩანს, რომ კავკასიის თეთრყელა კვერნის მაკეობის ხანგრძლივობა 239—249 (საშუალოდ 243—244) დღეებზე აღწევს, რაც ეწინააღმდეგება მონაცემებს მთელი რიგი ავტორებისას (1, 3, 6, 7, 12, 13, 14), რომელნიც თეთრყელა კვერნის მაკეობის ხანგრძლივობად 1 1/2—2 თვესა სთვლიან.



ჩვენივე მონაცემებით დასტურდება, რომ კავკასიის თეთრყელა კვერნის მძუნაობა ხდება ზაფხულობით და არა ზამთრობით, როგორც ამას უსწავთოვანი მკვლევარი (1, 3, 6, 7, 12, 13, 14) აღნიშნავს.

ამ უკანასკნელთა მოსაზრების უსაფუძვლობის დასადასტურებლად ჩვენ მიერ თბილისის ზოოპარკში ჩატარებულ იქნა სათანადო ცდები 1934 წლის ზამთარში (იანვარსა და თებერვალში). ამ ხანში ჩვენ 30-ჯერ, დღის სხვადასხვა დროს და სხვადასხვა ხანგრძლივობით (2—5 საათი დღელამეში), ძუსა და ხვად თეთრყელა კვერნას ვაერთიანებდით საერთო ვოლიერში, მაგრამ ამ ცდების მთელ პერიოდში კვერნები არც ერთხელ არ შეუღლებულან, მიუხედავად იმ მოვლენისა, რომ ხვადი გამაღებით სდევდა შესაუღლებლად ძუს, მაგრამ ეს უკანასკნელი ხვადს ძლიერი ყვირილითა და, ხშირად, კბენით იგერიებდა.

გარდა იმისა, რომ ზამთრის პერიოდში ძუ ხვადს არ იკარებს, კვერნების შეუღლება ზამთარში შეუძლებელია, სეზონურად მათი სასქესო ორგანოების თავისებური ანატომიური მდგომარეობის გამო.

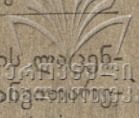
თეთრყელა კვერნის სათესლეები შემოდგომის პირველი ნახევრიდან (ოქტომბრის დასაწყისი) ზამთრის დამლევამდე მეტად მცირე ზომისაა და თითოეული მათგანის საერთო ზომა არ აღემატება შეინდის კურკისას (ცოცხალ ეგზემპლარებზე ზუსტი განაზომების მოცემა შეუძლებელია). ვაზაფხულის დაწყებისთანავე, ზოგჯერ კი, თუ თბილი კლიმატური პირობებია, ზამთრის მიწურულიდან, იწყება სათესლეთა სწრაფი ზრდა და მათის ბოლო, ზოგჯერ შუა, რიცხვებში თითოეული მათგანი თბილის გულის ზომას აღწევს; ამ დონეზე სათესლეები რჩებიან მთელი ზაფხულის განმავლობაში, ხოლო სექტემბრიდან იწყება მათი შემცირება და მინიმუმს ოქტომბერში აღწევს.

ასეთსავე მოვლენას ვამჩნევთ ძუს გარეგან სასქესო ორგანოშიც, რომელიც შეუშინეელია შემოდგომის მეორე ნახევარსა და ზამთარში, ზამთრის დამლევს იგი ძლიერ „სივდება“ და მშობიარობის წინა დღეებში მაქსიმუმს აღწევს. მარტსა და აპრილში იგი სწრაფად კლებულობს ზომაში, შემდეგ კვლავ იზრდება და მაქსიმალურ ზომას აღწევს ივლისში, ამ დონეზე რჩება აგვისტოს ბოლომდე, რის შემდეგ იგი კვლავ მცირდება და მინიმუმს აღწევს ოქტომბრის შუა რიცხვებში; ამ დონეზე რჩება ზამთრის დამლევამდე.

სათესლეთა ზრდა და შემცირება გამოწვეულია მათში სპერმატოგენეზის მიმდინარეობისა და დამთავრებისაგან. ძუს გარეგანი სასქესო ორგანოს ზრდა და შემცირება დამოკიდებულია სასქესო ორგანოებში ოვოგენეზის მსვლელობისა და დამთავრებისაგან. ამნაირად, თუ ვიმსჯელებთ გარეგანი სასქესო ორგანოების სეზონური ანატომიური ცვლილების მიხედვით, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ზამთარში ამ ცხოველების სასქესო ორგანოებში არ ხდება არც სპერმატოგენეზი და არც ოვოგენეზი.

ყოველივე ზემოთ ნათქვამის მიხედვით ვასკვნით, რომ თეთრყელა კვერნების მძუნაობა ზამთრობით არა ხდება და არც შეიძლება მოხდეს.

ზამთრობით ხვადის მიერ ძუს უკან დევნა, რასაც ადგილი აქვს როგორც ბუნებრივს, აგრეთვე ტყვეობის პირობებში, სტოვებს მძუნაობის ყალბ შთაბეჭდილებას; ამ მოვლენას ზოგიერთი ავტორები (9) უწოდებენ „ცრუ დევნას“, რაც



გამოწვეულია იმით, რომ ზამთრის პერიოდში კვერნის ჩანასახი გამოდის კვერნის ტური სტადიიდან, რაც კვერნისნაირთა უმრავლესობის ჩანასახის განვითარებისთვისაა დამახასიათებელი, და დედლის სასქესო ორგანოებში იწყებს დიდი რაოდენობით გამოყოფას ენდოკრინულ ნივთიერებათა, რომელთა ნაწილი გამოდის გარეთ შარდთან ერთად (9). ხედავს სუნავს ამ ნივთიერებებით გაჟღენთილ შარდს, შოდის სქესობრივს ექსტაზში და იწყებს ძუს უკან დევნას, მაგრამ შეუძლებელია არ ხდება ზემოთ აღნიშნული მიზეზების გამო.

აღსანიშნავია, რომ 1935 წელს კვერნის თაობა არ იქნა მიღებული; მიუხედავად იმისა, რომ 1934 წლის ზაფხულში ძუ მრავალჯერ შეუძლდა ხვადთან (ტაბულა № 1), იგი მაინც გაუნაყოფიერებელი დარჩა.

როგორც აღნიშნავს მანტეიფელი (9), მცირე ზომის ცხოველებში (კვერნა, სიასამური, ქრცვინი და სხვ.) ხანმოკლე coitus-ი ეფექტს არ იძლევა.

იგივე ავტორი (9) აღნიშნავს, რომ ქრცვინებს (Putorius) ხანგრძლივი coitus-ის გარეშე ფოლიკულებიდან საშვილოსნოში კვერცხი არ ჩამოსდით, რის გამოც განაყოფიერება არ ხდება.

ჩვენც ვფიქრობთ, რომ ასეთსავე მოვლენას ადგილი აქვს თეთრყელა კვერნაშიც და, ამ ცხოველმა რომ 1935 წელს შთამომავლობა არ მოგვცა, ეს შეიძლება აიხსნას იმით, რომ 1934 წელს იგი ვერ დამაკლა coitus-ების ხანმოკლეობის გამო (ტაბულა № 1).

თეთრყელა კვერნები თვალაუხილავნი იბადებიან. თვალებს ახელენ 35-36 დღეზე.

ახლად დაბადებულთ იმდენად ნაზი და მოკლე-თმიანი საფარველი ახასიათებთ, რომ ერთი შეხედვით ცხოველი ტიტველსა ჰგავს. თმიანი საფარველი სწრაფად ეზრდება.

ახლად დაბადებულის ზურვის მხარე ნაცრისფერია და მურა ელფერი გადაჰკრავს, მუცლის მხარე — მოვარდისფერია.

კვერნები მცირე ზომა-წონისანი იბადებიან. ქვემოთ მოყვანილ ტაბულაში მოცემულია ერთი დღის ასაკის კვერნათა განზომებები და წონები (ტაბ. № 2)

ტაბულა № 2

ერთი დღის ასაკის თეთრყელა კვერნების განზომებები და წონები

კვერნის ნომერი	სქესი	დაბადების თარიღი	სიგრძე (მ/მ)			წონა (გრამებში)	შენიშვნა
			საერთო	ტანის	კუდას		
1	♂	25. III. 32	138	106	32	23,55	
2	♀	"	133	102	31	23,00	
3	♂	1. IV. 33	136	104	32	23,50	
4	♀	"	135	103	32	23,20	



ერთ ყრაზე კვერნების შვილების რაოდენობის შესახებ მკვლევარმა სსკვ-დასხვა აზრს გამოსთქვამენ. ზოგიერთი ავტორის (7, 8, 16) გადმოცემით თეთრ-ყელა კვერნა ერთ ჯერზე შობს 2—6 შვილს, ხოლო ზოგის (2) დასტურით თეთრყელა კვერნა 2—8 შვილს შობს ერთ ყრაზე. ჩვენი მონაცემები ზემოხსენებულ ავტორებისას ეწინააღმდეგება.

ჩემ მიერ გამოკვლეული და შესწავლილია კავკასიის თეთრყელა კვერნის 12 ბუდე (9 ბუნებრივს პირობებში და 3 ზოობარკში) და ყოველთვის თითოეულ ბუდეში მხოლოდ ორ-ორი შვილი იყო აღმოჩენილი. ჩემი აზრით, მონაცემები ზემოთ აღნიშნული ავტორებისა, რომელნიც უმთავრესად ემყარებიან მონადირეთა და სხვა უცხო პირთა გადმონაცემებს და არ იძლევიან პირად დაკვირვებებს, თუ ყალბი და გადაჭარბებული არაა, ყოველ შემთხვევაში, უკიდურეს გამოზნაკლისად უნდა მივიჩნიოთ. სინამდვილეში კავკასიის თეთრყელა კვერნის შვილების რაოდენობა ერთ ყრაზე არ აღემატება 2-3 ცალს.

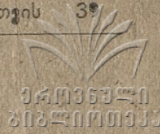
აქვე უნდა დავუმატოთ, რომ ზოგიერთ ავტორს (2) მოჰყავს ცნობები თეთრყელა კვერნის წლის განმავლობაში ორჯელ გამრავლების შესახებ. ჩვენ ამ საკითხის კრიტიკა ზედმეტად მიგვაჩნია, რადგანაც ცხადია, რომ ცხოველი, რომლის მაკეობის ხანგრძლივობა რვა თვეს აღემატება, წლის განმავლობაში გამრავლდება ერთხელ.

ჩვენ მიერ ჩატარებული ზემოაღნიშნული ექსპერიმენტებიდან შესაძლებელია მივიღოთ შემდეგი დასკვნები:

1. კავკასიის თეთრყელა კვერნის მქუნაობა მიმდინარეობს ზაფხულის (ივლისი—აგვისტო) თვეებში;
2. მაკეობის ხანგრძლივობა აღწევს 239—249 (საშუალოდ 243—244) დღეს;
3. სათესლე ჯირკვლებში სპერმატოგენში მდმდინარეობს მხოლოდ ზაფხულობით (ივნისი—აგვისტო);
4. ახალი თაობა იზადება გაზაფხულზე (მარტი—აპრილი);
5. ზამთარში (იანვარი—თებერვალი) მქუნაობას აღგილი არ აქვს;

სტალინის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ხერხემლიანთა ზოოლოგიის კათედრა

(შემოვიდა რედაქციაში 1942. XII. 2).



А. Г. Джанашивили

К вопросу о размножении кавказской куницы-белодушки (*Martes foina nehringi* sat.)

(Резюме)

В существующей литературе о куницах до сих пор остается нерешенным вопрос о размножении куниц-белодушек и, зачастую, встречаем, противоречивые данные разных авторов.

Статья наша касается вопроса о размножении кавказской куницы-белодушки. Автор путем экспериментов, проведенных на экспонатах Тбилисского Зоопарка (1931—1935 г.г.), наблюдений в природных условиях и анализа литературных данных приходит к следующим основным выводам:

1. Течка у кавказской Куницы-белодушки наступает летом (июль-август).
2. Продолжительность беременности достигает 239—249 (в среднем 243—244) дней.
3. Сперматогенез проходит только летом.
4. Молодняк появляется в марте—апреле.
5. Случка зимой никогда не наблюдается.

ლიტერატურა

1. А. Бихнер, Млекопитающие. СПб. 1906.
2. Э. К. Брандт, Популярная зоологическая энциклопедия. СПб. 1890.
3. А. Брем, Жизнь животных, т. I. СПб. 1893.
4. A. Viehm, Tierleben. Bd. XII. Leipzig. 1922.
5. Бутурлин, Настольная книга охотника М. 1930.
6. В. Гааке, Животный мир, его быт и среда, т. т. I и II. СПб. 1901-1902.
7. Н. Я. Динник, Звери Кавказа, ч. I и II. Тифлис. 1914.
8. Ч. Корняш, Жизнь животных в фотографиях с природы, т. I. М.
9. П. А. Мантейфель, Соболь. М. 1934.
10. Е. Л. Марков, Лагодехский заповедник. Тбилиси. 1938.
11. Е. Л. Марков, Охотничье хозяйство Закавказья. Тифлис. 1934 г.
12. С. И. Огнев, Звери Восточной Европы и Северной Азии, т. II. М. 1931.
13. К. А. Сатуни, Млекопитающие Кавказского Края, т. I. Тифлис. 1913.
14. К. А. Сатуни, Млекопитающие Талыша и Мугани: Изв. Кавк. Музея, т. II, вып. 2-4. Тифлис. 1901-1906.
15. И. Д. Старков, Разведение куниц. М. Л. 1940.
16. Юргенсон, Куница. М. 1932.
17. აბნ. ჯანაშვილი, კავკასიის თეთრყელა კვერნა (ბელნაწერი). თბილისი. 1937 (სტალინის სახ. თ. ს. უნივერსიტეტის ფუნდამენტალური ბიბლიოთეკა).

И. Беритов и Ш. Калабегашвили

О СЛЮННОЙ СЕКРЕЦИИ ПРИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯХ ПИЩИ

Во время индивидуального пищевого поведения, направляемого психонервным процессом представления или воспроизведенной зрительной картиной местонахождения пищи, животное (собака, кролик, курица) производит определенный ряд движений, целесообразно направленных к овладению пищей, преодолевая всеми доступными для животного способами старые и новые препятствия, которые могут оказаться по пути к достижению пищи. Мы показали, что достаточно животному (птицы и млекопитающие) даже один раз поесть и увидеть пищу в каком-либо необычном месте, чтоб это место стало для него обычным, которое будет потом посещаться много раз в целях добывания пищи. Мы выяснили, что у животных это индивидуально приобретенное поведение направляется воспроизведенной психонервной деятельностью, двигательная активность которой определяется психо-нервными элементами, отвечающими присутствию или отсутствию пищи, количеству пищи, расположению ее во внешней среде, тем путям, которые ведут к местоположению пищи и, наконец, состоянию самого психонервного элемента в связи с течением времени после пробы или показа пищи (Беритов 1). Мы показали также, что на основании воспроизведенного психонервного процесса животное не только направляется к пище и стремится овладеть ею, но и перестает стремиться к ней, отходит, отворачивается от нее. Это бывает в тех случаях, если после одного или нескольких посещений пища не оказывается на месте или если она находится в недоступной форме: она закрыта непреодолимым препятствием. Мы выяснили, что в этих случаях мы имеем дело с возникновением нового индивидуального поведения, направляемого психонервной деятельностью, воспроизводящей картину непреодолимых препятствий для достижения ее (Беритов 1).

В настоящей работе нас интересовал вопрос, во время той или другой формы индивидуального пищевого поведения как ведут себя слюнные железы: иначе говоря, психонервная деятельность при пред-

ставлении о пище может ли активировать ответные слюнные потоки в коре большого мозга и вызвать слюнную секрецию и, затем, психо-нервная деятельность при представлении об отсутствии или недоступности пищи в состоянии-ли прекратить слюнную секрецию, уже начатую первым путем.

Для выяснения этого вопроса мы брали собак со слюнной фистулой, главным образом, околушной железой; обычным способом — менделеевский замазкой укрепляли на выходе слюнного протока воронку с градуированной пробиркой и наблюдали за количеством выделяемой слюны при разных условиях опыта.

Опыты производились в разное время в течение 1938—1941 года на трех собаках: Ломи, Тарзан и Рыжа. Все эти собаки и раньше были в лабораторной работе, но опыты, которые ставились на них, были другого характера.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ

А. Положительная реакция на вид и запах предлагаемой пищи

Прежде чем ставить на собаках поведенческие опыты, мы выяснили на них характер слюнной секреции как при еде, так и при виде и запахе той или другой пищи. Мы пробовали свежий хлеб, мясо, сухарный порошок и мясосухарный порошок и нашли, что наиболее выгодной для нас пищей является мясосухарный порошок (смесь из 40% мяса, 60% хлеба), ибо собаки кушали охотно такой порошок и выделяли при этом большие количества слюны.

Мы после этого занялись установлением характера слюнной секреции на вид пищи — мясосухарного порошка. Оказалось, что „Рыжа“, „Ломи“ и „Тарзан“ выделяют разное количество слюны на вид и запах мясосухарного порошка при совершенно одинаковых условиях опыта.

В этих опытах собаки стояли в станке в лямках. Они могли продвинуться вперед головой только на два десятка сантиметров. Порошок в миске в количестве 50—100 гр ставился перед собакой на таком расстоянии, чтобы они не могли достигнуть ее. Она видела и нюхала пищу. Экспериментатор стоит тут-же, следя за поведением собаки и за выделением слюны.

Мы испытали на „Рыже“ мясосухарный порошок сперва на расстоянии; мы поставили миску с порошком перед головой, но так, что она не могла ее захватить. „Рыжа“ отнеслась к порошку как совершенно знакомой пище: она устремленно глядит на пищу, безостановочно тянется к ней в течение 2,5 минуты. При этом выделяет за три минуты значительное количество слюны — 1,8 куб. см. Это количество только 2-3 раза меньше того, какое обычно выделяется за то-же время при съедании 50—100-граммов порошка (протокол 1).

Это наблюдение показало, что для собаки мясосухарный порошок оказался если не по виду, так по запаху совершенно знакомой съедобной пищей. После этой пробы в течение многих дней мы давали „Рыже“ мясосухарный порошок по несколько раз в день. Но мы не заметили, чтобы реакция собаки на вид и запах порошка усилилась. Она каждый раз тянулась к ней и каждый раз выделяла слюну в количестве 1,0—2,0 куб. см. (протокол 2). Отсюда следует заключить, что двигательная и секреторная реакции животного на вид мясосухарного порошка были вполне сформированы и укреплены на основании его прошлого индивидуального опыта.

Протокол 1. Собака „Рыжа“. 25. III. 41. Первый день опыта с мясосухарным порошком. Раньше она не ела ни сухарного порошка, ни мясосухарного. Предлагается 50 гр. в миске. Пища показывается 3 мин. Слюна собирается за 3 минуты.

