

АЗƏРБАЙЧАН ССР ЭЛМЛƏР АКАДЕМИЯСЫНЫН  
ХƏБƏРЛƏРИ  
ИЗВЕСТИЯ  
АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

№ 6  
И Ю Н Ъ  
1953

АЗƏРБАЙЧАН ССР ЭЛМЛƏР АКАДЕМИЯСИНЫН

**ХƏБƏРЛƏРИ**

**ИЗВЕСТИЯ**

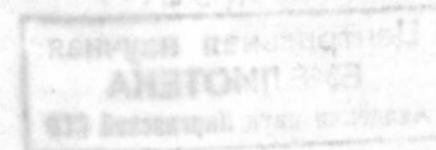
АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

№ 6

И ю н ь

1953

ГОД ИЗДАНИЯ ДЕВЯТНАДЦАТЫЙ



АЗƏРБАЙЧАН ССР ЭА НƏШРИЯТЫ  
ИЗДАТЕЛЬСТВО АН АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР  
БАКЫ-БАКУ

МҮНДЭРИЧАТ

М. Л. Расулов—Интегралланан функциянын хэtti дифференциал тэйлик үчүн гоюлмуш сөрһэд мөсөлөсинин „баш“ функцияларына нэээрэн тэфриги һаггында . . . . .	3
Х. М. Хәлилов—Газла доймуш вә доймамыш мәеләрин сыхлығы, сыхыла билмәси вә истидән кенишләнмәси әмсалларынын өйрәнилмәсинә даир . . . . .	29
Г. П. Тамразян—Абшерон ярымадасынын мәнсулдар гат кәсилишинин рекионал ритм чөкүнтүләринә бөлүнмәси . . . . .	43
В. Л. Егоян—Кичик Гафгазын шәрһиндә үст тәбашир вулканизми вә ультра-әсас интрузиялары . . . . .	57
Н. И. Бурчак-Абрамович—Абшерон ярымадасында вә Чәнуби Уралда эластометрия тапынтылары . . . . .	75
Нуреддин Керемов—Дәвәчи районунун Ноһурлар кәнди әразисиндәки көлләр һаггында . . . . .	91
А. Х. Тагызәдә—Ишләнмиш гумбринин памбыг биткисинин су режимиә тәсйири . . . . .	103
Һ. Һ. Гурбанов—Битки ярагындакы һүчәйрә ширәсинин осмотик тәзйиги илә бу тәзйиги памбыг тор кәнәчәйини өзүнә чөлб этмәк дәрәчәси арасындакы әләгә . . . . .	109

СОДЕРЖАНИЕ

М. Л. Расулов—Разложение интегрируемой функции по главным функциям граничной задачи обыкновенного дифференциального уравнения . . . . .	3
Х. М. Хәлилов—К изучению плотности, сжимаемости и термического расширения жидкостей, насыщенных и не насыщенных газом . . . . .	29
Г. П. Тамразян—Расчленение разреза продуктивной толщи Апшеронского полуострова на региональные ритмы отложений . . . . .	43
В. Л. Егоян—Верхнемеловой вулканизм и ультраосновные интрузии восточной части Малого Кавказа . . . . .	57
Н. И. Бурчак-Абрамович—Находки эластометрия на Апшеронском полуострове и Южном Урале . . . . .	75
Нуреддин Керемов—Об озерах сел. Ноурлар Дивичинского района . . . . .	91
А. Х. Тагызәдә—Влияние отработанного гумбринна на водный режим хлопчатника . . . . .	103
Г. Г. Гурбанов—Связь между осмотическим давлением клеточного сока листьев растений и степенью их привлекательности для хлопкового паутинового клеща ( <i>Tetranychus urticae</i> Косн) . . . . .	109

п 5910  
Центральная научная  
БИБЛИОТЕКА  
Академии наук Киргизской ССР

М. Л. РАСУЛОВ  
РАЗЛОЖЕНИЕ ИНТЕГРИРУЕМОЙ ФУНКЦИИ  
ПО ГЛАВНЫМ ФУНКЦИЯМ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧИ  
ОБЫКНОВЕННОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ

I.

Исследование вычетного метода решения некоторых смешанных задач уравнений математической физики привело нас к задаче разложения произвольной интегрируемой функции в ряд по собственным функциям граничной задачи для обыкновенного дифференциального уравнения с непрерывными коэффициентами.