Порядок	Время подачи	Характер воздействия на собаку	Колич. слюны / в куб. сант.	Примечание
1	0'	Показывается порошок 50 гр	1,8	Все время пытается овладеть пищей
2	8'	Дается кушать 50 гр порошка	4,0	Ест жадно. Проедает в 2 мин.
3	25'	Показывается порошок 50 гр	1,0	Усиленно пытается овладеть пищей

На „Ломи“ мы испытали показ мясосухарного порошка после двухкратной еды порошка. Он после этого выделял на вид порошка больше количество слюны — 1,8 куб. см. за 5 мин. На этой собаке выжидали 5 мин., но секретия заканчивалась обычно еще за первые 1-3 минуты. Впоследствии в течение 7 дней мы давали ей мясосухарный порошок 20 раз и много раз пробовали показ его и всегда она выделяла слюну в том же изобилии 1,9—2,0 куб. см. за 5 минут. Как „Рыжа“, она каждый раз глядела на пищу устремленно, тянулась к ней с открытым ртом и даже двигала передней лапой, чтобы завладеть.

В аналогичных условиях мы испытали мясосухарный порошок на „Тарзане“. Несколько опытов мы провели с сухарным порошком. Мы предложили „Тарзану“ сухарный порошок еще раньше, чем он его поел. В миске было 100 гр. порошка. Собака смотрит на нее в самом начале, но не тянется к ней, скоро отворачивается. За 3 мин. выделилось 0,2 куб. см. слюны. Когда мы дали кушать его, она ела медленно, неохотно. Но за 3' выделилось очень большое количество слюны — 5,3 куб. см. После этого в течение 6 дней много раз давали кушать сухарный порошок и много раз пробовали показывание пищи на близ-



ком расстоянии, но каждый раз слюна выделялась мало на, и собака смотрела на пищу или тянулась к ней только в самом начале (протокол 2).

Можно было подумать что вообще слабая слюнная секреция на вид сухарного порошка зависела от того, что сам сухарный порошок не являлся приятной пищей. Мы потому испытали также мясосухарный порошок, который собака ест довольно охотно. На вид мясосухарного порошка собака „Тарзан“ выделила опять таки очень мало слюны — всего 0,2—0,3 куб. см. и опять таки она не тянулась к нему и даже глядела на него всего несколько секунд. Так было при первой пробе, и спустя много дней, когда уже собака много раз ела мясосухарный порошок.

Однако, это еще не означает, что вообще собака „Тарзан“ не способна на вид пищи выделить больше слюны. Она тоже может выделить больше слюны, например, 0,8—1,2 куб. см., но в таких случаях все поведение собаки другое: она устремленно глядит на пищу, тянется к ней в течение одной или двух минут (протокол 3).

Протокол 2. 11. III. 1941. Собака „Тарзан“. Стоит в станке в лямках. Первый день опыта с сухарным порошком. Пища показывается в миске в течение 3 минут и слюна собирается в течение этого же времени.

Порядок опыта	Время подачи	Характер воздействия на собаку	Колич. слюны в куб. см.	Примечание
1	0'	Показывается пища 100 гр порошка	0,2	Глядит только в начале 10"
2	10'	То же самое	0,2	" " "
3	15'	Дается кушать 100 гр порошка	10,5	В первые 3 мин. выделялось 5,3 куб. см. в следующие 3 мин. — еще 5,2 куб. см. Ест неохотно. Не дос- даст до конца, остав- ляет — 20 гр
4	25'	Показывается порошок 100 гр.	0,25	Глядит в начале 10 сек.



Протокол 3. 25. III. 1941. Собака „Тарзан“. Стоит в ящиках. Первый день пробы с мясосухарным порошком. Порошок вызывается в течение 3 минут.

Порядок опыта	Время подачи	Характер воздействия на собаку	Колич. слюны в куб. см.	Примечание
1	0'	Показывается порошок 50 гр	1,0	Глядит пристально на порошок в теч. 1,5 мин.
2	6'	То-же	0,8	Глядит пристально в теч. минуты
3	11'	Дается кусать порошок 50 гр	5,8	Ест быстро, заканчивает еду в 1,5 мин.

Итак, вид знакомой пищи вызывает слюнную секрецию не в одинаковой степени у всех собак. Он вызывает больше или меньше слюны. Но каждый раз это стоит в связи с общей направленностью животного к пище: чем дольше глядит собака на пищу, чем больше тянется к ней и пытается завладеть пищей, тем больше выделяется слюны.

В. Отрицательная реакция при виде и запахе недоступной пищи

Как известно, вид пищи является довольно активным сигналом к выделению слюны и принято считать слюнную секрецию на вид пищи индивидуальным или условным рефлексом (Бабкин 2). Но вид пищи действует таким образом не долго. Слюна выделяется в основном в первую минуту, пока собака активно глядит на нее и тянется к ней. Обычно, когда показывали пищу, держа ее в руках перед носом и глазами собаки, она скоро переставала тянуться к ней и даже смотреть на нее. Собака „Рыжа“ и „Ломи“ переставали смотреть на пищу обычно через 1-2 минуты, а собака „Тарзан“ еще раньше — на первой минуте.

Более того, собаки не просто перестают смотреть на предлагаемую пищу, которая недосягаема. Она активно отказывается от такой пищи: поворачивает голову и глаза от нее. Если даже, продолжая дразнить, приблизить к ней пищу еще ближе или насильно поворачивать голову к пище, отрицательная реакция не пройдет: собака вновь отвернет голову и притом еще сильнее. Мы обычно продолжали дразнить видом пищи в теч. 3 минут. Слюнная секреция выделялась в основном в первую минуту — $\frac{2}{3}$ или $\frac{3}{4}$ всей слюны, остальная часть выделялась во вторую минуту. В третью минуту обычно не выделялось ни одной капли. С установлением отрицательной реакции собака уже не выделяла слюны.



Направленность, ориентация собаки на пищу можно значительно усилить и продлить, если пищу не просто держать перед головой, а перемешивать ее рукой, временами вынимая пищу из чашки, и обратно опускать ее. Собака дольше смотрит на пищу, дольше тянется к ней, соответственно и слюнная секреция значительно удлиняется и усиливается. И теперь она выделяется больше еще в первую минуту. Но выделение происходит и в третью минуту. Эта манипуляция ориентирует собаку на пищу, значительно дольше времени особенно при первом применении ее. При повторении той же манипуляции через несколько минут, собака скоро перестает смотреть на пищу, сообразно уменьшается продолжительность секреции; уменьшается и количество выделяемой слюны. Образцы этих опытов с показыванием пищи без помешивания и с помешиванием даны в протоколе 4 и 5.

Протокол 4. 4. IV. 1941 г. Собака „Тарзан“. Собака стоит в стажке. Опыт с показыванием мясосухарного порошка без помешивания и с помешиванием. Собаке поочередно показывается в миске 50 грамм мясосухарного порошка то неподвижно, то он перемешивается рукой в течение трех минут.

Порядок опыта	Время подачи	Характер воздействия на собаку	Количество слюны в куб. сантиметр.			Всего	Примечание
			в 1 мин.	в 2 мин.	в 3 мин.		
1	0'	Показывается порошок без перемешивания	0,2	0,1	—	0,3	Только в первые 10" смотрит на пищу, затем отворачивает голову
2	5'	Показывается с перемешиванием	0,5	0,4	0,2	1,1	Смотрит и тянется все время
3	11'	Показывается без перемешивания	0,1	0,05	—	0,15	Только один раз посмотрел в самом начале
4	16'	Показывается с перемешиванием	0,5	0,1	0,3	0,9	В третью мин. вновь активно смотрит
5	29'	Дается сух. порошок 50 гр	3,0	1,5	0,7	5,2	Съел пищу в 1 мин., затем облизывается. Спусти 3 мин. выпала только одна капля

Протокол Б. 3. IV. 41 г. Собака „Рыжа“. Собака в станке удерживается лямками. Условия опыта те же.

Порядок опыта	Время подачи	Характер воздействия на собаку	Количество слюны в куб. сантиметр.			Всего	Примечание
			в 1-ю мин.	во 2 мин.	в 3-ю мин.		
1	0'	Показывается порох. без перемеш.	0,4	0,2	—	0,6	
2	5'	Показыв. с перемешив.	0,6	0,5	0,1	1,2	
3	11'	Показыв. без перемешив.	0,3	0,1	—	0,4	
4	16'	Показыв. с перемешив.	0,5	0,4	0,2	1,1	
5	21'	Дается кусать порох. 50 гр	2,5	1,3	0,5	4,3	

Из этих наблюдений следует заключить, что вид пищи в человеческой руке, вынимание ее из миски и опускание, является дополнительным индивидуальным сигналом к пищевой реакции: манипуляция с пищей значительно удлиняет направленность, ориентацию собаки на обладание пищи и одновременно усиливает и удлиняет слюнную секрецию.

Из этих опытов же видно, что собака не получив еды, активно перестает смотреть на пищу. Пища не только не вызывает более ориентировочной реакции, несмотря на вид и запах ее, а более того, она производит отрицательное действие: собака отворачивается от нее. Отсюда следует, что пища, которая не может быть овладеваема, не может быть съедена, вызывает отворачивание собаки от нее, как бы отрицательную ориентировочную реакцию.

С. Происхождение отрицательной пищевой реакции

Прекращение положительного индивидуального рефлекса, в частности прекращение выделения слюны при длительном действии индивидуального сигнала, когда оно не подкрепляется едой, принято считать угасанием.

Угасание получается, по нашему мнению, или в результате утомления связей в случае однократного угасания, или развитием обратных связей в случае многократного угасания. Прекращение слюнной секре-



ции при разовом длительном показывании пищи подходит на первый случай. Мы могли бы предположить, что это угасание зависит от формирования временных связей. Но тот факт, что при манипулировании с пищей секреция усиливается и удлиняется, ясно говорит против такого понимания. О заметном развитии обратных связей за одну минуту действия вида пищи, также не может быть и речи. Кроме того собака через интервал в несколько минут вновь реагирует на вид пищи усиленной положительной реакцией. Очевидно, обратные связи не развились в заметной степени.

По учению Павлова, угасание обуславливается развитием тормозного процесса в тех самых корковых клетках, которые перед тем возбуждались. Это объяснение тоже не годится для понимания прекращения слюнной секреции: собака не просто перестает реагировать на вид пищи, а меняет направление реакции: она активно отворачивается от нее; если после того, как собака отвернула голову, еще ближе поднести пищу, она еще больше отвернет голову. Отсюда следует, что дело не в торможении активных клеток.

Мы находим, что здесь мы имеем типичный поведенческий акт, акт активного отстранения от недоступной пищи. Мы уже имели случай подробно исследовать этого рода поведенческие акты на животных: собаках, кроликах и курах. Если, например, собаке показать пищу в одном потаенном месте, то после этого, при пищевом сигнале или без него, собака один или два раза пойдет вновь туда, обходя все встречающиеся на пути препятствия. Но если она там не найдет пищи, или кормушка, где была пища, окажется закрытой, то уже потом она не пойдет туда. Она может еще сойти с обычного местопребывания, но не пойдет дальше, а сейчас же повернет обратно на лежанку. Если она голову держала поднятой при пищевом сигнале, она опустит ее, отвернет ее в сторону (Беритов 1).

На основании анализа этого рода явлений, мы пришли к выводу, что когда собака съедает или видит пищу в каком-либо незнакомом месте, то в результате испытываемой при этом психонервной деятельности, создается картинное представление пищи и ее местоположения, а также путей, ведущих к ней. Когда же дается сигнал к еде, у собаки воспроизводится вся эта психонервная деятельность, вследствие чего, с одной стороны, возникает представление всей картины внешней среды со включением пищи и путей, ведущих к ней, а с другой, животное направляется по этим путям к местоположению пищи, которой не видит и не обоняет, преодолевая при этом все старые и новые препятствия, как если бы она все время видела пищу. Но после того, как она там не застала пищи, у нее создается под влиянием испытанной сейчас психонервной деятельности новое картинное представление отсутствия



пищи или недоступности ее в данном месте. Поэтому в следующий раз при пищевом сигнале у собаки оживляется, воспроизводится представление и потому собака не идет за пищей.

Но, как было выяснено нами, двигательная активность воспроизведенного, отрицательного психонервного процесса представления менее долговечна, чем более старого положительного психонервного процесса представления, а потому по истечении некоторого большого промежутка времени, собака вновь пойдет в необычное место за пищей.

Такого рода поведенческий акт, основанный на репродукции картинного представления недоступности пищи, мы безусловно имеем и в том случае, когда собака после нескольких тщетных попыток овладеть пищей, не только перестает тянуться к ней, но и отворачивается от нее. Очевидно, на основании всей психонервной деятельности, которую собака испытывает в момент неудачных попыток завладеть пищей, создается не только психонервный комплекс представления недоступности или недосыгаемости пищи, но и как бы враждебности этого места к собаке. Под этим представлением возникает движение отворачивания собаки от пищи. Под этим представлением прекращается и слюнная секреция. Но и эта двигательная активность отрицательного представления пищи является более или менее интенсивной лишь на очень короткое время после неудачных попыток, ибо если после последней неудачной попытки пройдет достаточно много времени, собака вновь пойдет за пищей и вновь выделится слюна.

Положительное секреторное действие вида пищи продолжается все то время, пока длится положительное двигательное действие: ориентация животного в сторону пищи. Прекращение секреторной реакции совпадает с заменой положительной двигательной реакции отрицательной, отворачиванием животного от пищи. Все это ясно свидетельствует, что прекращение слюнной секреции вместе с прекращением ориентирования собаки на пищу происходит не вследствие угасания индивидуального рефлекса на вид пищи, а вследствие возникновения отрицательного поведенческого акта, направляемого психонервной деятельностью, производящей представление недоступности пищи.

Мы указывали, что секреторная и двигательная положительная реакция на вид и запах пищи является индивидуальным рефлексом. Но по существу говоря это сложный акт поведенческого характера: собака стремится к пище, пытается овладеть ею, пока не натолкнется на такое препятствие, которое делает невозможным достижение пищи, овладение ею. Это чисто поведенческий акт индивидуального происхождения. Правда, при этом акте психонервный процесс представления пищи не играет роли, ибо пища находится тут же перед глазами. Но все это поведение животного определяется оживлением той психонервной дея-

тельности, которую испытало животное при еде пищи. Слюнная секреция есть лишь один из компонентов поведения. Но безусловно поведение сильно автоматизировано. Оно может быть много раз вызвано друг за другом без значительного ослабления, несмотря на отсутствие еды, как это, например, видно в протоколах 4 и 5. Это может быть первое индивидуальное поведение в жизни животного, притом наиболее часто повторяемое каждый день. Соответственно, каждый элемент его, в частности слюнная секреция, должен протекать по типу индивидуального рефлекса — сигнал — реакция, ибо между корковыми центрами, воспринимающими вид и запах пищи, и ответными слюнными и двигательными центрами в коре большого мозга должны были образоваться прочные временные связи.

Когда автоматизированные пищевые поведенческие акты не достигают цели из-за каких-либо препятствий, тогда возникает психонервный процесс представления недоступности пищи. Это обусловит соответствующее поведение отрицательного характера, в результате чего снимается автоматический поведенческий акт со всеми своими секреторными и двигательными компонентами. Мы это явление изучали раньше на многих примерах и пришли к выводу, что всякий раз когда автоматизированное индивидуальное поведение не достигает цели, возникает картинное представление недоступности или отсутствия пищи, автоматизированное поведение, как правило, уступает место новому поведению, направляемому психонервным процессом представления отсутствия или недоступности пищи в обычном для нее месте (Беритов 1).

Д. Слюнная секреция в поведенческих актах искания пищи

Мы выше показали, что слюнная секреция является одним из компонентов индивидуального пищевого поведения. Мы провели специальные опыты для изучения этого компонента при разного рода поведенческих актах. Мы заводили собаку с пробиркой на слюнном протоке в новую комнату и давали ей полную свободу действия. Экспериментатор стоит в одном месте и ведет регистрацию поведения животного. Собака обходит предметы, осматривая их, обнюхивает, затем поворачивает обратно к дверям. Собаку держали в комнате 3 минуты. За это время регистрировались как характер движений, так и секреция слюны. Опыты были поставлены на тех же трех собаках и всегда оказывалось, что это поведение — ориентация животного в пространстве не происходит без слюнной секреции. Собака „Тарзан“, наприм., выделяла почти столько слюны, сколько при виде знакомой пищи в тот же период работы, 0,4 куб. см. Собака „Ломи“ выделяла 0,4-0,5 куб. см. в тех же условиях. Особенно мало слюны выделялось у „Рыжи“ — 0,25—0,3 куб. см.

Когда собаку приводят в лабораторию, она всегда выделяет слюну. Очевидно, это связано с видом экспериментатора и всей внешней обстановки, где вообще ей дается пища. Ведь, когда служитель выводит собаку из вивариума, это уже есть сигнал к еде. Кроме того приклеивание воронки к слюнному протоку и привешивание пробирки также являются сигналами к еде. Поэтому, прежде чем завести собаку в новую комнату приходилось выждать некоторое время, чтобы прекратить выделение слюны на все эти процедуры и потом только заводить в новую обстановку. Обычно собаку заводит в необычную комнату экспериментатор, поэтому можно было подумать, что выделение слюны в этой необычной обстановке зависит от присутствия экспериментатора. Поэтому собаки заводились в необычную комнату много раз совершенно новыми для собаки людьми. Мы нашли, что даже если собака заводится новым человеком после полного успокоения слюнных желез, то и тогда она выделяет слюну в новой обстановке в момент обхода ее и обхаживания.

Если заводить собаку в одну и ту же комнату через каждые 30 минут, то секреция слюны с каждым новым введением ослабевает; напр., у „Тарзана“ в одном опыте при первом введении, в течение трех минут, выделилось 0,2 к. см. слюны, а при третьем введении, около 0,05 кб. см., т. е. одна капля. Так же было при 4-ом введении. Но характерно, что двигательная реакция хотя и ослабевает, но не прекращается. Собака каждый раз по нескольку раз обходит предметы.

После этого через 30 минут ввели в новую комнату — и там также выделилось меньше слюны — 0,1 к. см., т. е. меньше, чем обычно при первом введении. При вторичном введении туда же выделилось еще меньше — 0,05 к. см.

На другой день, в тех же комнатах, выделилось по одной капле, т. е. в сильно уменьшенном виде.

Аналогичная картина получилась в опытах с „Рыжей“. В одном опыте при первом введении в новую комнату выделилось за три минуты 0,2 к. см. слюны. Через 30' также выделилось 0,15, а на третий раз только одна капля — 0,05 к. см. После этого ввели в другую новую комнату, но и там она выделила мало слюны — 0,05 к. см. Опять таки, двигательная реакция при повторном введении ослабела, но не прекратилась. Собака каждый раз несколько раз обходила предметы и обнюхивала их.