При решении некоторых задач математической физики мы пользовались (см. [1], § 4, 5) важной и более общей теоремой Тамаркина [2] о разложении произвольной интегрируемой функции в ряд по главным\* функциям граничной задачи обыкновенного линейного дифференциального уравнения с непрерывными коэффициентами, зависящими от комплексного параметра.

Однако дальнейшее исследование вычетного метода решения смешанных задач уравнений математической физики привело нас к более общей проблеме разложения произвольной интегрируемой функции в ряд по собственным функциям граничной задачи обыкновенного дифференциального уравнения с кусочно-непрерывными коэффициентами.

Поэтому вытекает естественная надобность переноса исследования Тамаркина [2] на случай граничной задачи для обыкновенного дифференциального уравнения с кусочно-непрерывными коэффициентами, зависящими от комплексного параметра, т. е. необходимо дать формулу разложения интегрируемой функции в ряд по главным функциям упомянутой граничной задачи, чему и посвящена настоящая работа.

II. Асимптотическое выражение решения дифференциальных уравнений, содержащих параметр

Тамаркиным доказана следующая теорема [2] (эта теорема еще раньше была доказана Биркоффом [3]).

\* В разделе IV этой работы дается понятие главной функции граничной задачи.

Теорема 1. Пусть коэффициенты дифференциального уравнения

$$\frac{d^n y}{dx^n} + P_1(x, \lambda) \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \dots + P_n(x, \lambda) y = 0 \quad (2,1)$$

удовлетворяют следующим условиям:

1°. В области  $|\lambda| \gg R_0 > 0$  функции  $P_i(x, \lambda)$  допускают разложение

$$P_i(x, \lambda) = \lambda^i \sum_{j=0}^n p_{ij}(x) \lambda^{-j} \quad (i = 1, 2, \dots, n),$$

где коэффициенты  $p_{ij}(x)$  непрерывны и равномерно ограничены на интервале  $(a, b)$ .

2°. Функции  $p_{i0}(x)$  ( $i = 1, \dots, n$ ) обладают непрерывными производными второго порядка, функции  $p_{i1}(x)$  ( $i = 1, \dots, n$ ) обладают непрерывными производными первого порядка на  $(a, b)$ .

3°. Характеристическое уравнение

$$\Phi(\theta) = \theta^n + p_{10}(x) \theta^{n-1} + \dots + p_{n0}(x) = 0$$

имеет простые корни  $\varphi_1(x), \dots, \varphi_n(x)$ , которые различны при всех  $x \in (a, b)$ .

4°. Существует такая бесконечная часть  $D$  области  $|\lambda| \gg R_0$ , в которой

$$\operatorname{Re} \lambda \varphi_1(x) < \operatorname{Re} \lambda \varphi_2(x) < \dots < \operatorname{Re} \lambda \varphi_n(x)$$

(здесь  $\operatorname{Re} \lambda \varphi$  означает действительную часть комплексной величины  $\lambda \varphi$ ) для всех  $x \in (a, b)$ .

Тогда существует фундаментальная система решений уравнения (2, 1), которая в области  $D$  может быть представлена в виде:

$$y_i(x, \lambda) = e^{\lambda \int_a^x \varphi_i(t) dt} \left\{ \eta_i(x) + \frac{E(x, \lambda)}{\lambda} \right\}, \quad (2,2)$$

где функции

$$\eta_i(x) = \frac{1}{\sqrt{\Phi'(\varphi_i)}} e^{-\int_a^x \Phi_i(\varphi_i) dt} \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (2,3)$$

$$\Phi'(\theta) = \frac{d\Phi}{d\theta}, \quad \Phi_i(\theta) = p_{11}(x) \theta^{n-1} + p_{21}(x) \theta^{n-2} + \dots + p_{n-11}(x) \theta + p_{n1}(x),$$

обладают непрерывными производными второго порядка и функции  $E_i(x, \lambda)$  непрерывны по  $x \in (a, b)$  и ограничены по  $\lambda$  в  $D$ . Формулы (2, 2) могут быть дифференцированы  $n-1$  раз по  $x$ , сохраняя каждый раз высший член по  $\lambda$ , так, что

$$\frac{d^s y_i(x, \lambda)}{dx^s} = e^{\lambda \int_a^x \varphi_i(t) dt} (\varphi_i(x))^s \lambda^s \left\{ \eta_i(x) + \frac{E}{\lambda} \right\} \quad (s = 0, \dots, n-1). \quad (2,4)$$

### III. Функции Грина для дифференциального уравнения с кусочно-непрерывными коэффициентами

Пусть имеем уравнение

$$L y = \frac{d^n y}{dx^n} + P_1(x, \lambda) \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \dots + P_{n-1}(x, \lambda) \frac{dy}{dx} + P_n(x, \lambda) y = f(x) \quad (3,1)$$

с кусочно-непрерывными коэффициентами

$$P_i(x, \lambda) = P_i^{(k)}(x, \lambda), \quad f(x) = f^{(k)}(x) \quad \text{при } x \in F_k,$$

где  $a_1 < b_1 = a_2 < b_2 = a_3 < \dots < a_{m-1} < b_{m-1} = a_m < b_m$ ,

$$F_k = \begin{cases} [a_1, b_1] & \text{при } k = 1 \\ (a_k, b_k) & \text{при } k = 2, 3, \dots, m, \end{cases}$$

при всяком комплексном параметре  $\lambda$  из замкнутой области  $D_0$ .

Рассмотрим задачу нахождения решения уравнения (3,1) при линейно независимых (для  $\lambda \in D_0$ ) граничных условиях

$$L_i(y) = \sum_{k=1}^m L_i^{(k)}(y_k) \equiv \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n \{ \alpha_{ij}^{(k)}(\lambda) y_k^{(j-1)}(a_k, \lambda) + \beta_{ij}^{(k)}(\lambda) y_k^{(j-1)}(b_k, \lambda) \} = 0. \quad (3,2)$$

Очевидно, линейная независимость граничных условий (3,2) эквивалентна условию:

При  $\lambda \in D_0$  ранг матрицы

$$A(\lambda) = \begin{pmatrix} \alpha_{11}^{(1)} \dots \alpha_{1n}^{(1)} \dots \alpha_{11}^{(m)} \dots \alpha_{1n}^{(m)} & \beta_{11}^{(1)} \dots \beta_{1n}^{(1)} \dots \beta_{11}^{(m)} \dots \beta_{1n}^{(m)} \\ \dots & \dots \\ \alpha_{m1}^{(1)} \dots \alpha_{mn}^{(1)} \dots \alpha_{m1}^{(m)} \dots \alpha_{mn}^{(m)} & \beta_{m1}^{(1)} \dots \beta_{mn}^{(1)} \dots \beta_{m1}^{(m)} \dots \beta_{mn}^{(m)} \end{pmatrix}$$

равен  $mn$ .

Пусть  $y_{ij}(x, \lambda)$  ( $i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m$ ) есть фундаментальная система частных решений однородного уравнения, соответствующего уравнению (3,1) на интервале  $F_j$ . Очевидно, тогда

$$y(x, \lambda) = y_i(x, \lambda) = c_{i1} y_{i1}(x, \lambda) + \dots + c_{im} y_{im}(x, \lambda) \quad (3,3)$$

будет общим решением однородного уравнения, соответствующего уравнению (3,1) при  $x \in F_i$ .

Обычным методом вариации постоянных  $c_{ij}$  получим общее решение уравнения (3,1) на интервале  $F_i$  в виде:

$$y(x, \lambda) = y_i(x, \lambda) = \sum_{j=1}^n c_{ij} y_{ij}(x, \lambda) + \int_{a_i}^x \left\{ \sum_{s=1}^n \frac{\delta_{ins}(\xi, \lambda)}{\delta_i(\xi, \lambda)} y_{is}(x, \lambda) \right\} f_i(\xi) d\xi,$$

где  $\delta_i(\xi, \lambda)$  есть детерминант Вронского от функций  $y_{i1}(x, \lambda), \dots, y_{in}(x, \lambda)$ , а  $\delta_{ins}$  — алгебраическое дополнение в нем элемента  $(n, s)$ .