На основании этих наблюдений можно заключить, что когда собака обходит и обнюхивает предметы в новой обстановке, она ищет конкретную пищу, которую она обычно поедает. Одновременно, под влиянием психонервного процесса, воспроизводящего внешние формы и запахи



знакомой пищи, выделяет слюну. Когда же собака находит пищу в новых условиях, у нее возникает нервный процесс, отвечающий представлению отсутствия пищи в данной обстановке. Вследствие этого прекращается выделение слюны.

После каждого введения в новую комнату через несколько часов или на другой день в той же комнате сначала показывали пищу в течение 3 минут и определяли количество выделяемой слюны. Затем через некоторое время давали поесть пищу в одном или нескольких местах. Но, чтобы эта комната являлась большой пищевой приманкой, мы не давали скушать всю пищу. Мы насильно отрывали от пищи и уводили собаку. Остаток пищи потом убирали. Через несколько часов или на другой день вновь заводили собаку в ту же комнату и следили за ее поведением и слюнной секрецией.

Если собака после еды в новой комнате заводилась обратно в ту же комнату через 2—5 часов, обычно собака бежала сейчас же в то место, где она принимала пищу, первым делом в тот угол, где пища осталась недоеданной. Подбегая к этим местам иногда несколько раз, обнюхав их несколько раз, бежит обратно к дверям. В редких случаях при этом поведении слюнная секреция оказывалась такая же, как при первом введении собаки. В большинстве случаев она оказывалась более или менее повышенной. Так бывало как на „Рыже“ (проток. 6 и 7), так и на „Тарзане“.

Протокол 6. 22. IV. 41. Собака „Рыжа“ вводится в кабинет одного сотрудника. Она обнюхивает стол, шкаф и стулья. За 3 мин. выделилось 0,25 куб. см. слюны.

Через 20' в той же комнате показывается пища — мясосухарный порошок. В первую минуту смотрит пристально на него, тянется к нему; со 2-ой минуты то отворачивается, то смотрит. Выделилось за 3 мин. 1,3 куб. см. слюны.

Затем здесь же, позади стола, даем поесть мясосухарный порошок в течение одной минуты. Слюнная секреция длилась 4 мин. и выделилось 4,8 куб. см. слюны.

Через 3 часа вновь заводили в ту же комнату. Через 15" побежала за стол, где ела пищу. Обнюхав это место бежит обратно к дверям. Всего выделилось за 3 мин. 0,3 куб. см. слюны.

Протокол 7. 18. VI. 41. Собака „Рыжа“ вводится в незнакомую комнату и остается 3 мин. Собака обходит некоторые предметы. Выделяется 0,3 куб. см. слюны.

Через 20 мин. показывается мясосухарный порошок в той же комнате в течение 3 мин. Выделилось 2,1 куб. см.

Затем дается мясосухарный порошок в течение 1 минуты. Выделилось за 3 мин. 5,1 куб. см. слюны.

Через 3 ч. 30 мин. опять туда же. От дверей бежит прямо в тот угол, где ела пищу. Быстро поворачивается обратно к дверям. Через 30" опять бежит туда же и вновь возвращается к дверям и стоит. Выделяется 0,7 куб. см слюны: 0,6 куб. см. в первую минуту, остальная часть во вторую минуту.

Через 2 дня. 20. VI. 40. Опять заводим в ту же комнату. Один раз бежит в то место, где кушала пищу и обратно, к дверям. Выделяется за 3 мин. 0,3 куб. см. слюны.

Из протокола 7 ясно видно, что после того как собака получила пищу в незнакомой комнате, она выделяет в ней при повторном введении в комнату через несколько часов вдвое больше слюны. Через два дня усиленной секреции не было. Очевидно, при репродукции свежего представления о нахождении пищи в незнакомой комнате, психонервная деятельность может быть настолько активной, что она обуславливает как усиленное движение собаки к тем местам, где она ела пищу, так и усиленное выделение слюны.

Мы ставили опыты на всех трех собаках с показыванием пищи в незнакомой комнате и повторным введением ее в ту же комнату на другой день. Во всех опытах собаки бежали в те углы, где они видели пищу, но в одних случаях они выделяли слюну столько же, сколько они выделяли в той же комнате, когда мы завели туда в первый раз, т. е. без увеличения, а в других случаях они выделяли заметно больше, как например, это видно по протоколу 8.

Мы несколько раз усложнили условия опыта, чтобы лучше выявить роль психонервного поведения в секреции слюны. Мы заводили собаку „Тарзан“ друг за другом в две незнакомые комнаты. В одной показывали пищу, но не давали кушать, а в другой пищу не показывали и не давали кушать. Через несколько часов пускали собаку в ту и другую комнату. Там, где она видела пищу выделялось увеличенное количество слюны, а в другой комнате слюна выделяется столько же, сколько в первый раз (Протокол 8).

Протокол 8. 20. VI. 41 г. Заводим собаку „Тарзан“ в ту комнату, где она ела пищу два дня назад (18. VI). Она бежит сейчас же в тот угол, где ела пищу. Не застав пищи, быстро поворачивает к дверям и останавливается. В комнате остается 3 мин. Выделяется 0,2 куб. см. слюны.

Через 10' вводим совершенно в незнакомую комнату. Здесь она за 3 мин. выделяет 0,25 куб. см. слюны.

Через 20 мин. вновь заводим туда же и показываем пищу в течение 3 мин. Собака смотрит на пищу и выделяет 1,2 куб. см. слюны.

Через 15' после этого вводим в другую новую комнату. Собака остается здесь 3 мин. Выделяет 0,25 куб. см. слюны.

Через 2 часа вводим обратно в первую незнакомую комнату, где она видела пищу. Сразу бежит в тот угол, где была пища, обходит и обнюхивает предметы. Затем идет к дверям и стоит. Выделяет 0,5 куб. см. слюны (в 1-ую мин. 0,3, во 2-ую 0,2).

На другой день (21. VI) опять вводим в эту комнату. Собака опять бежит в тот угол, где видела пищу. Но оттуда быстро поворачивает к дверям. За 3 мин. выделилось 0,3 куб. см. слюны (в 1-ую мин. 0,2, во 2-ую мин. 0,1).

Аналогичные результаты были получены на „Рыже“. Через два часа после показа пищи в одной незнакомой комнате повторное введение туда же вызвало реакцию искания пищи с выделением 0,6 куб. см. слюны. В другой незнакомой комнате, куда ввели через 10' после показа пищи в первой комнате, собака выделила всего 0,3 куб. см. слюны.

Мы выяснили также, как влияет качественная сторона пищи на слюнную секрецию при индивидуальном пищевом поведении. Мы ввели в одну новую комнату мякиш хлеба, а в другой — сухарный порошок. Как известно, мякиш хлеба при еде и при показывании вызывает меньше слюны, чем сухарный порошок. То же самое случилось при индивидуальном поведении. Когда мы „Рыжу“ ввели в комнату, где она накануне получила мякиш хлеба, она выделила меньше слюны, чем в той комнате, где она накануне же ела сухарный порошок. Отсюда следует, что при индивидуальном пищевом поведении, в представлении собаки имеется картина определенного рода пищи, которую она ела или видела, и слюна выделяется сообразно с качеством этой пищи.

Из этих опытов ясно вытекает, что как поедание пищи, так и показ пищи в незнакомой обстановке является достаточным условием для возникновения такой психонервной деятельности, воспроизведение которой в состоянии обусловить довольно активное представление местонахождения пищи. Вследствие этого животное не только направляется через несколько часов туда же за пищей, но также выделяет увеличенное количество слюны.

Из этих же опытов видно, что двигательная и секреторная активности психонервного процесса представления местонахождения пищи не в одинаковой степени сохраняются с течением времени. Секреторная активность затухает раньше и сильнее двигательной. На другой день или через два дня собаки бегут туда, где они ели или видели пищу, но усиленная секреция при этом отсутствует.

Выводы

Были поставлены опыты на собаках с целью выявления слюнной секреции во время пищевых поведенческих актов. У трех собак проток околоушной железы был выведен наружу и выделяемая через него слюна собиралась в привешенной градуированной пробирке. В качестве пищи мы брали мясосухарный порошок, который, как известно, является одним из наиболее слюногенных веществ.

Основная задача заключалась — выяснить характер слюнной секреции при виде знакомой пищи и затем при индивидуальном поведении, когда собака стремится в определенное место благодаря психонервной деятельности представления пищи в этом месте.



Вид и запах мясосухарного порошка вызывает слюнную секрецию в разном количестве у разных собак — от 0,2 до 2,0 куб. см слюны. Но это количество не нарастало в связи с ежедневным многократным кормлением этим порошком. Реакция была уже в максимальной форме выработана на основании поедания мяса и хлеба в прошлом.

Количество выделяемой слюны стоит в определенной связи с общей направленностью животного к пище: чем дольше глядит на пищу, чем больше тянется к ней и пытается завладеть пищей, тем больше выделяется слюны.

Вид знакомой пищи, если она перемешивается на глазах у собаки рукой экспериментатора, оказывает более сильное действие на собаку: она дольше тянется к пище и соответственно выделяет слюны больше (2—5 раз больше) и дольше времени. Значит, манипуляция с пищей значительно удлиняет направленность, ориентацию собаки на овладение пищей.

Но каждый раз вид и запах пищи вызывает эту направленность и ориентацию животного на пищу только в течение короткого времени — 1-2 минуты. Если собака не получает пищи, она перестает тянуться к ней, затем перестает глядеть и, наконец, отворачивается от пищи в другую сторону. Одновременно с прекращением положительной реакции, прекращается и выделение слюны.

Это прекращение положительной реакции на вид и запах пищи и возникновение нового поведенческого акта — отворачивание от пищи не являются результатом так наз. угасания положительной реакции. И то и другое явление происходят вследствие возникновения поведенческого акта, направляемого психонервной деятельностью представления недоступности пищи. Сама двигательно-секреторная положительная реакция является не просто рефлексом, а индивидуально приобретенным автоматическим поведенческим актом, который направлен на овладение пищей. Когда автоматизированное поведение не достигает цели из-за каких-либо препятствий, тогда под влиянием испытанной при этом психонервной деятельности возникает представление недоступности пищи. Вследствие этого автоматизированное поведение со всеми своими двигательными и секреторными компонентами уступает место новому поведению, направляемому этим представлением недоступности пищи.

Когда собака заводится в незнакомую комнату, обходит предметы, обнюхивает их, она выделяет небольшое количество слюны — 0,2-0,3 куб. см. Эта слюнная секреция связана с поиском какой либо конкретной пищи, которую она обычно ест в лабораторном помещении. Она наступает вместе с движением вследствие определенной психонервной деятельности, воспроизводящей картину пищи, поедаемой обычно в лаборатории.

Если собаку накормить в незнакомой комнате, а потом через 2-5 часов вновь завести туда, она сейчас же бежит, благодаря возбужденному психонервному процессу представления пищи, в те самые места, где она поела пищу, и обнюхивает их, но не найдя пищи, в первую же минуту поворачивается к дверям. В этом случае собака выделяет значительно больше слюны, чем при контрольных испытаниях до еды, 0,5—0,7 куб. см. Если завести собаку на другой или третий день туда-же, собака также побежит в те места, но уже редко выделяет увеличенное количество слюны.

Такие же результаты получаем, если в незнакомой комнате только показать и дать понюхать пищу, но не дать поест. Через несколько часов может наблюдаться усиленное выделение слюны при введении в эту комнату, а на другой и третий день собака пойдет туда, где была пища, но усиленной секреции не будет.

Отсюда следует, что двигательная и секреторная активность психонервного процесса представления местонахождения пищи не в одинаковой степени сохраняется с течением времени. Секреторная активность затухает раньше и сильнее двигательной.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Беритов, Доклад на Общем Собрании Акад. Наук СССР, 20 мая 1939: Тр. Инст. Физиол. Тбилисск. Гос. Универс. им. Сталина, т. 4, 213, 1941.
2. Б. Бабкин, Опыт систематич. изучения сложно-нервных (психических) явлений у собаки. Дисс. из лаб. Павлова, 1904.

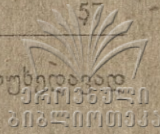
მ. გვირგვინი და მ. კალაბეგაშვილი

ნერწყვის სეკრეცია სავლის წარმოდგენისას

ჩვენ შევისწავლეთ ძაღლებზე ნერწყვის სეკრეცია კვებითი ქცევის დროს. ძაღლებს ჰქონდათ ფისტულა ყბაყურა სანერწყვო ჯირკველზე. ფისტულის გამოსავალზე დეკიდებული ჰქონდათ გრადუირებული სინჯარა. საკვებ მასალად გზმარობით გამხმარი პურისა და ხორცის ფხენილს.

ძირითადი ამოცანა მდგომარეობდა იმაში, რომ გამოვეყრკვია ნერწყვის სეკრეციის ხასიათი ნაცნობი საკმლის დანახვისას და აგრეთვე ინდივიდური ქცევის დროს, როდესაც ძაღლი ცდილობს განსაზღვრულ ადგილს მიაღწიოს ამ ადგილზე საკმლის არსებობის წარმოდგენის საფუძველზე, ე. ი. იმ ფსიქონერვული მოქმედების საშუალებით, რომელიც ამ წარმოდგენას ჰქმნის.

ხორცისა და პურის ფხენილის სუნი და დანახვა იწვევს სხვადასხვა ცხოველებში სხვადასხვა რაოდენობის ნერწყვის სეკრეციას 0,2-დან 2,0 კუბ. სან-



ტიმეტრამდის. ეს რაოდენობა არ იზრდება დროს განმავლობაში, მიუხედავად ყოველდღიური კვებისა ამ ფუნქციით.

ნერვის სეკრეციის რაოდენობა ერთგვარად დამოკიდებულია ცხოველის მიმართულებით ამ საჭმლისკენ: რაც უფრო დიდხანს უყურებს მას, რაც უფრო დიდხანს ისწრაფვის მისკენ და ცდილობს საჭმელს დაეუფლოს, მით უფრო მეტი რაოდენობით გამოიყოფა ნერწყვი.

თუ ცხოველის წინ ექსპერიმენტატორი საჭმელს ხელით ურევს, ეს უფრო ნერწყვის სეკრეციას მეტი რაოდენობით იწვევს, ვიდრე მისი უზრალო ხელით მიწოდება: საჭმლის ხელით რევის დროს ძალდი უფრო მეტ ხანს უყურებს, უფრო მეტად ცდილობს საჭმელს მისწვდეს. მაგრამ ყოველ შემთხვევაში ძალდის ასეთი მიმართულება ანუ ორიენტაცია საჭმლისკენ გრძელდება 1-2 მინუტი. თუ რომ ძალდი საჭმელს ვერ მისწვდა და ვერ შეჭამა, იგი შესწყვეტს საჭმლის დაუფლების ცდას, მერმე შესწყვეტს საჭმლისკენ ცქერას და ბოლოს თავს იბრუნებს მოწინააღმდეგე მიმართულებით. ამავე დროს ისპობა ნერწყვის გამოყოფაც.

დადებითი რეაქციის შეწყვეტა საჭმლის სუნზე და დანახვაზე და ახალი ქცევითი აქტის გამოწვევა — თავის მოშორება საჭმლიდან — დადებითი ქცევის ჩაქრობის შედეგს არ წარმოადგენს. ეს ორივე მოვლენა წარმოადგენს ახალს ქცევითს აქტს. რომელიც საჭმლის მიუწოდომლობის ფაქტონერვულ მოქმედებაზე დამოკიდებული. თვით მოძრაობითი — სასეკრეციო რეაქცია რეფლექსს არ წარმოადგენს. იგი ინდივიდურად მოპოვებული ავტომატური ქცევითი აქტია, რომელიც საჭმლის დაუფლებისკენ არის მიმართული. როდესაც ავტომატიზირებული ქცევა მიზანს არ აღწევს, მაშინ ამ დროს განცდილი ფაქტონერვული მოქმედების საფუძველზე აღმოცენდება წარმოდგენა საჭმლის მიუწოდომლობის შესახებ. ამის გამო ავტომატიზირებული ქცევა ისპობა. მის აღვილს იკავებს ახალი ქცევა ამ წარმოდგენით წარმართული.

როდესაც ძალდი მისთვის უცნობი ლაბორატორიის რომელიმე ოთახში შეგყავს, იგი საგნებს გვერდს უგლის და თან სუნავს მათ; ამ დროს იგი მცირეოდენ ნერწყვს — 0,2-0,3 კუბ. სანტიმ. გამოყოფს. ეს ნერწყვის სეკრეცია დაკავშირებულია რომელიმე კონკრეტული საჭმლის ძებნასთან, იმ საჭმლისა, რომელიც ჩვეულებრივ ეძლევა მას ლაბორატორიის ბინაში. სეკრეცია იწვევა მოძრაობასთან ერთად იმ განსაზღვრული ფაქტონერვული მოქმედების საშუალებით, რომელიც ლაბორატორიაში შექმნილი საჭმლის სურათს გამოხატავს.

თუ ძალდს ვაჭამეთ საჭმელი უცნობ ოთახში და მერე, 2—5 საათის შემდეგ, კიდევ შევიყვანეთ მასში, იგი მაშინვე იქ გაიქცევა, სწორედ იმ ადგილს, სადაც მან საჭმელი ჭამა ან დასუნა. თუ იქ საჭმელი არ დაუნდა, იგი იმავე მინუტში გამობრუნდება უკან კარებისკენ. ამ შემთხვევაში ძალდი გამოაყოფს უფრო მეტ ნერწყვს; ვიდრე საკონტროლო ცდებში იმავე ოთახში შეყვანისას საჭმლის მიცემამდის — სულ 0,5-0,7 კუბ. სანტიმ. თუ ძალდი ხელახლა შევიყვანეთ იქვე მეორე ან მესამე დღეს, ძალდი აგრეთვე გაიქცევა იმ ადგილებში, მაგრამ იშვიათად გამოაყოფს ნერწყვს გაზრდილი რაოდენობით.



ასეთვე შედეგები მივიღეთ, როდესაც უცნობ ოთახში საქმეწარმოებელ ექსპერიმენტს ვაჭამეთ, არამედ იგი მხოლოდ დაგანახეთ და ვასუნებინეთ. რამდენიმე საათის შემდეგ ძალმა გამოჰყო ნერწყვის დიდი რაოდენობა, როდესაც იგი იმავე ოთახში შევიყვანეთ. მეორე და მესამე დღესაც ძალი თვით შევიდა ამავე ოთახში, ხოლო გაძლიერებული ნერწყვის სეკრეციას აღვიღი არ ჰქონია.

აქედან გამომდინარეობს, რომ წარმოდგენის ფსიქონერვული პროცესის მოძრაობით და სასეკრეციო აქტივობა თანაბარი ხარისხისა არაა. სასეკრეციო აქტივობა ქრება უფრო ადრე და უფრო მკვეთრად, ვიდრე მოძრაობითი.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგიის კათედრა.

(შემოვიდა რედაქციაში 1943. I, 30).