Если за нижний предел интегрирования взять  $b_i$ , то общее решение уравнения (3,1), на  $F_i$  запишется в виде

$$y(x, \lambda) = y_i(x, \lambda) = \sum_{j=1}^n c_{ij}' y_{ij}(x, \lambda) + \int_{b_i}^x \left\{ \sum_{s=1}^n \frac{\partial_{ins}(\xi, \lambda)}{\partial_i(\xi, \lambda)} y_{si}(x, \lambda) \right\} f_i(\xi) d\xi.$$

Складывая эти общие решения и деля пополам общее решение уравнения (3,1) на интервале  $F_i$ , можем представить в виде

$$y(x, \lambda) = y_i(x, \lambda) = \sum_{j=1}^n c_{ij} y_{ij}(x, \lambda) + \int_{a_i}^{b_i} g_i(x, \xi, \lambda) f_i(\xi) d\xi \quad (i=1 \dots m), \quad (3,4)$$

где

$$g_i(x, \xi, \lambda) = \pm \frac{1}{2} \sum_{s=1}^n z_{is}(\xi, \lambda) y_{si}(x, \lambda), \quad \begin{matrix} + \text{ при } x \geq \xi, \\ - \text{ при } x < \xi, \end{matrix} \quad (3,5)$$

$$z_{is}(\xi, \lambda) = \frac{\partial_{ins}(\xi, \lambda)}{\partial_i(\xi, \lambda)}. \quad (3,6)$$

Подставляя общее решение (3,4) в граничные условия (3,2), получим систему уравнений

$$\begin{aligned} & \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n \{ (\alpha_{ij}^{(k)}(\lambda) y_{ik}^{(j-1)}(a_k, \lambda) + \beta_{ij}^{(k)}(\lambda) y_{ik}^{(j-1)}(b_k, \lambda)) c_{kj} + \dots \\ & + (\alpha_{ij}^{(k)}(\lambda) y_{nk}^{(j-1)}(a_k, \lambda) + \beta_{ij}^{(k)}(\lambda) y_{nk}^{(j-1)}(b_k, \lambda)) c_{kn} \} = \\ & = - \sum_{k=j}^m \int_{a_k}^{b_k} \left\{ \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}^{(k)} g_k^{(j-1)}(a_k, \lambda) + \beta_{ij}^{(k)} g_k^{(j-1)}(b_k, \lambda) \right\} f_k(\xi) d\xi \quad (3,7) \end{aligned}$$

(здесь  $y_{ik}^{(j-1)}$ ,  $g_k^{(j-1)}$  обозначают производную порядка  $j-1$  для определения постоянных  $c_{kj}$  ( $j=1, \dots, n$ )).

Принимая обозначения

$$u_{ij}^{(k)} = L_i^{(k)}(y_{jk}) = \sum_{s=1}^n \{ \alpha_{is}^{(k)} y_{jk}^{(s-1)}(a_k, \lambda) + \beta_{is}^{(k)} y_{jk}^{(s-1)}(b_k, \lambda) \} \quad (3,8)$$

детерминант системы (3,7) можем представить в виде

$$\Delta(\lambda) = \begin{vmatrix} u_{11}^{(1)} & \dots & u_{1n}^{(1)} & \dots & u_{11}^{(m)} & \dots & u_{1n}^{(m)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_{m1}^{(1)} & \dots & u_{mn}^{(1)} & \dots & u_{m1}^{(m)} & \dots & u_{mn}^{(m)} \end{vmatrix} \quad (3,9)$$

Решая систему (3,7) [в введенных обозначениях (3,8)] для определения постоянных  $c$ , получаем формулу:

$$C_{ij} = \quad (3,10)$$

$$\begin{vmatrix} u_{11}^{(1)} \dots u_{1n}^{(1)} \dots u_{11}^{(j)} \dots u_{1j-1}^{(j)} - \sum_{k=1}^n \int_{a_k}^{b_k} L_1^{(k)}(g_k) f_k(\xi) d\xi, u_{1j+1}^{(j)} \dots u_{1n}^{(j)} \dots u_{11}^{(m)} \dots u_{1n}^{(m)} \\ \dots \\ u_{m1}^{(1)} \dots u_{mn}^{(1)} \dots u_{m1}^{(j)} \dots u_{mj-1}^{(j)} - \sum_{k=1}^n \int_{a_k}^{b_k} L_{mn}^{(k)}(g_k) f_k(\xi) d\xi, u_{mj+1}^{(j)} \dots u_{mn}^{(j)} \dots u_{m1}^{(m)} \dots u_{mn}^{(m)} \end{vmatrix}$$

$\Delta(\lambda)$

где  $L_i^{(k)}(g_k)_x$  означает, что оператор, определенный формулой (3,8), применяется к  $g_k(x, \xi, \lambda)$ , как к функции от  $x$ .