J. BERITOFF and SH. KALABEGASHVILI

ON THE SALIVARY SECRETION CAUSED BY IMAGINATION OF FOOD

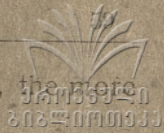
(Summary and conclusions)

Experiments were set up on dogs with the object of studying the salivary secretion during acts of food behaviour. The duct of the parotid gland was brought outside and the saliva secreted by it was collected in a suspended test-tube. For food we took meat-biscuit powder which, as is well known, causes a very big flow of saliva.

The principal problem consisted in ascertaining the nature of the salivary secretion at the sight of familiar food, and then during individual behaviour, when the dog rushes to a definite place on the basis of a reproduced psycho-nervous complex of the location of food in that place.

The sight and smell of the meat-biscuit powder induces a secretion of saliva in various quantities in different dogs—from 0,2 to 2,0 cub. cm. But this quantity did not increase in connection with the daily feeding of the dog many times with this powder. The reaction had already been worked up to a maximum on the basis of eating meat and bread in the past.

The quantity of saliva secreted has a definite connection with the general attitude of the animal towards food: the longer it looks at the



food and the more it is attracted towards it and tries to get it, the more saliva is secreted.

The sight of familiar food, if it is mixed in front of the dog by the hand of the experimenter, evokes a stronger reaction in the dog; it strives to get it for a longer time, and accordingly, more saliva is secreted (2—5 times as much) and for a longer time. That is the manipulation of food considerably lengthens the directiveness, the orientation of the dog towards getting possession of the food.

But each time the sight and smell of the food arouses in the animal the tendency to orientation towards food only for a short time — 1-2 minutes. If the dog does not receive food it stops striving for it, then stops looking, and, finally, turns away from the food in the opposite direction. The secretion of saliva ceases also simultaneously with the cessation of the positive reaction.

This cessation of the positive reaction on the sight and smell of food and the rise of a new act of behaviour — turning away from the food — are not a result of the so-called extinction of the positive reaction. Both take place as a result of the appearance of an act of behaviour, directed by the reproduced psycho-nervous complex of the inaccessibility of the food. The motor-secretory positive reaction is not simply a reflex, but an individual automatic act of behaviour, which is directed towards obtaining the food. When the automatized behaviour does not attain its object because of some obstacle or other, then under the influence of the psycho-nervous activity experienced during this, a picture of the inaccessibility of the food is reproduced. Consequently the automatized behaviour, with all its motor and secretory components, gives place to a new behaviour directed by this psycho-nervous activity.

When a dog is taken into an unknown room and goes round the objects smelling them, it secretes a small quantity of saliva — 0,2-0,3 cc. This salivary secretion is connected with a search for some concrete food which it usually eats on the laboratory premises. It appears together with locomotion as a result of definite psycho-nervous activity, reproducing a picture of food usually eaten in the laboratory. If the dog is fed in an unfamiliar room and then after 2—5 hours is again taken there, on the basis of the reproduced picture of the location of the food, it at once runs to those places where it has eaten food and smelt it, but not finding food, during the first minute returns to the door. In this case the dog secretes considerably more saliva than in control experiments before food. If the dog is taken there again on the next or on the third day in the same way it runs to those places but very rarely secretes a larger quantity of saliva.



04.03.57.40

Similar results were obtained if the dog was only shown and allowed to smell food in an unfamiliar room, but was not allowed to eat it. After a few hours an increased secretion of saliva may be obtained by taking the dog into the room. On the second and on the third day the dog will go to the place where there was food, but there will be no intensification of secretion.

Hence it follows that the motor and secretory activities of the reproduced psycho-nervous complex of the location of food do not last to the same degree with the course of time. The secretory activity weakens earlier and more quickly than the motor activity.

Н. Чичинадзе

О ВОЗНИКНОВЕНИИ И РАЗВИТИИ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ЭМБРИОНА КУРИЦЫ

Об основных моментах функционального развития эмбриона курицы довольно четкое представление имел еще Аристотель (1). Но систематическое исследование развития нервной деятельности у эмбриона птиц и зародышей разных животных проведено в недавнее время. Особенно много работ сделано по этому вопросу за последние 35 лет.

Среди исследователей этого вопроса следует отметить Paton (2), который изучал развитие нервной деятельности эмбриона рыб, ящериц и земноводных, Coghill (3, 4) подробно изучил ее у амблистомы. На зародышах млекопитающих в таком же направлении работали: Gonzalez (5) на зародышах белых крыс, Windle (6) на зародышах кошек, Barcroft и Barjon (7) на зародышах овцы, а Straus и Weddell (8) изучали нервные реакции 16-ти дневного зародыша крысы.

Много работал над изучением развития нервной деятельности у эмбриона курицы Кио (9—15), в этом же направлении работали Montalcini и Visintini (16). Tuge (17) изучал нервную деятельность у эмбриона голубя.

Литература по данному вопросу, хотя и многосторонна, но как сами авторы отмечают, не дает исчерпывающего ответа на многие, даже коренные, вопросы, тем более, что исследователи во многом пока что не пришли к общему единому мнению. Из этого положения вытекает необходимость дальнейшего изучения и уточнения тех или других вопросов развития нервной деятельности у эмбрионов.

В данной работе мы поставили своей целью проследить, как формируются, в условиях нормального развития эмбриона в яйце, те нервные реакции, которые проявляются у цыпленка в виде поведенческих актов в первый же день после вылупления из яйца, именно, мы хотели проследить момент возникновения тех или иных двигательных нервных компонентов, их развитие и взаимодействие с другими двигательными компонентами, совокупность которых впоследствии дает определенную реакцию, входящую в комплекс поведенческих актов. Мы старались также по характеру формирования этих рефлекторных элементов установить возможность суждения о стадийности в развитии нервной деятельности эмбриона.

Методика

Объектами наблюдения у нас были эмбрионы курицы, большей частью породы белых леггорн, частью же эмбрионы кур смешанной породы.

Для наблюдений над движениями развивающегося эмбриона мы удаляли скорлупу широкого конца яйца, т. е. вскрывали воздушную камеру; затем внутреннюю мембрану в этой камере обрабатывали вазелином по методу, предложенному Кио (10). Яйцо освещалось микроскопической лампой. Во избежание влияния тепла от освещающей лампы, лучи пропускались через водяной фильтр. Одновременно пучек света фокусировался на объекте таким образом, что яйцо просвечивалось сбоку через скорлупу. Такого рода освещение давало возможность наблюдать в неповрежденном яйце под мембраной все детали движений.

Трудно согласиться с мнением Tuge (18), который считает очень затруднительным наблюдение движений эмбриона через прозрачную мембрану, обработанную вазелином. Нужно полагать, что у означенного автора наблюдаемые объекты недостаточно просвечивались.

Мы наблюдали движение эмбриона также после удаления мембраны в воздушной камере, не повреждая кровеносной системы. Но в таких случаях количество движений значительно уменьшалось, выпадали и некоторые локальные движения, и между движениями наступали большие интервалы. Жизнь эмбриона ограничивалась часами, а иной раз даже и минутами.

Наблюдение велось также при просвечивании целого яйца в затемненной комнате. Хотя этим способом нельзя наблюдать все детали отдельных движений, но он может служить контролем для сравнения с теми движениями, какие бывают видны в открытом яйце по удалении части скорлупы, при целостности мембраны, или по удалении с скорлупой вместе и мембраны. Нужно отметить, что при целостности мембраны и при соответствующем хранении яиц развитие эмбриона происходит совершенно нормально, как в целом яйце. Из яйца с открытой воздушной камерой, но с целой мембраной вылавливаются нормальные цыплята. Об этом указывает и Кио (10).

Результаты наблюдений и их обсуждение

Наблюдая рост и развитие эмбриона всеми указанными выше способами, мы заметили, что первое движение, которое можно видеть к концу второго дня, — это пульсация сердечной трубки в передней трети еще не согнутого зародышевого диска, как это не раз отмечалось и рядом других авторов.

3-х и 4-х дневные эмбрионы, имеющие уже изогнутую форму, перемещаются со своей средой с вращением яйца с одного полюса на другой. У 5-дневных эмбрионов и у некоторых объектов в возрасте 110—115 часов, алантоис фиксируется и при повороте яйца эмбрион не меняет места. В это время амнион замыкается и эмбрион опускается глубже в жидкость полости амниона. Как раз в этот период развития эмбриона появляются вообще первые спонтанные движения в виде медленных ритмичных раскачиваний объекта. Эти медленные качательные движения эмбриона протекают почти с правильным ритмом: 14—16 раз в мин. с амплитудой 2—2,5 мм.

Возникновение ритмического движения эмбриона и амниона объясняем неразрывным взаимодействием факторов, обуславливающих ритмическое движение самого амниона и тех метаболитов, которые, как это принято в современной эмбриологии, играют роль организаторов в развитии живой системы эмбриона. Нужно предполагать, что эти метаболиты участвуют не только в организации клеточных систем эмбриона, но что они влияют и на сократительные элементы амниона. По данным Шауинсланда (18), в мезодерме амниона на 4-ый день инкубации образуются звездообразно расположенные мышечные волокна.

Следующей стадией в развитии двигательных актов эмбриона нужно считать 6-ой день инкубации. Именно в этот период впервые зарождаются некоторые из тех двигательных элементов, которые наблюдаются в поведенческих актах вновь вылупившегося цыпленка. Вообще, анализируя поведенческие реакции, можно их разложить на общие и специфические компоненты. Общие компоненты (движение головы вверх и вниз, разгибание и сгибание конечностей, разгибание и сгибание пальцев, общее движение клюва, туловища, крыльев и т. п.) зарождаются и развиваются в ранний инкубационный период. Специфические же поведенческие компоненты (клевательные движения клюва, разгребательные движения ноги, летательные движения крыла и т. п.) появляются в более поздней стадии развития эмбриона. 6-ой день инкубации нужно считать периодом зарождения именно некоторых общих компонентов поведенческих реакций. Но появление этой новой активности происходит на фоне той спонтанной деятельности, которая предшествовала этому периоду.

Мы заметили следующие реакции во второй стадии развития эмбриона, т. е. на 6-ой день инкубации. К этому времени полость амниона значительно больше, ритм качательных движений эмбриона увеличивается до 16—18 в 1 мин.; размах раскачиваний доходит до 45°. Одновременно форма движения становится сложнее — через каждые 2-3-4 раскачивания (причем точный порядок установить нельзя) прибавляются ритмические движения „схождения и расхождения“ головной и каудальной части. Как правило, отмечается преобладание схождения головной части как по силе, так и по величине. В этот период впервые наблюдается самостоятельное движение головы вверх и вниз. За время 18 качательных движений в одну минуту, голова делает 2—4 движения вверх и вниз. К концу 6-го дня наблюдается также и латеральное движение головы с отклонением на 2 мм., а также движение каудальной части вместе с конечностями. Наблюдается также движение крыла в плечевом суставе и прижимание его к телу, хотя эти движения сравнительно редки. В общем на 6-й день инкубации в течение одной минуты можно было заметить: 18—19 ритмических качательных движений. 7—9



схождений и расхождений. 3—4 раза движение головы вверх и вниз. 1-2-3 латеральных движений головы. 2—3 раза — добавочно движение каудальной части тела, с поднятием вверх обеих задних конечностей и затем опускание каудальной части вместе с конечностями. Это пассивное опускание совпадает с движением расхождения. Наиболее редки были движения крыла всего лишь 1 раз за 3—4 мин.

На 7-ой и 8-ой день количество качательных движений увеличивается до 22—24 в 1 мин. с поворотом на 45° , но иногда поворот достигает 180° . Так происходит 6—7 раз в 1 мин. К концу 8-го дня эти большие качательные движения происходят чаще и совершаются вокруг оси как в горизонтальном, так и в перпендикулярном направлении. К этому времени и движения головы становятся сильнее и чаще — 3—4 раза в 1 мин. в боковом направлении. В течение 7-го и 8-го дня появляются еще новые движения; наблюдается стремительное разгибание каудальной и головной части, совершенно такое движение наступает и при уколе в спину. В то же время конечности сталкиваются и тотчас же быстро распрямляются, а затем быстро сгибаясь опускаются вниз. Движения крыла попрежнему редки, но при прижимании его к телу замечается незначительное разгибание предплечья. Между непрерывными движениями, продолжающимися минутами, наблюдаются паузы, от 11" до 25", во время которых как эмбрион так и среда спокойны. После такого непродолжительного покоя начинаются активные движения эмбриона в виде быстрых вздрагиваний. Движение среды теперь носит иной характер: а именно, среда начинает двигаться вследствие тех толчков, которые сообщаются ей при каждом активном вздрагивании эмбриона. Этот момент подмеченный нами, имеет чрезвычайно важное значение; появление активного вздрагивания эмбриона должно указывать на созревание и активирование более сложного нервного механизма, который качественно отличается от нервной деятельности, проявлявшейся еще на 6-ой день.

В период появления отмеченных общих вздрагиваний трудно было установить в какой части тела зарождались эти движения. Наблюдая, не отрывая взгляда, в течение одного часа и больше, на некоторых объектах удавалось установить лишь то, что у них большей частью появлялись движения начинающиеся со вздрагивания головы или крыла. Движения усложняются уже к концу 8-го дня эмбриональной жизни. Наряду с общими вздрагиваниями теперь намечаются зачатки некоторых расчлененных движений, которые в постэмбриональном периоде входят в комплекс поведенческих актов. Таковы, напр., движение клюва, размахивание крыльями, локальные движения пальцев. Но эти движения большей частью появляются в ответ на раздражение, производимое вследствие самих же спонтанных движений. При быстром схождении

голова и задние конечности сталкиваются, цепляя пальцами клюв и при этом часто клюв раскрывается. При расхождении наблюдается отхлывание хвостовой части, размахивание конечностей вверх, отдельное движение лапок с локальными ритмическими движениями, какие бывают при разгребательных движениях. Движение крыла легче наблюдается при сравнительном покое. Оно ритмично прихлопывается к телу и носит характер летательного акта.

На 9-ый и 10-ый день наряду с общими движениями уже отчетливо видны обособленные, порою строго локализованные движения. Эти расчлененные движения отчасти были зарожжены в предыдущем периоде на 8-ой день, отчасти же некоторые движения впервые появляются на 9 и 10-ый день. Вместе с тем, частота общих движений, характерных для раннего периода развития, уменьшается, а их интенсивность увеличивается. Расчлененные, локальные движения наблюдаются во всех частях тела; так напр., наблюдаются вращательные движения головы вокруг шеи 4—6 раз в 1 мин. Отдельные движения хвостовой части 2—3 раза в 1 мин., самостоятельные движения задних конечностей при покое хвостовой части 6 раз в 1 мин., отдельные движения стопы, сгибание коленного сустава, разгибание его быстрым толчком и медленное сгибание; сталкивание лапки с клювом и быстрое отдергивание, как бы от болевого укола. После покоя, который в среднем доходит до 10—50", слабым, но быстрым дерганием поднимается голова и вслед за этим наступает искривление спины и растягивание вверх и вперед задних конечностей; при этом происходит сильное движение среды. Но плавные движения желтка в виде прилива и отлива, нарушаются при быстрых ударах головы в желток, или при быстрых движениях конечностей. Ясно видно, что движение среды теперь больше подчинено движению эмбриона, чем это имело место в равных стадиях, когда наоборот кажется, что движение эмбриона обусловлено передвижением среды.

На 11.—14. дни рефлекторные акты характеризуются еще большим разнообразием и самостоятельностью локализованных движений. Движения головы и верхней части тела совершаются независимо от движения „схождения и расхождения“, причем, количество последних всего лишь 12—14 в 1'. Паузы между движениями 20—50". Кроме того появляются еще новые расчлененные движения: сильный толчек головы в желток и ритмичное поклевывание желтка; при сталкивании клюва и лапки быстрое клевание пальцев, на что вся ножка отдергивается еще быстрее. На 13-ый день ножка отдергиваясь не опускается пассивно, а совершает сгибание в суставах: Размахивание лапок и движение пальцев происходит при активном сгибании и разгибании суставов. Толчки бывают так сильны, что волнообразное движение среды доходит до верхушки яйца. К этому времени самостоятельное движение среды

значительно уменьшено. Движение крыла на 14-ый день также интенсивно, как и задних конечностей. Крыло сгибается и разгибается как в верхнем так и в нижнем суставах. При разгибании крыло потирает бедро, за этим следует ответное движение бедра с малой амплитудой и пальцы начинают быстро расходиться, производя как бы движения разгребания. Голова при своих движениях продолжительно касается голени и как бы поклевывает кожу голени, на что вся нижняя конечность совершает быстрые ответные движения то назад, то вперед, то вниз, то вверх, не удаляясь от клюва. Если при сталкивании пальцы касаются челюсти под клювом, то голова быстрым поднятием откидывается назад. Если же пальцы касаются клюва, то быстро откидывается конечность.

Наблюдая все эти движения, приходим к убеждению, что быстрые сталкивания частей тела, о чем указывалось и выше, особенно клюва, кончиков пальцев и крыла, являются внешним раздражающим стимулом в эмбриональной жизни. Вместе с тем эти движения носят характер дифференцированных рефлекторных актов.

Можно думать, что к концу 14-го дня развития эмбрион обладает почти что законченным рефлекторным механизмом и ц. н. с. к этому времени является зрелым органом, проявляя координированную деятельность.

С 15-го дня эмбрион становится крупнее, так что лежит в яйце более тесно. Оперение к этому времени уже хорошо заметно. Общие движения, как, например, схождение и расхождение, качательные движения, размах головной или хвостовой части, сравнительно редки и слабы. Но нельзя сказать, что наступает покой. Только характер движений становится иным. Они начинаются ударами — толчками клюва, ножки или крыла. Задняя конечность быстро сгибается вперед, касаясь пальцами головы. В это время пальцы начинают ритмично касаться головы, и должно быть, касаясь „яйцевого зуба“, быстро отдергиваются, расправляясь, насколько это позволяет емкость свободного места в яйце. Общее количество этих движений доходит за 1 мин. от 20 до 22-х. Движения интенсивные, быстрые и более локальные, продолжают до 1 мин. и сменяются покоем, продолжающимся минуту и больше. При этих движениях бросается в глаза интенсивное раскачивание главных сосудов (a. umbilicalis и v. umbilicalis).

Как видно с 15-го дня уже не происходит формирование каких-либо новых двигательных актов. После этого периода двигательные реакции эмбриона большей частью являются проявлением законченной спонтанной активности уже сформировавшейся ц. н. с. Исключение составляют реакции на раздражение головных рецепторов. Влияние звука проявляется только лишь в последние часы эмбриональной жизни,

а реакция на свет, по данным Кио, проявляется на 17-ый день. Это должно указывать, что функциональное развитие высших отделов головного мозга завершается несколькими днями позднее, чем спинного мозга.