Подставив полученные значения  $c_{ij}$  в общее решение (3,4), получим решение граничной задачи (3,1) и (3,2). Это решение в детерминантной форме представится формулой

$$y(x, \lambda) = y_i(x, \lambda) = \sum_{k=1}^m \int_{a_k}^{b_k} G_{ik}(x, \xi, \lambda) f_k(\xi) d\xi \quad \text{при } x \in F_i, \quad (3,11)$$

где

$$G_{ik}(x, \xi, \lambda) = \frac{\Delta_{ik}(x, \xi, \lambda)}{\Delta(\lambda)}, \quad (3,12)$$

$$\Delta_{ik}(x, \xi, \lambda) = \begin{vmatrix} d_k(x, \xi, \lambda), 0 \dots 0, y_{1i}(x, \lambda) \dots y_{ni}(x, \lambda), 0 \dots 0 \\ L_1^{(k)}(g_k)_x, u_{11}^{(1)} \dots u_{1n}^{(1)} \dots u_{11}^{(j)} \dots u_{1n}^{(j)} \dots u_{11}^{(m)} \dots u_{1n}^{(m)} \dots \\ \dots \\ L_{mn}^{(k)}(g_k)_x, u_{m1}^{(1)} \dots u_{mn}^{(1)} \dots u_{m1}^{(j)} \dots u_{mn}^{(j)} \dots u_{m1}^{(m)} \dots u_{mn}^{(m)} \end{vmatrix} \quad (3,13)$$

$$g_{ik}(x, \xi, \lambda) = \begin{cases} g_i(x, \xi, \lambda) & \text{при } k=i, \\ 0 & \text{при } k \neq i. \end{cases} \quad (3,14)$$

Функцию, определенную равенством  $G(x, \xi, \lambda) = G_{ij}(x, \xi, \lambda)$  при  $x \in F_i$ ,  $\xi \in F_i$ , будем называть функцией Грина задачи (3,1), (3,2). Очевидно, через функцию Грина решение задачи (3,1), (3,2) на  $[a_1, b_m]$  можно представить в виде

$$y(x, \lambda) = \int_{a_1}^{b_m} G(x, \xi, \lambda) f(\xi) d\xi. \quad (3,11^*)$$

Если введем обозначение

$$\bar{y} = \begin{vmatrix} y_1(a_1, \lambda) \\ \vdots \\ y_1^{n-1}(a_1, \lambda) \\ \vdots \\ y_m(a_m, \lambda) \\ \vdots \\ y_m^{(n-1)}(a_m, \lambda) \end{vmatrix},$$

то очевидно, что граничные условия (3,2) в матричной форме можно представить так:  $A(\lambda) \bar{y} = 0$ , где  $A(\lambda)$  — матрица коэффициентов  $\alpha_{ij}^{(k)}(\lambda)$ ,  $\beta_{ij}^{(k)}(\lambda)$  граничных условий (3,2).

Пусть  $B(\lambda)$  есть  $2m$ -мерная матрица, составленная из функций от  $\lambda \in D_0$ , определяющая другие граничные условия вида (3,2). Если существует неособенная  $m$ -мерная числовая матрица  $c$ , такая, что  $B(\lambda) = cA(\lambda)$ , то граничные условия, определяемые матрицей  $B(\lambda)$ , будем называть эквивалентными граничным условиям (3,2).

Легко видеть из выражения  $G_{ij}(x, \xi, \lambda)$ , что функция Грина не меняется при замене фундаментальной системы и граничных условий равносильными (эквивалентными) прежним граничным условиям и прежней фундаментальной системе.

#### IV. Полюсы функции Грина и представление ее главной части в окрестности полюсов

Как известно из теорем обыкновенных дифференциальных уравнений, если коэффициенты оператора  $L$  и граничных условий являются аналитическими функциями  $\lambda$  в замкнутой области  $D_0$ , то все величины  $y_{ij}(x, \lambda)$  ( $i=1, \dots, n, j=1, \dots, m$ ),  $\delta_i(x, \lambda)$ ,  $g_i(x, \lambda)$ ,  $u_{ij}^{(k)}$  ( $i=1, \dots, mn, j=1, \dots, n, k=1, \dots, m$ ),  $\Delta(\lambda)$  будут также аналитическими функциями  $\lambda$  в этой области. Тогда  $G(x, \xi, \lambda)$  есть мероморфная функция от  $\lambda$ , если только  $\Delta(\lambda) \neq 0$ .