На 17 и 18 день наблюдаются быстрые локальные движения отдельных частей тела, а общие движения едва заметны. Следует отметить, что разные объекты, в зависимости от их расположения под мембраной бывают не одинаково удобны для наблюдения отдельных частей их тела. О силе движения разных частей тела можно судить по раскачиванию пупочных сосудов над тем местом, где лежат голова или конечности. Наблюдаемое усиленное раскачивание пупочных сосудов, должно быть, зависит от усиленного потребления питательного желтка в этой стадии эмбрионального развития. Рядом и близко от этих сосудов, лежат другие, мелкие кровеносные сосуды, они не натянуты, лежат свободно, но не раскачиваются.

На 19—20-ый день эмбрион лежит скрюченный, уткнувшись головой в остаток желтка, заполняя собой полость яйца. Оперение полное. Под плотно прилегающей мембраной наблюдается движение шеи, головы, крыла и спины. Первое, что обращает на себя внимание в этом возрасте — это продолжительные паузы между движениями, доходящие до нескольких минут.

После паузы начинаются мелкие, зыбью пробегающие по спине движения. Они продолжаются от 15" до 30". Иногда движения возникают и заканчиваются в какой-либо части тела локально. Но большей частью эти движения как дрожь охватывают все тело. Судя по движению шеи, можно заключить, что клюв совершает клевательные движения.

Если во время покоя слегка дотронуться между плеч кисточкой с вазелином, то наблюдается моментальная реакция быстрым движением плеч, а за этим следуют мелкие движения по коже на спине, диффузно охватывающие все тело. Если таким же образом коснуться середины спины, то быстро выпячивается спина и отодвигается крыло двумя-тремя ритмичными движениями, а затем движения распространяются дальше. Эти движения возникающие в ответ на кожные раздражения, носят характер рефлекторной освободительной реакции, которые в более ранних стадиях не наблюдаются. Нужно отметить, что на 20-ый день движения становятся еще мельче и кратковременнее, чем на 19-ый. Периоды покоя продолжительнее — они доходят до 6'. Такого же характера движения продолжают и на 21-ый день. Эмбрион к этому времени меняет положение в яйце. К сожалению, нам ни разу не удалось наблюдать момент изменения этого положения. Голова уходит больше в сторону и вниз, так что под мембраной видна только спина.

Большинство объектов в этом возрасте находится в покое и только на прикосновение дает мелкие движения ограниченной, но довольно большой поверхности кожи, или общее сжигивание.

В этом возрасте иногда спонтанно слышны звуки в виде писка. На постукивание же по скорлупе эмбрион всегда отвечает движением и писком.

К концу 21-го дня, когда цыпленок проклевывает скорлупу, наблюдаются интенсивные движения освободительного характера с паузами по $1\frac{1}{2}$ —3-х мин. При постукивании по яйцу эти движения сильнее, чаще и сопровождаются писком. Цыпленок выходит из скорлупы примерно через 12—16 часов после проклевывания. Нами велись наблюдения над характером двигательных ответных реакций и поведенческих актов также и в первые дни после завершения эмбриональной жизни. Опишем вкратце и результаты этих наблюдений. В процессе вылупления мокрый цыпленок кажется беспомощным. Но при тщательном наблюдении видно, что он достаточно организованно пользуется своими двигательными органами: клювом и головой совершает освободительные движения, каждый раз с успехом увеличивая щель мембраны и разламывая скорлупу; крыло перекидывает за край скорлупы и сгибанием слины переносит тело вперед; конечностями совершает как бы плавательные движения, а лапками — движения разгребания и, волоочась, покидает скорлупу. Все эти движения цыпленок совершает с большими интервалами. По мнению Кюо (13) смену движений периодами покоя нужно приписать утомляемости цыпленка при движениях. Но это предположение едва ли правильно, так как малейшее прикосновение до цыпленка в период покоя вызывает бурную освободительную реакцию с писком. Чередование фаз движения и покоя скорее должно быть проявлением спонтанной деятельности ц. н. с. в эмбриональном периоде, завершаемой в период окончательного вылупления, т. е. в тот период, когда среда полностью всасывается и алантоис высыхает. Для этой деятельности вероятно характерным должна быть смена возбуждения и покоя, что является биологически необходимым свойством при формировании эмбриона. Эта чередующаяся активность ц. н. с. сменяется качественно новой деятельностью уже с началом постэмбриональной жизни животного. Через 1—2 часа после вылупления цыпленок высыхает, но не сразу становится на ноги; он сидит, опираясь на них тяжестью всего тела. Голову держит совершенно нормально, что указывает на достаточную зрелость тонического рефлекса шейных мышц к этому времени.

В таком сидячем состоянии он перемещается производя фааные движения, пользуясь крыльями и удерживая таким образом, равновесие всего тела. Иногда он делает попытку выпрямления, но быстро снова

оседает. Эта попытка выпрямления очевидно вызвана раздражением рецептивного поля статического рефлекса опоры.

Нужно полагать, что в основном все элементы локомоции достаточно развиты, но мышцы нижних конечностей в эмбриональной жизни еще не приспособляются поддерживать тяжесть собственного тела. Это должно зависеть от того обстоятельства, что в продолжение всей эмбриональной жизни мышцы нижних конечностей не имеют тренировки для совершенного оформления рефлекса стояния. Скорее всего нужно допустить, что нет еще соответствующего развития мышечной системы. Но возможно, что это зависит также от недоразвитости проприоцепторов или от того, что импульсы, идущие от них, не передаются на двигательные нейроны. Все это требует специального изучения.

Через 17—20 часов цыпленок на конечностях опирается лучше, но при передвижении часто опускается; передвижение совершает быстрыми порывистыми шагами. Локомоция становится нормальной лишь через двое суток.

Рефлекс положения уже по вылуплению является вполне нормальным; если цыпленка уложить на спину или на бок, он переворачивается совершая для этого все надлежащие движения.

Клевательные движения по вылуплению редки, но они всегда бывают направлены в какую-либо одну точку, но клевание пищи и глотание начинаются позже, примерно через сутки.

В этот период буквально на всех объектах наблюдается „искание убежища“. Если цыпленка плотно прикрыть ладонью, он спокойно усаживается, стараясь поудобнее и глубже запрятать голову и постепенно впадает в дремотное состояние. Но если в это время убрать руку, цыпленок тотчас же или через несколько секунд начинает беспокойно двигаться и с писком поднимает голову. Если прикрыть ладонью все тело, оставляя свободным голову, цыпленок старается повернуться и запрятать голову. Если это ему не удастся он с писком совершает освободительные движения. Но если прикрыть цыпленку только голову, он делает попытку втиснуться полностью под ладонь, а если это ему не удастся, то в таком положении, т. е. когда под ладонью находится только голова, он все-таки легко успокаивается. Как правило, бездвижение и дремотное состояние легче наступают при прикосновении к головной части, чем отдельно к туловищу. На легкое механическое точечное раздражение прикосновением к любой точке туловища цыпленок дает моментальную общую защитную реакцию, сопровождающуюся беспокойным писком. Можно было бы подумать, что бездвижение животного и его дремотное состояние вызывается согреванием тела при прикрытии ладонью, но это должно быть не так; во-первых, бездвижение в этом случае легче должно было наступить при покрывании ладонью

тела, чем при покрывании головы, а во-вторых, специальные опыты с одним лишь тепловым раздражением без наличия тактильного раздражения тепловыми лучами до 40° вызывало освободительную реакцию. А именно, в первый момент цыпленок, правда, приближался вплотную к источнику тепла, но через несколько секунд, т. е. после того, как цыпленок начинал обогреться он с писком ежится и удаляется от тепловой лампы, несмотря на то, что температура не была чрезмерно высокой и жгучей. В этот период реакции как на механическое, так и на тепловое раздражения носят диффузный характер. Реакции становятся более локальными лишь через 7—8 дней: так напр., если наводить луч тепла на крыло, цыпленок через несколько секунд начинает быстро чесать крыло клювом.

Таким образом в первые дни постнатального периода на любое слабое ограниченное периферическое раздражение, цыпленок реагирует диффузным движением.

С другой стороны, такое же слабое раздражение производимое на сравнительно большой поверхности тела (например, удерживание цыпленка рукой под ладонью или прикладывание руки к голове), вызывает обездвижение; но эта реакция выражена гораздо слабее в первые дни, чем в последующие дни, или у взрослых птиц. Эти наблюдения указывают, что явление общего торможения ц. н. с. обуславливающее с одной стороны, локализованную реакцию, а с другой, наступление обездвижения в первые дни постнатального периода выражено слабее, чем в последующие.

С постнатальным развитием животного, функциональное развитие ц. н. с. выражается повидимому в том, что усовершенствуется нервный субстрат для производства процесса торможения, чем и достигается локальная реакция той или иной части тела в ответ на периферическое раздражение. По воззрению Беритова (19) явление торможения должно обуславливаться активированием дендритной (нейропилной) массы ц. н. с. через синаптические окончания афферентных путей. Эти синапсы же по гистологическим данным (Windle) возникают в постэмбриональной жизни; очевидно у цыпленка общее торможение стало выраженным только тогда, когда синаптические окончания на дендритах появились в достаточном для активирования нейропиля количестве; чем большее количество образуется этих синаптических окончаний, тем сильнее становится процесс торможения. Этим самым обеспечивается нормальное и законченное функционирование как целого организма, так и отдельных органов, в смысле производства локализованных, координированных двигательных актов.

Таким образом, можно заключить, что окончательное формирование функциональной деятельности ц. н. с. для производства поведен-



ческих актов завершается уже после вылупления цыпленка через несколько дней; элементы же поведенческих актов формируются и завершаются в эмбриональной жизни, причем в формировании и эволюции этих элементов можно проследить определенную стадийность.

Выводы

Путем визуального наблюдения через неповрежденную внутреннюю мембрану яйца изучалось формирование и развитие нервной деятельности цыпленка. Наблюдения велись также в первые дни после вылупления животного из яйца.

В развитии нервной деятельности куриного эмбриона можно проследить несколько характерных стадий.

1. Еще до зарождения нервной деятельности, на 5-ый день появляются спонтанные, медленные, ритмичные раскачивания эмбриона, с ритмом 14—16 раз в минуту. Эти „качательные движения“ должны быть обуславливаются воздействием метаболитов на сократительные элементы эмбриона.

2. На 6-ой инкубационный день зарождаются некоторые из тех двигательных элементов, которые впоследствии входят в состав поведенческих актов цыпленка в виде их общих компонентов. Вновь зарождающиеся двигательные нервные акты протекают на фоне ритмичных спонтанных „качательных движений“, которые, с своей стороны, в этот период усилены и учащены. В последующие дни зарождаются все новые и новые двигательные акты, но они не носят характера строго локализованных движений — вплоть до 9-го дня инкубации.

3. На 9—10-ый день эмбриональной жизни отмечается новая стадия развития: наряду с общими движениями появляются обособленные, порою строго локализованные движения той или иной части тела. В дальнейшем эти локализованные движения характеризуются большим разнообразием и самостоятельностью. К концу 14-го дня развития функциональное созревание ц. н. с. эмбриона нужно считать в основном законченным.

4. С 15-го дня не происходит формирование каких-либо новых двигательных актов. Спонтанные движения становятся все реже и слабее.

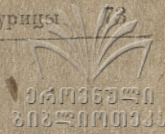
5. На 19.—20. день через большие промежутки времени отмечаются кратковременные, мелкие движения, зыбью пробегаящие по спине эмбриона. В этот период, т. е. в последней стадии эмбриональной жизни в ответ на слабое прикосновение к коже появляются быстрые рефлекторные движения освободительного характера, сопровождающиеся писком. Этот период завершается движениями проклеивания скорлупы и более интенсивными диффузными движениями освободительного характера.

В процессе проклеывания отмечается периодическая смена движения и покоя объекта. Эта периодичность должна быть проявлением спонтанной активности ц. н. с., характеризующейся сменой возбуждения и покоя.

6. По вылуплении из яйца цыпленок уже обладает готовым рефлекторным механизмом для совершения биологически необходимых поведенческих актов. Некоторые из этих элементов, как напр., акт локомоции, совершается не сразу, по вылуплении, что нужно приписать еще недостаточной тренированности и зрелости мышечного и проприоцептивного аппарата. Вместе с тем, двигательные реакции в ответ на кожные раздражения вначале носят диффузный характер и они становятся локализованными лишь через 7—8 дней постнатальной жизни. При обширных кожных раздражениях в первые же дни после вылупления наступает полное обездвижение животного, т. е. феномен общего торможения ц. н. с. Функциональное развитие ц. н. с. в первые дни постнатального периода, повидимому, должно выражаться в совершенствовании нервного субстрата для производства общего торможения; этим самым впоследствии достигается вызов локализованных движений в ответ на периферические раздражения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аристотель, О возникновении животных. Русск. перев., стр. 214, 1940.
2. S. Paton: Mitteilungen aus d. Zool. Station zu Neapel, Bd. 18, s. 535, 1906—1908.
3. G. E. Coghill, Anatomy and the problem of behavior. Русск. перев. 1934.
4. Г. Е. Когхилл, Пробл. неврол. и психиатрии, стр. 21, Госмедиздат УССР, 1939.
5. Anguio y Gonzales A. W.: J. of compar. Neurol., V. 55, p. 395, 1932.
6. W. F. Windle a Orr D. W.: J. Compar. Neurol., 60, 287, 1934.
7. J. Barcroft a D. H. Barron: J. comp. Neurol., 70, 477, 1939.
8. W. L. Straus a G. Weddel: J. Neurophysiol., 3, 358, 1940.
9. Z. Y. Kuo: J. exper. Zool., 61, 395, 1932.
10. Z. Y. Kuo: J. comp. Psychol., 13, 245, 1932.
11. Z. Y. Kuo: J. comp. Psychol., 14, 109, 1932.
12. Z. Y. Kuo: Am. J. Psychol., 51, 361, 1938.
13. Z. Y. Kuo: Psychol. Rew., 46, 93, 1939.
14. Z. Y. Kuo: J. Neurophysiol., 2, 488, 1939.
15. Z. Y. Kuo: J. comp. Neurol., 70, 437, 1939.
16. R. Z. Montalcini e T. Visintini: Bollettino della Societa Italiana di Biol. Sperimentale, 13, 976.
17. H. Tuge, J. comp. Neurol., 66, 157, 1937.
18. Шауинеланд, Цитир. по „Руков. по зоол.“, стр. 399, т. 6, изд. Ак. Наук СССР, 1940.
19. И. С. Бериташвили: Тр. Тбилиск. Гос. Универс., т. 19, 47, 1941.



ნერვული მოქმედების წარმოშობა და განვითარება ქათმის ემბრიონში

(რეზუმე)

ვიზუალური მეთოდის საშუალებით ჩვენ შევისწავლეთ ქათმის ემბრიონის ნერვული მოქმედების ფორმირება და განვითარება. ზრდაში მყოფი ემბრიონის მოძრაობის დაკვირვებისათვის ჩვენ კვერცხის ფართო ბოლოს ვაცლიდით ნაჭუჭს. შემდეგ, დაუზიანებელ შიგნითა აპკს ვეღვენთავდით ვახელინით. ამ საშუალებით იგი ხდებოდა გამჭვირვალე, რის შემდეგაც კვერცხის სათანადო გაშუქებით ვაწარმოებდით დაკვირვებას. დაკვირვებას აგრეთვე ვაწარმოებდით პოსტნატალური პერიოდის პირველ დღეებში. ქათმის ემბრიონის ნერვული მოქმედების განვითარებაში შეიძლება აღინიშნოს რამდენიმე დამახასიათებელი სტადია:

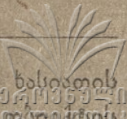
1. ჯერ კიდევ ნერვული მოქმედების ჩასახვამდე, ინკუბაციის მე-1 დღეს ჩნდება ემბრიონის სპონტანური, ნელი, რხევითი მოძრაობანი, რომელთა რითმი უდრის 14—16-ს მიწუტში. ეს „რხევითი მოძრაობანი“ პირობადებული უნდა იყოს მეტაბოლიტების შემოქმედებით ამინონის შემკუმშველ ელემენტებზე.

2. ინკუბაციის მე-8 დღეს ხდება ზოგიერთი ისეთი მამოძრავებელი ელემენტების ჩასახვა, რომელნიც შემდეგში გვევლინებიან, როგორც ცხოველის ქცევითს აქტებში შემავალი კომპონენტები. მამოძრავებელი ნერვული კომპონენტების ჩასახვა წარმოებს სპონტანურ „რხევით მოძრაობათა“ ფონზე, რომელნიც თავის მხრივ ამ პერიოდში უფრო ხშირდებიან და ძლიერდებიან. შემდეგ დღეებში ხდება სულ ახალი და ახალი ნერვული მამოძრავებელი აქტების ჩასახვა, მაგრამ ისინი არ არიან ზუსტად ლოკალიზებული ინკუბაციის მე-9 დღემდე.

3. ემბრიონალური სიცოცხლის მე-9—10 დღიდან აღინიშნება განვითარების ახალი სტადია: საერთოდ მოძრაობათა შორის აღინიშნება ცალკეული, ზოგჯერ ზუსტად ლოკალიზებული მოძრაობები სხეულის ამა თუ იმ ნაწილისა. შემდეგში ეს ლოკალიზებული მოძრაობანი ხასიათდებიან უფრო მეტი მრავალფეროვანებით და დამოუკიდებლობით. განვითარების მე-14 დღის დასასრულს ემბრიონის ც. ნ. ს. ფუნქციონალური განვითარება ძირითადად უნდა დამთავრებულად ჩაითვალოს.

4. მე-15 დღიდან რაიმე ახალი მამოძრავებელი აქტების ფორმირება უკვე აღარ ხდება. სპონტანური მოძრაობები უფრო იშვიათდება და სუსტდება.

5. მე-19—20 დღეს შესამჩნევია ხანმოკლე ტალღისებრი მოძრაობანი, რომელნიც დიდი ინტერვალებით გადარბიან ემბრიონის კანზე. ამ პერიოდში, ე. ი. ემბრიონალური ცხოვრების უკანასკნელ სტადიაში კანზე სუსტი შეხების საპასუხოდ მიიღება სწრაფი რეფლექსური, განთავისუფლების რეაქციის ხასიათის მოძრაობანი, რომელთაც მოჰყვება ცხოველის წივილი. ეს პერიოდი მთავრ-



დება გამოჩეკის აქტივ და უფრო ინტენსიური განმათავისუფლებელი, ხასიათის დიფუზური მოძრაობებით. გამოჩეკის პროცესის დროს აღინიშნება მოძრაობისა და შესვენების პერიოდული ცვლა. ეს პერიოდულობა უნდა მიეწეროს ც. ნ. ს. სპონტანურ აქტივობას, რასაც ახასიათებს აგზნებისა და მოსვენების მორიგეობითი ცვლა.

6. კვერცხიდან გამოჩეკისას წიწილას უკვე გააჩნია გამზადებული რეფლექსური მექანიზმი ბიოლოგიურად აუცილებელი ქცევითი აქტებისათვის. ზოგი ასეთი ელემენტები, როგორც მაგალითად, ლოკომოცია, არ წარმოებს გამოჩეკისთანავე. ეს შეიძლება მიეწეროს ქვედა კიდურების კუნთოვანი და პროპრიოცეპტორული აპარატის არა სავმარის გაეარჯიშებასა და მომწიფებას ემბრიონალურ პერიოდში.

მამონრავებელი რეაქციები კანის გაღიზიანების საპასუხოდ პოსტნატალური პერიოდის პირველ დღეებში ატარებენ დიფუზურ ხასიათს, ისინი ლოკალური ხდებათ მხოლოდ 7—8 დღის შემდეგ. ამ პერიოდში, კანის შედარებით ვრცელი ფართობის გაღიზიანების საპასუხოდ, მიიღება ცხოველის უმოძრაობა, ე. ი. თავს იჩენს ც. ნ. ს. ზოგადი შეკავების ფენომენი. პოსტნატალური ცხოვრების პირველ დღეებში ც. ნ. ს.-ის ფუნქციონალური განვითარება უნდა გამოიხატებოდეს იმ ნერვული სუბსტრატის საბოლოო ჩამოყალიბებით, რომლის შეშვეობითაც ხდრციელდება ზოგადი შეკავება. ამის შედეგად შესაძლებელი ხდება ლოკალურ მოძრაობათა გამოწვევა პერიფერიულ გაღიზიანებათა საპასუხოდ.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგიის კათედრა

(შემთვიდა რედაქციაში 1943. I. 30)

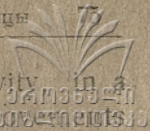
N. CHICHINADZE

ON THE RISE AND DEVELOPMENT OF NERVOUS ACTIVITY IN A CHICK EMBRYO

(Summary)

The formation and development of the nervous activity of the chick embryo was investigated by means of visual observation through the intact inner shell-membrane of an egg. Observations were made as well during the first few days after the hatching of the chicken.

It is possible to follow several characteristic stages in the development of the nervous activity of the chick embryo.



1. Already, before the appearance of the nervous activity, in a four day — old embryo there arise slow rhythmical swinging movements of the whole body of embryo, with a rhythm of 14—16 per minute. These movements must be conditioned by the influence of metabolites on the contractile elements of the amnion.

2. On the 6-th day of incubation, some of these motor elements originate which later on enter into the behaviour acts of the chicken, as their general components. The newly arisen motor nervous component of behaviour flow on a background of spontaneous rhythmical swinging movements, which become strengthened and more frequent in this period. In the following days, there come into being more and more new motor acts, but they do not bear yet the character of strictly localized movements up to the 9—10 day of incubation.

3. On the 9—10-th day of embryonic life a new development stage arises: along-side general movements there appear isolated ones, at times strictly local movements of some part of the body. Afterwards these localized movements are characterized by great variety and independence. Towards the end of the 14-th day of the development the unctional maturing of the central nervous system of the embryo must be considered as generally complete.

4. From the 15-th day, there does not take place the development of any new motor acts. Spontaneous movements become rare and weaker.

5. On the 19—20-th day at long intervals, there are recorded transitory small movements, like surge running along the spine of the embryo. During this period, i. e. in the last stage of embryonic life, if the skin is lightly touched, there appear quick reflex movements of a liberating character, accompanied by chirping. This period is completed by movements of cracking the egg shell and more intensive diffuse movements of a liberating character. During the process of breaking the egg shell, there is recorded a change of periods of movement and rest of the embryo. This periodicity must be the manifestation of spontaneous activity of the central nervous system, characterized by the alternation of excitation and rest state.

6. After hatching from the egg, the chicken already possesses a reflex mechanism ready for fulfilling biologically necessary acts of behaviour. Some of these elements, for instance, locomotion, are not completed at once after hatching, which must be due to the as yet inadequate training and maturity of the muscular and proprioceptive apparatus. Together with this, motor reactions in response to skin stimulations at first bear a diffuse character and they become localized only after 7—8 days of post — natal life. Extensive stimulation of the



skin during the first days after hatching causes complete immobility of the central nervous system. The functional development of the central nervous system the first days of the post-natal period, evidently must consist in the completion of the nervous substrate for the production of general inhibition; by this later one are brought about localized movements in response to peripheral stimulations.

А. Н. Джавахишвили

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ РЕЛЬЕФА И РАЙОНЫ ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ В ГРУЗИНСКОМ КАВКАСИОНИ

В литературе имеется уже несколько опытов геоморфологического деления Грузии и Кавказа. Авторы этих работ клали в основание своих делений различные принципы, да и задачи самого деления понимались различно разными исследователями. Поэтому считаю необходимым выяснить прежде всего свою точку зрения на задачи и принципы морфологического деления страны. Морфологическое деление какой-либо страны должно разрешать две задачи: во-первых, — установление геоморфологических типов рельефа и их взаимоотношений в пределах исследуемой страны, а во-вторых, — разделение исследуемой территории на геоморфологические области и районы, соответственно установленным геоморфологическим типам рельефа. Очевидно, и принципы геоморфологического деления страны, в зависимости от указанных двух задач, должны быть различны. Установление геоморфологических типов рельефа в какой-либо стране требует выяснения наличия типовых форм рельефа и их генезиса, т. е. выяснения морфографических и морфогенетических свойств, господствующих на определенной территории форм рельефа. В данном случае геоморфологическое деление базируется на принципах морфографического и морфогенетического методов исследований. Разграничение же в пределах исследуемой страны отдельных территорий с господством определенных типов рельефа требует определения пространственного размещения различных типов рельефа и установления закономерности в их размещении. В этом случае геоморфологическое деление базируется на принципах географо-геоморфологического метода исследования. Конечно, и номенклатура обоих видов геоморфологических делений должна быть согласована с указанными двумя задачами и принципами, т. е. должна отображать характерные геоморфологические особенности установленных типов рельефа и должна, с другой стороны, выражать разграничение выделенных территориальных единиц с распространением тех или других геоморфологических типов.



С точки зрения геоморфологических типов рельефа Грузии представляет большое разнообразие, благодаря сложности ее геотектонических и ее тектонических структур, благодаря чрезвычайному разнообразию ее литологического состава, благодаря многообразной деятельности экзогенных процессов и агентов при сложно сочетающихся физико-географических условиях и обстановках, благодаря различной длительности рельефообразующих процессов и благодаря различной интенсивности действия рельефообразующих факторов. По особенностям своего геотектогенеза и своей тектонической структуры, а также по своим геоморфологическим свойствам в Грузии различаются резко прежде всего три крупные территориальных части, которые располагаются поясами с общим протяжением с запада на восток и которые морфологически резко разграничены друг от друга; это — зона горной области Большого Кавказа, или по грузинской номенклатуре Кавкасиони, — зона южной горной области, или по нашей номенклатуре Южно-Кавказского нагорья, и — третья зона межгорных низин Грузии, разделяющая предыдущие две горные зоны. Каждая из этих трех крупных геоморфологических зон, отличаясь своим особым геотектогенезом, особой тектонической структурой, особенностями своей морфологии и морфогенеза и представленная различными комплексами типов рельефа, обнаруживает существенные различия в направлении с запада на восток, вдоль своего протяжения, как в геотектоническом, литологическом, так геоморфологическом отношениях, почему названные зоны могут быть подразделены еще на ряд геоморфологических областей, заключающих районы распространения отдельных типов рельефа. Таков общий план геоморфологического строения и сочетания геоморфологических типов рельефа Грузии.

В дальнейшем изложении будут даны краткие геоморфологические характеристики отдельных типов рельефа и указаны области их распространения в их взаимной геоморфологической и региональной последовательности.

КОМПЛЕКС ТИПОВ РЕЛЬЕФА СКЛАДЧАТОЙ, ЦЕПНОЙ, ГОРНО-ДОЛИННОЙ ЗОНЫ КАВКАСИОНИ

Геоморфологические особенности комплекса типов рельефа зоны Кавкасиони обуславливаются преимущественно, с одной стороны, ее геотектоническими свойствами, а с другой стороны, многообразными денудационными процессами, воздействовавшими на складчато-надвиговый субстрат этой горной страны. Геотектогенез этой зоны характеризуется многократными тектоническими движениями, — многократными орогеническими фазами и эпирогеническими циклами; наиболее интенсивные орогенические движения, наложившие свою печать и на морфо-

логию страны, относятся к концу нижнего мезозоя и к концу третичной системы. В результате первого из них возникшая тектоническая структура высокогорной части Кавкасиона, сложенная гранитами, кристаллическими сланцами и юрскими отложениями, испытавшая изоклинальную складчатость с опрокидыванием складок на юг и с раздроблением складчатой структуры рядом продольных разрывов на отдельные складчатоглыбовые обломки, образует верхний пояс зоны Кавкасиона с двумя геоморфологическими районами типов рельефа — высоких скалистых гребней с современным оледенением и высоких цепных гор с преобладанием продольных долин и со следами древнего оледенения. Второе наиболее интенсивное орогеническое движение конца третичного периода, охватившее вместе с высокогорными районами и более южные склоны Кавкасиона с меловыми и третичными отложениями, обусловило развитие в этой более южной части склона также складчатой структуры с разрывами и надвигами, но несколько в иной форме, чем в высокогорном поясе; да и денудационные процессы здесь выразились преимущественно в виде водно-эрозионных. Имевшие место интенсивные вулканические проявления на границе двух крупных орогенических движений, обусловившие развитие преимущественно в западной части вулканогенной свиты, нашло свое геоморфологическое выражение в образовании особого типа рельефа в районе развития этих пород.

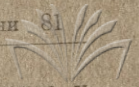
Южный склон Кавкасиона проявляет различия в своем геотектогенезе, в своей геотектонической структуре и в геоморфологическом облике не только в направлении с севера на юг, но и с запада на восток. Две линии, четко обрисовывающиеся в плане геоморфологического строения южного склона, идут почти под прямым углом к направлению общей тектонической оси складчатости Кавкасиона, в направлении с северо-востока на юго-запад, — одна вдоль водораздела между Черноморским бассейном и бассейном левых притоков р. Куры, а другая линия — вдоль северо-западной окраины огромной депрессии, тянущейся параллельно оси складчатости Кавкасиона и прижатой к Главному хребту. Эти две линии разграничивают западную, центральную и восточную части южного склона Кавкасиона. В каждой из этих частей типы рельефа и целые комплексы их являются не идентичными, что обуславливается различиями в каждой из этих трех частей южного склона геотектонических движений, тектонических структур и рельефообразующих процессов, что будет пояснено полнее ниже при характеристике отдельных типов рельефа.

I. Рельеф высоких скалистых гребней, петроморфный с современным оледенением

В морфографический состав данного рельефа входят, главным образом, отдельные горы, возвышающиеся на общем основании как Главного хребта, так и его высоких ответвлений, отдельные скалистые кряжи, возвышающиеся над ледниковым и фирновым покровом, скалистые и утесистые склоны с их многочисленными рывтинами, своей обнаженностью резко выделяющиеся на общем ледниковом фоне и усиливающие неприступность высочайшей зоны высокогорья, а также перевалы и промежуточные понижения между отдельными горными вершинами и возвышенностями с их ледниками и фирновыми полями. Этот высокогорный, скалистый, холодно-пустынный, ледниковый рельеф венчается наверху вершинами отдельных гор, заходящих высоко в пределы верхних слоев атмосферы и превышающих в среднем высоту в 3500—4000 м.; внизу же этот тип рельефа кончается там, где на смену области вечного снега и ледников выходит текучая вода, накладывающая своей эрозионной деятельностью иной отпечаток на последующий рельеф высокогорной области; здесь граница может быть проведена приблизительно по высоте границы постоянного снега или по средней годовой температуре 0°; но эта условная пограничная линия местами будет глубоко погружаться книзу вдоль ледниковых долин к концам этих ледников: в таком случае нижняя граница будет колебаться между высотами приблизительно 2000—2500 м.

Морфогенетически этот тип рельефа представляет область физического выветривания и по преимуществу — морозного, — область гравитационного перемещения продуктов разрушения и сноса этих продуктов ледниками и снежными массами, накопления их как на склонах, так и у основания гор, — область воздействия на рельеф как современного, так и древнего оледенений, — область максимального тектонического воздымания горной системы Кавказиони, — область обнажений древнейших магматических и метаморфических пород, — гранитов и кристаллических сланцев, и развития позднейших изверженных пород, главным образом в западной части этой горной системы, и — господства в восточной части сильно дислоцированных древнейших юрских отложений.

С указанными рельефообразующими факторами гармонирует и весь современный облик этого рельефа: в большинстве случаев пирамидальные и остроконечные вершины гор с утесистыми обнаженными склонами, расчленение поверхности, характерное для морозного выветривания и для ледниковой эрозии, выраженное в сильной трещиноватости и разрушенности поверхностей обнажений, выраженное в значительном распространении современных и древних каров и других форм



ледниковой эрозии — тропов, цирков, бараньих лбов, курчавых осыпей и россыпей, а также снежные и фирновые накопления и разнообразные ледниковые образования, распространенные по преимуществу в западной части рассматриваемого типа рельефа.

Преимущественно кристаллический характер петрографического сложения западной части гребневой области Кавказии вместе с преобладанием в ней современного оледенения, являющегося результатом высокого баланса влаги, получаемого от влияния теплого морского климата Черного моря, а с другой стороны господство осадочных флишевых отложений в петрографическом сложении восточной части гребневой области, вместе с уменьшением влаги и слабой выраженностью современного оледенения в последней, обуславливают некоторые различия в морфологическом облике между этими обеими частями, почему распространения этого типа рельефа могут быть разделены на западный и восточный подтипы, и на западный и восточный районы.

Описанный тип рельефа, помимо гребневой части Главного хребта Кавказии распространен также в многочисленных высоких, скалистых отрогах, отходящих от основного гребня, в более значительных хребтах, протягивающихся на большем или меньшем протяжении вдоль Главного хребта, а также в отдельных горных группах, мощными массивами воздымающихся в некотором отдалении от основной гребневой зоны. Не останавливаясь на основной гребневой области Главного хребта, назовем более значительные из указанных горных отрогов, хребтов и горных групп, для гребневой части которых также характерен описанный выше тип рельефа; последний встречается на следующих отрогах, хребтах и горных группах:

- отрог водораздельный между долиной р. Мзымта и долинами притоков р. Бзыби-Юпшары и Лашипсе, с вершиной г. Агелста 3260 м,
- отрог Клыч — между долинами р. Гвандра, с вершиной 3110 м,
- отрог Гогоу — между долинами р. р. Гвандра и Секен, с вершиной 3270 м,
- отрог Харихра — между долинами р. р. Секен и Ненскыра, с вершиной 3709 м,
- отрог Штавлер — между долинами р. р. Ненскыра и Накра с вершиной 3865 м,
- отрог Цалгмыл — между долинами р. р. Накра и Долра, с вершиной 3990 м,
- отроги, оканчивающиеся горою Ушба, 4710 м, и расположенные между долинами р. р. Долра и Тибер,



отрог, отходящий от г. Зикара с вершиной Брут-сабздеми, 3025 м, хребет Бзыбский или Чедымский, водораздельный между вершиной долиной р. Бзыби и долинами р. р. Гумиста и Келасури, с вершиной Химса 3025 м, хребет Сванетский, с вершинами Ляйла 4004 м и 3985 м, хребет Мегрельский, с вершиной Лахумурас-дуды 3264 м, хребет Тушетский, с вершинами Комито 4275 м и Дикло 4276 м, горная группа Гимарай-хох, 4776 м, — Казбек 5043 м, горные группы в северной Хевсуретии с вершинами Куру 4092 м, Шино 3917 м, Шан 4428 м, Киденаис-Магали 4219 м, Махис-гали 3927 м, Мартини 3951 м, горная группа Тебуло — Адунта с вершиной 4505 м.

II. Рельеф горно-долинный, складчатой структуры

Этот тип рельефа развит по всему склону Кавкасиони, начиная сверху от начала долин и кончая выходом последних на предгорные равнины; верхняя граница этого рельефа лежит приблизительно на высоте 2000—2500 м над ур. м., а нижняя спускается резко в зависимости от высоты выхода долины на предгорные равнины: так, долины, открывающиеся в Колхетскую низменность и равнину, спускаются наиболее низко, а долины, выходящие на Кахетинскую и Карталинскую равнины, оканчиваются сравнительно высоко, — в среднем на высоте 400—500 м в первом случае и на высоте 500—800 м во втором случае; так что вертикальное падение рассматриваемого типа рельефа колеблется приблизительно между 1500—2000 м. Горизонтальное протяжение области горно-долинного рельефа варьирует в нескольких десятках километров: наименьшее оно на Кахетинском склоне и составляет приблизительно 20—30 км, а наибольшее по линии долин р. р. Ингури и Риони, в западной части склона, и долин р. р. Арагви и Ксани в восточной части, где горизонтальное протяжение склона колеблется приблизительно между 35 и 80 км.

В указанных пределах область горно-долинного рельефа обнаруживает значительные различия в своем литологическом составе, в своем отношении к действию экзогенных агентов и процессов, в условиях развития рельефа в зависимости от воздействия древнего оледенения и эпейрогенических движений и влияния остальных рельефообразующих факторов. Поэтому тип горно-долинного рельефа варьирует в некоторых пределах в зависимости от того, какому из рельефообразующих факторов принадлежит главнейшая роль в выработке отличительных морфологических особенностей. Общей же и основной особенностью рельефа всей данной области является эрозионно-денудационный и складчатый его характер; эти общие и основные рельефообразующие

факторы, однако, находят опять различное выявление в отдельных частях данной области.

Закономерность в развитии рельефа различных морфологических подтипов и в распределении их по склону рассматриваемой горной системы обуславливается как тектоническими, так и эрозионно-денудационными процессами. Кавкасион морфографически представляет двустороннюю цепную горную систему, своим южным склоном амфитеатрообразно поднимающуюся постепенно от депрессионной зоны межгорных равнин и низин к срединной гребневой линии Главного хребта. Крупные элементы рельефа, т. е. наиболее значительные хребты и большинство долин в своих верхних частях имеют более или менее согласованное протяжение, совпадающее в общем с основным тектоническим направлением, т. е. господствующим направлением складчатости и разрывов. С этой зональностью распределения как отдельных морфографических, так и тектонических элементов, согласуется зональное же протяжение петрографических элементов; чередование же всех этих элементов в вертикальном направлении обуславливает зональный же характер в проявлениях эрозионно-денудационных процессов. Поэтому деление горно-долинного типа рельефа на подтипы, а также самой области распространения их на районы, должно быть подчинено указанной закономерности.

РЕЛЬЕФ ВЫСОКИХ ЦЕПНЫХ ГОР, ТЕКТОМОРФНЫЙ С ПРЕОБЛАДАНИЕМ ПРОДОЛЬНЫХ ДОЛИН И ГЛАЦИОГЕННЫЙ

Из ряда типов горно-долинного рельефа, рельеф высоких цепных гор, тектоморфный и глациогенный занимает самое высокое местоположение и морфографически характеризуется общностью направления всех своих крупных форм рельефа, — значительных хребтов и верхних частей долин, ориентированных согласованно с основным тектоническим направлением всей горной системы Кавкасион, с СЗ на ЮВ, а также с З на В. Долины в своих верхних частях, вначале следующие за направлением хребтов, в дальнейшем постепенно принимают диагональное положение между граничащими хребтами, пока наконец, подойдя ближе к более южному хребту, не примут поперечного к последнему направления. Сравнительно более широкие в своем продольном протяжении долины в своей диагональной части становятся уже узкими, что еще более усмывается в поперечном протяжении долин.

Данный тип представлен в форме следующих крупных элементов рельефа: южного склона Главного хребта на большей части его протяжения, за исключением Кахетинского склона,

хребтов — Абхазского, замыкающего с юга верхние долины Абхазии, Сванетского, Мегрельского, Лечкумского, Шода-



Кедела, сопровождающего справа верхнюю долину и продолжающегося далее в виде водораздельного хребта между долинами р. р. Ардона и Деджора, хребтов — Двалетского, Мтиулетского, Ломисского, Пшагского и Тушетского,

верхних долин рек — Бзыби, Кодори (Чхалта и Секени), Ингури, Цхенис-цхали, Риони, Лиахеи, Ксани, Арагви, Пирикитской и Тушетской Алзани.

Рельеф высоких цепных гор, поднимающийся до истоков рек, в среднем до высоты 2000—2500 м, характеризуется глубоким расчленением, достигающим в некоторых частях долины до 3000 м, считая от средней высоты гребневой линии граничащих хребтов. Дна долины испытывают сильное падение и понижаются в некоторых случаях довольно низко, — до высоты 400—500 м; на большем же протяжении эти долины лежат на высоте 700 м. и более. Хребты, ограничивающие высокогорные долины подняты в среднем на высоту 3000—4000 м, причем северные из них и расположенные ближе к осевой линии всей горной системы Кавказиони обладают обычно несколько большею высотой и высятся несколько выше противоположных склонов. При таком глубоком расчленении рельефа, измеряемом в большинстве случаев в 1000—2000 м, склоны долин обладают большою крутизной и утесистостью, ослабевающими с приближением ко дну долины, которое к тому же испытывает и некоторое расширение; эти расширения высокогорных долин, разведенных друг от друга высокими, труднопроходимыми хребтами, явились издревле местами средоточия высокогорного населения Кавказиони.

Цепное расположение хребтов и долин отчетливо отображает характер тектонического строения данного рельефа, сложенного мощными отложениями глинистых сланцев и песчаников нижней юры, к которым на востоке примешиваются также сланцеватые мергели и темные известняки верхней юры и нижнего мела. Мощность одних нижнеюрских отложений в центральной и восточной частях достигает приблизительно 6000 м. Эти отложения сильно сжаты изоклинально в складки, опрокинутые на юг и уходящие под гранитную и кристаллическую зону с крутым падением к северу; крылья складок, имеющие часто одинаковое падение к северу, поставлены довольно круто, в 50—60°. Разрывы складок вдоль оси складчатости обуславливают образование крупных надвигов, а также местами грабенов, выраженных в рельефе в виде вытянутых высокогорных котловин.

В выработке рельефа высоких цепных гор с продольными долинами верхних течений вышеназванных рек принимало участие также древнее оледенение. Мощные диллювиальные ледники, спускаясь с греб-

невой области, далеко распространялись по этим продольным долинам и часто заполняли их. Эти диллювиальные долинныи ледники оставили в описываемом рельефе следы своего воздействия в форме долин трогового характера, в виде различных каровых образований, курчавых гор, в виде моренных отложений и других гляциогенных образований.

РЕЛЬЕФ ВЫСОКИХ СКАЛИСТЫХ ГОР, С ПРЕОБЛАДАНИЕМ ГЛУБОКИХ ПОПЕРЕЧНЫХ ДОЛИН, ПЕТРОМОРФНЫЙ, РАЗВИТЫЙ НА ВУЛКАНОГЕННЫХ ПОРОДАХ

К югу от области высоких цепных гор, сложенных по преимуществу нижнеюрскими сланцами, следует длинной и непрерывной полосой на юго-западном склоне Кавкасиони, от Юго-Осетии на востоке и до горной Абхазии на западе, область вулканогенной серии средней юры, достигающей мощности 1,5—2 км и сложенной преимущественно кластическими вулканическими накоплениями основных порфиритовых пород; эти породы выражены как весьма мощными брекчиями, так и мощными грубослойстыми туфами различной крупности, а частью туфогенными сланцеватыми породами; местами среди этой серии залегают пластовые покровы порфиритов. Эта мощная вулканогенная серия средней юры, свидетельствующая о вулканогенной фазе этого же времени, выразившейся эффузивными излияниями в сопровождении весьма мощной толщи кластических вулканических накоплений, налегает на сложно дислоцированный комплекс отложений лейаса и сама является сильно дислоцированной складчатостью и разрывами. Денудационная устойчивость пород порфиритовой серии обуславливает в области ее развития чрезвычайную скалистость рельефа, придающую характерную особенность морфологии данной области.

Другую особенностью морфологии этой области является развитие в ней преимущественно поперечных долин, прорывающих слои порфиритовой серии вкрест их простирания, тогда как в области развития нижнеюрских сланцев преобладающим является распространение продольных долин, обуславливающее цепное расположение слагающих хребтов и параллельное расчленение рельефа долинами.

Данный тип рельефа также, как и вышеописанные два типа, развиты на древнем складчатом субстрате Кавкасиони, испытавшем сильные орогенные движения еще задолго до альпийского орогенеза и благодаря последующим эпигенетическим движениям поднятом на значительную высоту. Таким вертикальным развитием обуславливается третья морфологическая особенность данного рельефа, выражающаяся в его глубоком расчленении, хотя в этом отношении рассматриваемый тип рельефа несколько уступает предыдущему, развитому еще сильнее в вертикальном направлении. Водно-эрозионные процессы проявляются



с особенной силой и они в своем направлении подчиняются не тектоническим направлениям, сколько общему для южного Кавказского положению эрозионного баазиса. Горы здесь поднимаются в среднем от 2000 до 3000 м; глубина же погружения долин между водораздельными хребтами и возвышенностями колеблется в среднем между 100 и 2000 м; высота дна долины, глубоко врезанных в рельеф, испытывает быстрое падение в пределах данного рельефа, между его верхней и нижней границами; при сравнительно небольшой ширине полосы распространения этого рельефа, в среднем 10—20 км, падение высоты дна у большинства долин весьма значительно и колеблется в среднем между 0,09 и 0,19; только для падения дна долин сравнительно больших рек области, — Ингури, Цхенис-цхали и Риони, указанный коэффициент уменьшается в пределах 0,02—0,03.

Описываемый тип рельефа развит исключительно на юго-западном склоне Кавказиони, где этот тип представлен в виде следующих форм:

Абхазский хребет, параллельный Главному хребту, с вершинами — Ацетуха 2540 м, Анчха 2729 м, Химса 3155 м, Шхалидзга 3029 м, Ахсирхва 2734 м и Журги 2292 м с его южными отрогами, водораздельными между верховьями р. р. Гумиста—Келасури—Амткель, с вершинами Шхалачи 2238 м, Амткель 2425 м.

Кодорский или Панавский хребет с вершиной Ходжал 3308 м и его южные отроги, водораздельные между верховьями р. р. Мокви-Галидзга и средним течением Ингури, с вершиной Куниашта 2554 м.

Западная часть Мегрельского хребта, с вершиной Лакумурашдуди 3264 м и его южные отроги, водораздельные между верховьями р. р. Магана—Хопи—Техури с вершинами Читагвала 3221 м, Тобаварчхели 2307 м, Цицкибали 2892 м, Длахунабу 2750 м и Лекудели 2240 м.

Широтный водораздельный хребет между р. р. Техури и Цхенис-цхали, с вершинами Цалмаги 2880 м, Цикури 3170 м, Сакерия 2939 м и Сазамтро 2915 м.

Западная часть Лечхумского хребта между верхним течением Цхенис-цхали и истоками р. р. Хопури, Ладжанури и Рицеули и отсюда на восток через Лухунис-цхали и нижнее течение Сакаура.

Узкая горно-долинная полоса, идущая в широтном направлении через Цхенис-цхали, выше Цагери, Ладжанура, Рицеули, к устьям Лухунис-цхали и Джоджора.

Северная часть Картло-Имеретского хребта с вершинами Билурта 2164 м и Лохони 1920 м.

Восточная часть Рачинского хребта с вершиной Сырх-Леберта 2860 м.

Водораздельный кряж между рр. Цхенис-цхали и Риони в 26 км 113517-0
312-1110333
жении их наибольшего сближения.

Юго-западный склон Рачинского хребта с бассейнами рр. Лахидара, Цхал-цитела и Тквибула.

РЕЛЬЕФ ИЗВЕСТНЯКОВО-КАРСТОВЫЙ

Данный тип рельефа развит главным образом в западной части Кавкасиони полосой, тянущейся по всему южному краю характеризуемого склона и граничащей с севера с полосой развития рельефа высоких скалистых гор и глубоких поперечных долин на вулканогенном субстрате. Южная граница развития данного рельефа выражена резко нижним краем уступа, которым заканчивается данный рельеф и за которым следует далее к югу уже зона низин Грузии; эта граница является также верхней границей распространения населенных пунктов в низинах Западной Грузии.

В строении этого рельефа принимают участие известняки преимущественно меловой системы, а местами, также верхне-юрские и нижнетретичные в пограничных частях полосы распространения известняково-карстового рельефа. Литологические особенности известняков играют главную роль в развитии характерных морфологических черт этого типа рельефа. Помимо влияния подземных карстовых процессов на формирование данного рельефа, видная роль принадлежит также и поверхностным карстовым процессам; последние имеют в рельефе свои особые морфологические проявления и непосредственно показывают роль известняковых пород в формировании данного типа рельефа под воздействием поверхностных вод. Влияние же складчатой структуры сказывается в пояском распространении этого типа рельефа в направлении в общем широтном. Мощный комплекс известняковых пород достигает 1500 м. Значительная крепость известняков, при отсутствии скольконибудь устойчивых пород в покрывающих известняки свитах, обуславливают препарировку известняковых ядер антиклиналей и в общем прекрасную их обнаженность почти везде; при господстве карстовых процессов, значительное же уменьшение поверхностного стока и сноса способствует сохранению известняковыми массивами их первоначальной формы. Ряд широтных хребтов данной области представляют прекрасные обнажения антиклиналей, совпадающих с направлением этих хребтов. В общем в рельефе с достаточной очевидностью вырисовывается тектоническая структура рассматриваемой области: возвышенности, обычно, представляют отпрепарированные ядра антиклиналей, а понижения — синклинали.

Вертикальное развитие известняково-карстового рельефа колеблется в среднем в пределах 1200—2500 м. Глубокие и часто каньоно-



образные долины и ущелья, врезаемые в эту средне-горную полосу, занимают в общем низкое положение.

На всем протяжении рассматриваемой области отчетливо проявляется и ряд других характерных морфологических особенностей известняково-карстового типа рельефа, а именно: слабое поверхностное расчленение рельефа, обусловленное значительным уменьшением поверхностного стока и имеющее своим последствием слабое и сравнительно редкое развитие поверхностной гидрографической сети и развитие крупного типа расчленения рельефа; образование глубоких и каньонообразных долин и ущелий в местах прохождения главных водостоков, обусловленное врезанием поверхностных вод в сравнительно однородные и значительно прочные известняковые толщи; развитие в верхних частях водораздельных возвышенностей утесистых и обрывистых карнизов значительного протяжения, обусловленных усилением процессов плоскостного смыва и сноса в верхних горизонтах возвышенностей, обращенных своей докатостью к более значительным понижениям рельефа; развитие платообразных и плоскогорных пространств, усеянных многочисленными и разнообразными карстовыми формами и образованиями и находящимися в различных стадиях развития карстового процесса; нахождение следов исчезнувших течений, как поверхностных, так и подземных, а также следов перехвата карстовых вод; развитие в местах выхода подземных карстовых вод многочисленных нещер и родников.

Реки западной Грузии перед своим выходом в низину пересекают эту известняково-карстовую полосу в крест простирания слагающих этот рельеф пластов и делят эту полосу на ряд известняковых массивов, в которых вышеуказанные морфологические особенности часто повторяются; однако эти участки, разведенные друг от друга глубокими каньонообразными долинами и ущельями, являются местами довольно суженными, или же они местами обрываются у самого берега моря, а местами резким уступом оканчиваются у верхнего края низинной зоны. Известняковый массив, развитый между рр. Псоу и Бзыби, спускается к самому берегу моря у Гагра. Бзыбский хребет на значительном своем протяжении с вершиной Дзыбра 2634 м представляет один из крупных массивов данной области; он простирается и по правую сторону среднего, широтного течения р. Бзыби. Между рр. Апста и Кодори известняковая широтная полоса пересекается средними течениями Гумиста и Келасури; от поворота течения р. Кодори из широтного в юго-западное известняковая полоса испытывает сильное сужение до долины р. Ингури, после чего она несколько расширяется и расчленяется верховьями р. Чанис-цхали и верхними течениями рр. Хопи и Техури. К востоку же от р. Техури и до Цхенис-цхали распространяется обширное известняково-карстовое платообразное пространство

Аски. Отсюда на восток известняковая полоса раздваивается: северная, высокая ветвь ее тянется извилисто с запада на восток в виде восточного хребта, южные отроги которого спускаются далеко на юг к Тквибульской котловине; южнее же продолжение известняковой полосы идет от Цхенис-цхали к среднему течению Губис-цхали и отсюда к Риони у Кутаиси; далее простирается на восток через долины рр. Цхал-дителя, Дзуса, Буджа и до долины р. Кварила на протяжении от Зестапони и до Сачхери. Узкая известняковая полоса ответвляется у Зестапони на юго-восток и тянется вдоль долины р. Чхеримела почти на всем ее протяжении.

РЕЛЬЕФ ВСОХЛМЛЕННЫЙ, РАЗВИТЫЙ В ТРЕТИЧНОЙ СИНКЛИНАЛЬНОЙ ДЕПРЕССИИ

В западной части южного склона Кавказских гор развита широкая депрессия широтного протяжения, имеющая своеобразный характер всхолмленного рельефа и окаймленная высокими скалистыми хребтами и горными отрогами. Эта депрессия в своей западной части пересекается средним течением Цхенис-цхали между селениями Цагери и Ларчвали и средним течением Ладжанури между селениями Орбели и Сурамуши. Долины этих рек в указанных пределах образуют значительные расширения, а окрестности проявляют холмистый характер. Цхенис-цхали здесь протекает на высоте приблизительно 385—535 м, Ладжанури же на высоте 450—535; окрестности их возвышаются в среднем до высоты 750—850, а относительная высота между ближайшими пунктами колеблется в среднем между 200—300 м. Это — дно Лечхумской котловины, покрытое густо населенными пунктами.

Депрессия эта продолжается далее на восток вдоль долины реки Риони, имеющей здесь широтное направление и занимающей пониженную часть Рачи, — Квемо-рача, т. е. Нижнюю Рачу. Это — дно котловины Нижней Рачи. В пределах этой котловины р. Риони, занимающая самую пониженную ее часть, течет между селениями Гвардва и Квацхути у Хидис-кари на высоте 395—595 м по довольно широкому дну долины. Прилегающие с севера и с юга к этому плоскому дну левобережные и правобережные полосы котловины представляют всхолмленный рельеф с вертикальным развитием в среднем до 750—950 м, который отчетливо отграничивается от окаймляющих хребтов и горных отрогов резко выраженной по краю дна котловины полосой уступов.

Окаймляющие пониженные части котловины Лечхумской и Нижней Рачи высокие хребты и отроги протягиваются на северной и южной сторонах в общем широтном направлении, следуя общему протяжению всей депрессии. На южной стороне протягивающиеся горы принадлежат к известняково-карстовому поясу и представлены г. Мгэври 1693 м

между рр. Цхенис-цхали и Риони, а от Риони на восток — Рачинским хребтом с вершинами Тавшава 1773 м, Накерала 1570 м, Шадниш 1994 м, Вельтхейи 1992 м, Удабно 1893 м и Хика-мта 2240 м. Ограничивающие рассматриваемые котловины с севера возвышенности сложены юрской порфириновой серией, и только южные склоны и отроги этих возвышенностей, представленные меловыми известняками, составляют ближайшее окаймление днщ котловин. На западе Лечхумская котловина примыкает к известняково-карстовой возвышенности Асхи.

Весьма очевидное морфологическое различие между пониженной частью Рача—Лечхумской депрессии с характером всхолмленного рельефа, с расширенными днищами долин и вообще с мягкими чертами рельефа, с одной стороны, и высокими окаймляющими скалистыми хребтами и горными отрогами и узкими щелеобразными долинами, с другой стороны, обуславливается различиями в тектонической структуре, литологическом составе и различиями процессов их денудации. Лечхумская и Нижне-Рачинская котловины в тектоническом отношении представляют сложно построенную и опрокинутую к югу синклинальную депрессию, сложенную меловыми и третичными осадками; пониженные части этих котловин — срединные части синклинальной депрессии; окаймляющие же пониженную часть котловин высокие скалистые хребты и горные отроги — северное и южное крыло Лечхумо-Рачинской синклинали. Срединная часть синклинальной депрессии сложена сравнительно мягкими глинами и песчаниками олигоцена и миоцена; хребты же и возвышенности, протягивающиеся по краям этой срединной части, состоят из меловых и частью эоценовых и палеоценовых известняков; только базальтовый покров, развитый в средней части синклинали между селениями Микарцминда, Наманеви и Кедис-убаши, вытянутый в общем в широтном направлении и прикрывающий миоценовые осадки, образует на своей южной стороне выделяющееся на пониженной части синклинали значительное возвышение, достигающее 1355 м высоты.

Следовательно, резкое разграничение рассматриваемого типа рельефа окаймляющими кругом уступами от высоких скалистых хребтов и возвышенностей, низинное положение, его вытянутость в широтном направлении, является следствием его срединного положения в Лечхумо-Рачинской синклинали. Сравнительно пологое же залегание отложений в этой срединной части синклинали имеет своим последствием небольшие колебания в вертикальном развитии данного рельефа, а значительная податливость слагающих его пород денудационным процессам — развитие в общем мягких черт рельефа, всхолмленного типа рельефа, — а также широких днищ долин, как поперечных рр. Цхенис-цхали и Ладжанури, так и продольной р. Риони, усталых мощными аллювиальными наносами.

РЕЛЬЕФ МЕРИДИОНАЛЬНЫХ ЭРОЗИОННЫХ ХРЕБТОВ
И ПОПЕРЕЧНЫХ ДОЛИН

Этот рельеф развит в центральной части южного склона полосой к югу от рельефа высоких цепных гор с преобладанием продольных долин, и—преимущественно на меловом и отчасти на верхнеюрском и нижнетретичном складчатом субстрате. Характерной морфологической особенностью данного рельефа является общая покатость его к югу, к межгорной депрессионной зоне и, как следствие этого, эрозионное расчленение всей этой полосы на ряд параллельных эрозионных хребтов и долин меридионального направления. Межгорная депрессионная зона, таким образом, для всей данной полосы южного склона является местным базисом эрозии, куда по кратчайшему пути и направлены главные эрозионные каналы. Простираясь в широтном направлении и имея общую покатость на юг, данная область слагается хребтами, имеющими на значительном своем протяжении высоты в пределах 2000—3000 м, только своими южными концами понижающимися у края депрессионной зоны до высоты 1000—1500 м. Следовательно, в своем вертикальном развитии данный рельеф уступает рельефу высоких цепных гор с преобладанием продольных долин. В противоположность последнему в рассматриваемом типе рельефа продольные долины, согласованные с направлением тектонических линий, играют роль подчиненную главным эрозионным долинам, образуя боковые долины широтного или близкого к нему направления. Долины данного рельефа развиты на высоте в среднем от 1500 до 700 м и имеют глубину на большей части своего протяжения от 1500 и 750 м. Эти меридиональные эрозионные хребты и поперечные долины по направлению покатости всего склона, естественно, понижаются.

В плане морфографического построения описываемого типа рельефа наблюдается следующая особенность: от прямого меридионального направления, выявляемого средней частью рассматриваемой области, в долинах рр. Ксани и Мтиулетской Арагвы между селениями Пасанатури и Цихис-дзире, и в Алевском хребте, остальные главные элементы данного рельефа, главные долины и хребты, обнаруживают некоторое отклонение с северо-востока на юго-запад; это отклонение проявляют западная и восточная части данной области, а именно в западной части—долины Большой и Малой Лиахвы с притоком Паца, долина Меджуда и водораздельные хребты, расположенные между ними; в восточной же части—долины Пшавской Арагвы, Иори, Илто и Алазани, а также хребты Гудамакарский, Карталинский, Кахетинский и Тбатанский. Указанная особенность в плане морфографического построения данной области может быть поставлена в связь со взаимными расположениями



верхних денудационных уровней и нижних базисов эрозии отроговидных вышних частей этой области, — западной, центральной и восточной.

Северная, более широкая часть полосы данного рельефа сложена флишевыми отложениями нижнего и верхнего мела, причем нижне-меловой флиш представлен осадками сланцево-песчаникового характера с прослоями известковистых песчаников, общей мощностью около 1800 м; в бассейне р. Арагвы эта мощная сланцево-песчаниковая толща развита от широты Пасанаури к югу до Анаури. Отложения верхнего мела, общей мощностью около 1000 м, выражены главным образом известняками — красными, литографскими, зернистыми; нижние же горизонты образованы песчаниковыми и кремнистыми породами, а верхние — конгломератами из галек меловых пород и юрских порфиритов и мергелями различной твердости. Южная же, более узкая часть полосы данного рельефа представлена главным образом палеогеновыми отложениями: эоценовыми ярко-зелеными мергелями, известняковыми брекчиями с примесью порфиритовых и их туфовых кусков, темными сланцеватыми мергелями, рыбными мергелями и темными глинами, а также олигоценовыми песчаниками с прослоями глинистых пород. Общая мощность низветречных отложений доходит почти до 1700 м. Эта южная часть полосы, обладая более низким положением, отличается мягкими формами рельефа с характером предгорий.

Тектоническую особенность данной складчатой полосы, характеризующейся общим простиранием слагающих пластов в широтном направлении, переходящим местами в юго-восточное, составляет развите в северной части крупных складок, в которых нижне-меловой флиш чередуется с более узкими синклиналиными полосами верхне-меловых известняков; а южная полоса, представляя фронтальный пояс надвигов, обнаруживает чрезвычайно сложное строение. Данная складчатая полоса разбита рядом продольных надвигов, из которых один ограничивает эту полосу с севера, на месте встречи юрских отложений с нижне-меловыми, на широте несколько севернее Пасанаури, а другой надвиг — с юга, во фронтальной полосе надвигов. Северная часть данной складчатой полосы, выраженная большим числом сжатых и опрокинутых к югу складок, часто осложненных разрывами растянутых крыльев, со своей стороны ограничивается на юге значительным надвигом по пологой поверхности всего складчатого комплекса на еще более сложно построенную южную часть полосы из нижне-третичных отложений. Надвиги обычно развиты так, что синклинали, сложенные известняками верхнего мела, перекрываются с севера нижнемеловым флишем. Верхние крылья, прилегающие к этим довольно крутым разрывам, отличаются мелкой и прихотливой складчатостью. Более узкая южная полоса, к югу от широты Анаури и до указанной выше линии надвига, являющаяся фрон-

тальной частью рассматриваемой складчатой полосы, характеризующейся при своем чрезвычайно сложном строении, особенно значительными по своей амплитуде надвигами, которые местами кажутся крутоставленными чешуями; рядом же поверхности надвигов выполаживаются, и тогда проявляются значительные горизонтальные перемещения в виде покровов.

В состав рассматриваемой области входят следующие крупные морфологические формы:

- долины — верхних течений рр. Большой и Малой Лиахвы и притока Паца,
- верхних течений рр. Меджуда до сел. Биети и р. Рехула до сел. Захори,
- среднего течения р. Ксани до Ахалгори,
- нижнего течения Мтиулетской Арагви от Пасанаури,
- нижнего течения Гудамакарской Арагви,
- нижнего течения Пшавской Арагви от сел. Ило до Живали,
- Арагви от Живали до гор. Душети,
- верхнего течения Иора до сел. Сиони,
- р. Илто и верхнего течения Алазани до сел. Марианси;
- водораздельные хребты между — рр. Б. Лиахвы и Паца,
 - от г. Брут-сабдзели 3670 м до г. Паро 2589 м,
 - между Большой и Малой Лиахвы, от г. Ермани 3029 м до г. Саболоки 2121 м,
 - между Малой Лиахвы и Меджуда, от г. Певчура 3029 м до хребта Орбодзали 1954 м,
- хребет Харульский между р. Ксани с одной стороны и М. Лиахвы, Меджуда и Рехула с другой стороны,
- от г. Певчура до широты Ахалгори,
- хребет Алевский между Ксани и Мтиулетской Арагви, от г. Куркута 2857 м до широты Душети,
- хребет Гудамакарский между Мтиулетской и Пшавской Арагви, от г. Лутхуби 2569 м до сел. Живали,
- хребет Карталинский между Пшавской Арагви и Иора, от г. Миселури 2975 м до г. Ноджкети 1580 м,
- хребет Кахетинский между Иора и Илто, от вершины 2400 м до г. Бёртке 1461 м,
- хребет Тбатанский между Илто и Алазани, от г. Масара 3281 м до нижнего течения Илто.

РЕЛЬЕФ УЗКОГО, КРУТОГО СКЛОНА КАВКАСИОНИ, РАСЧЛЕНЕННОГО
ПОПЕРЕЧНЫМИ ЭРОЗИОННЫМИ ДОЛИНАМИ, РАЗВИТОГО НА
МЕЗОЗОЙСКОМ СУБСТРАТЕ

Это — рельеф левобережного склона долины Алазани, коротко и круто падающего с высокого гребня Главного хребта Кавкасиони, с высоты 2700—3100 м, к глубокой депрессии, вытянутой вдоль долины Алазани параллельно направлению Главного хребта и опущенной до высоты 500—200 м. Расстояние по воздушной линии между краем дна долины и гребневой линией составляет в среднем 15—20 км. Это — единственная область в Грузии, где южный склон Кавкасиони развит в рельефе так коротко, благодаря чему этот склон расчленен многочисленными короткими поперечными долинами в направлении с северо-востока на юго-запад, от верхнего денудационного уровня к нижнему базису эрозии, к названной депрессионной полосе. Претерпевая сильное падение с высоты 2500 м до 500 м в среднем на протяжении всего 20—25 км, левые притоки Алазани производят сильную разрушительную деятельность и выносят огромное количество продуктов разрушения в виде селевых потоков, отлагаемых у края долины в виде мощных отложений конусов выноса.

Энергичному развитию здесь эрозионных процессов способствуют также выходы голов слагающих преимущественно данный склон юрских песчаников и глинистых сланцев, падающих довольно круто на северо-восток при общем простираии с запада — северо-запада на восток — юго-восток. У левобережного края дна долины Алазани четвертичные отложения перекрывают на низком уровне меловые отложения, выходящие отдельными островами у самого края дна долины. Под этими новейшими четвертичными наносами погребена, видимо, большая часть меловых и третичных осадков. Дефект этих масс в рельефе описываемой области обычно рассматривается как результат громадного сброса, испытанного южным склоном на значительном протяжении его восточной части. Начало широкой Алазанской долины от конца короткого Накеральского хребта как бы выражает в рельефе исходный пункт этого погружения, продолжающегося далее далеко в том же юго-восточном направлении и за пределами Грузии — в Азербайджане.

В коротком, но сильном и глубоком расчленении, характерном для данного рельефа, должны были принимать участие помимо указанных факторов также процессы четвертичного оледенения, следы которых в виде вложенных нескольких террас развиты в нижних концах поперечных долин.

Сравнительно крупными формами данного рельефа являются: поперечные эрозионные долины левых притоков Алазани — Стори, Дидихеви, Лопота, Инцоба, Челти, Дуруджа, Бурса, Аванас-хеви, Шаро-

хеви, Ареши, Кабала, Каисубнис-хеви, Чартлис-хеви, и эрозивные в короткие отроги южного склона Кавкасиони, являющиеся водоразделами между выше перечисленными притоками Алазани, а именно отроги — Накерали, Сакорне, Андаризани и другие.

III. Рельеф вулканический

В центральной части высокогорного Кавкасиони, в пределах распространения рельефа высоких скалистых гребней и рельефа цепных гор с преобладанием продольных долин, развит рельеф вулканический, возникший в основном на складчатой структуре и на значительном протяжении своего распространения наложенный на первоначальный складчатый субстрат.

Морфографически рельеф этот характеризуется развитием разнообразных вулканических образований; в виде отдельных лавовых вулканов, вулканических массивов и нагорий, вулканических гряд, вулканических плоскогорий и покровов, вулканических потоков и небольших сопок.

Не обладая сплошностью распространения, названные формы вулканического рельефа, однако, являются развитыми в части Главного хребта в пределах Двалетского и Мтиулетского хребтов, а также Хохского хребта, с их северными и южными склонами, обращенными к бассейнам верховьев Терека, Арагви, Ксани и Лиахви, и этим, пожалуй, они обнаруживают свою приуроченность к общему простиранию высокогорных хребтов центральной части Кавкасиони, по обе стороны которых и группируются названные вулканические образования.

Указанные вулканические образования, по своему генезису, относятся к двум различным категориям. Одну из этих категорий составляют лавовые и шлаковые конусы, представляющие настоящие вулканические кратеры, образованные нагромождением обломков лавы или связкой лавовой массы, и, следовательно, не этим кратерам обязаны своим происхождением те мощные лавовые потоки, на которых эти кратеры сидят. Ко второй категории относятся экструзивные массивы, лакколиты, лавовые вулканы и трещины. Эта категория вулканических образований, обнимая морфологически довольно разнообразные формы, характеризуется тем не менее некоторыми общими генетическими признаками; они, во-первых, являются образованиями бескратерными или имеющими только кратероподобные углубления, скорее усадочного характера, затем это — вулканы чисто лавовые без рыхлых продуктов извержения и без признаков взрывов; вулканы эти приурочены к антиклинальным куполовидным сводам, часто впоследствии прорванным и разрушенным; это — образования моногенного типа, т. е. образования исчерпавшие свою эруптивную деятельность в один прием, или за один раз, или же последовательно без значительных перерывов; это — обра-



образования, возникшие часто независимо друг от друга на близкой дистанции, обладающие в смежных вулканах лавами иногда различными не только по структуре, но и по составу, и связанные с вулканическими очагами самостоятельными каналами. Характерной особенностью этих вулканических образований является, следовательно, отсутствие рыхлых продуктов извержений и туфов и подчиненная роль лавовых и шлаковых кратеров по сравнению с лавовыми вулканами, конусами набухания и трещинными излияниями. Тип вулканического аппарата находится в зависимости от количества вышатай лавы и от вязкости, обусловленной большей или меньшей кислотностью: лакколиты и экструзивные массивы образованы более кислыми лавами, лавовые же вулканы — более жидкоплавкими; в общем же все лавы принадлежат к одному семейству андезитов.

Вулканические образования рассматриваемого типа рельефа хронологически относятся к неовулканическим; более интенсивными вулканическими проявлениями отличаются палеоценов, миндельская ледниковая и следующая межледниковая эпохи, рисс-виюрмская межледниковая и виюрмская ледниковая эпохи; стадии отступления ледников — период ослабления вулканических проявлений, последних их вспышек; рисская ледниковая эпоха — период затишья вулканической деятельности.

Распространение этих вулканических образований можно приурочить к следующим трем районам: к восточному окончанию Хохского хребта с центром извержения Казбеги или Мкинвари, к восточному окончанию Двалетского хребта, где образуется горный узел, водораздельный между верховьями Арагви, Ксани, Лиахви и Тереком, и к широтному Мтиулетскому хребту, вытянутому между перевалом Джвари или Крестовым и массивов Чаохви.

К первой группе относятся следующие образования: прежде всего вулканический конус самого Казбеги 5043 м., воздвигшийся на гранитном основании, лавовые потоки, спускающиеся от Казбегского центра извержения по разным направлениям, — к селениям Цдо, Сакацети, Казбеги и Гергети, Арша, Мна, далее — боковые кратеры на юго-восточном склоне Казбегского массива, а именно: красный конус Сырх-сар 3671 м., сидящий на черном лавовом потоке, и другой боковой кратер Тхарцети 3430 м., от которого спускается поток к руслу Терека у сел. Сиони.

Водораздельная возвышенность между верховьями Арагви, Б. Лиахви и Ксани представляет величественную картину вулканического рельефа; здесь расстилается вулканическое плоскогорье Непис-кало (Царский ток) и вулканическое плато Кели. На расчлененном лавовом плоскогорьи возвышается бескратерный лавовый вулкан Непис-кало 3700 м., от которого распространяется в разные стороны лавовый пок-

ров, образующий на своей окраине, в зависимости от рельефа местности, отдельные потоки. На лавовом плато к востоку от оз. Кели возвышается шлаковый конус Нарвани 3250 м. На запад от Непис-кало в бассейне верховьев Б. Лиавхи широко развиты лавовые потоки, разлившиеся в местности Магландори, у селения Ходза и Эдиси, а также спускающиеся к Эрмани с центра извержения Фидар. На северном склоне Двалетского хребта, близь его восточного конца, возвышается двойной вулкан Хорисари 3770 м., от которого спускается к Тереку мощный лавовый поток, образующий Кассарскую теснину.

Мтиулетский хребет в свою очередь содержит ряд вулканических образований. К югу от Крестового перевала, т. е. в окрестностях Гудаури распространены лавы, спускающиеся по Арагви и по притоку Кадисхеви; здесь небольшой вулкан Сакохе представляет шлаковый конус 3080 м., сидящий на лаве. К конусу Сакохе примыкает лавовая гряда Садзели 3217 м., представляющий обширный центр извержения, от которого и спускаются мощные лавовые потоки Гудаура, разлившиеся по Арагви до сел. Квишети. На северном склоне Мтиулетского хребта возвышается лавовая гора Каваржени 3123 м., за которой широко растекается лавовый поток вдоль правого берега Терека между селениями Коби и Пхельши. В районе Бусарчильского перевала в верховьях Артхмос-цхали расположен вулкан Цители-дзир, имеющий кратерообразный облик, увенчанный лавовой сопкой и представляющий скорее лакколитообразный массив или экстррузивный конус. К северу от гребневой вершины Милиони, в верховьях одноименной речки расположен лавовый купол Милиони, состоящий из красной лавы и имеющий, вероятно, интрузивное происхождение. В районе Архотского перевала у сел. Бло имеется еще небольшой дацитовый лакколит Калько. На своем восточном конце Мтиулетский хребет заканчивается скалистым диабазо-габровым массивом Чаохи, являющимся самым восточным крупным интрузивным массивом, по окраинам которого отходят интрузивные и эффузивные пласты, переслаивающиеся со сланцами.

Схема геоморфологических типов рельефа и районов их распространения в Грузинском Кавказе



Геоморфологические типы рельефа

Геоморфологические районы

საქართველოს
ბუნებისმეტყველების
აкадеმიის

Комплексы	Группы	Типы и Районы	Области	Зоны
<p>Комплексы типов рельефа цепных гор, горно-долинного, складчатого-глыбового, складчатого-надвигового, простого складчатого, с вулканическими образованиями.</p>	<p>I Группа типов рельефа высоких, скалистых гребней, кристаллический и сланцевый, с современным оледенением.</p> <p>II Группа типов рельефа горно-долинного, скалчатой структур.</p>	<p>1. Тип рельефа высоких скалистых гребней с современным оледенением, кристаллический.</p> <p>2. Тип рельефа высоких скалистых гребней с современным оледенением, сланцевый, частично кристаллический.</p> <p>3. Тип рельефа высоких цепных гор, с преобладанием продольных долин, тектонический, глациогенный.</p> <p>4. Тип рельефа высоких скалистых гор, с преобладанием глубоких поперечных долин, развитый на вулканических породах.</p> <p>5. Тип рельефа средневысотных гор, известняково-карстовый.</p> <p>6. Тип рельефа всхолмленный, развитый в третичной синклинальной Рача-Лечхумской котловине.</p>	<p>I Область гребневая.</p> <p>II Область высокогорная и среднегорная.</p> <p>а) подобласть — западная.</p>	<p>Зона горной системы Кавказа.</p>

б) область восточная.

7. Тип рельефа средневысотных, меридиональных, эрозийных хребтов и поперечных долин, развитый преимущественно на мелком субстрате.

8. Тип рельефа кругого и узкого Кахетинского склона Кавказов, расчлененного поперечными эрозионными долинами, развитого на древнем мезозойском субстрате.

9. Тип рельефа Прикавказского и Дзальско-Мтиулетского вулканического высокогорья с лавовыми вулканами, потоками и покровами.

III Группа типов вулканического рельефа.

III Область Центральная платообразного высокогорья.

XXVI ხ ტომში შენიშნულ შეცდომათა გასწორება

გვ.	სტრიქ.	არის	უნდა იყოს
2	ქვევ. 18	დამღევს	დამღევს
24	ზევ. 11	134—151	134—136, 139—151 (ჩუბინაშვილის ქრესტომ. 1863).
24	ქვევ. 12	(მ. 95)	(მ. 94)
37	ზევ. 2	იურიდიული წარმატებაა“.	ერის იურიდიული წარმატებაა“.
53	ქვევ. 11	„ფიცის მოკიდებას“	„ცოდვის მოკიდებას“