Пусть  $\lambda_0 \in D_0$  есть нуль  $\Delta(\lambda)$ , причем  $\Delta(\lambda) \neq 0$  в  $D_0$ . Выбором эквивалентной фундаментальной системы  $y_{ij}(x, \lambda)$  и граничных условий  $L$  можно привести матрицу

$$\begin{vmatrix} u_{11}^{(1)} & \dots & u_{1n}^{(1)} & \dots & u_{11}^{(m)} & \dots & u_{1n}^{(m)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_{mn1}^{(1)} & \dots & u_{mnn}^{(1)} & \dots & u_{mn1}^{(m)} & \dots & u_{mnn}^{(m)} \end{vmatrix} \quad (4,1)$$

к диагональной форме:

$$\begin{vmatrix} (\lambda - \lambda_0)^{l_1} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & (\lambda - \lambda_0)^{l_2} & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & 0 & (\lambda - \lambda_0)^{l_{mn}} & \dots \end{vmatrix} \quad (4,2)$$

Вычислим функцию  $G(x, \xi, \lambda)$  при таком выборе фундаментальной системы и граничных условий.

Имеем

$$\begin{aligned} y(x, \lambda) = y_i(x, \lambda) &= \sum_{k=1}^m \int_{a_k}^{b_k} G_{ik}(x, \xi, \lambda) f_k(\xi) d\xi = \\ &= \sum_{j=1}^n c_{ij} y_{ij}(x, \lambda) + \int_{a_i}^{b_i} g_i(x, \xi, \lambda) f_i(\xi) d\xi. \end{aligned} \quad (4,3)$$

Очевидно  $g_i(x, \xi, \lambda)$  — аналитические, в окрестности  $\lambda_0$ , функции. Действительно, из выражения  $g_i(x, \xi, \lambda)$  легко видеть, что, единственно, полюсы  $g_i(x, \xi, \lambda)$  могли бы получиться при  $\delta_i(\xi, \lambda) = 0$ . Если  $\delta_i(\xi, \lambda) = 0$ , то  $y_{ij}(\xi, \lambda_0), \dots, y_{ni}(\xi, \lambda_0)$  были бы зависимы, что противоречит тому, что  $y_{ij}$  ( $i=1, \dots, m; j=1, \dots, n$ ) есть фундаментальная система.

Так как из граничных условий (3,2) имеем  $\sum_{i=1}^m L_k^{(i)}(y_i) = 0$ , то из (4,2) получаем

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m L_k^{(i)}(y_i) &= \sum_{i=1}^m L_k^{(i)} \left\{ \sum_{j=1}^n c_{ij} y_{ij} + \int_{a_i}^{b_i} g_i(x, \xi, \lambda) f_i(\xi) d\xi \right\} = \\ &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} L_k^{(i)}(y_{ij}) + \sum_{i=1}^m \int_{a_i}^{b_i} L_k^{(i)}(g_i)_x f_i(\xi) d\xi = 0. \end{aligned} \quad (4,4)$$

Или в обозначениях (3,8) это можем представить так:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} u_{kj}^{(i)} + \sum_{i=1}^m \int_{a_i}^{b_i} L_k^{(i)}(g_i)_x f_i(\xi) d\xi = 0.$$

Благодаря выбору  $u_{ki}^{(i)}$ , согласно (4,2) из последнего равенства получаем:

$$c_{kj}(\lambda - \lambda_0)^{l_{(k-1)n+j}} = - \sum_{i=1}^m \int_{a_i}^{b_i} L_k^{(i)}(g_i)_x f_i(\xi) d\xi,$$

или

$$c_{kj} = - \frac{\sum_{i=1}^m \int_{a_i}^{b_i} L_{(k-1)n+j}^{(i)}(g_i)_x f_i(\xi) d\xi}{(\lambda - \lambda_0)^{l_{(k-1)n+j}}} = - \frac{\sum_{s=1}^m \int_{a_s}^{b_s} L_{(k-1)n+j}^{(s)}(g_s)_x f_s(\xi) d\xi}{(\lambda - \lambda_0)^{l_{(k-1)n+j}}}.$$

Подставив найденные выражения  $c_{ki}$  в (4,3), получим:

$$\begin{aligned} y(x, \lambda) = y_i(x, \lambda) &= \sum_{j=1}^n \frac{y_{ij}(x, \lambda) \sum_{s=1}^m \int_{a_s}^{b_s} L_{(i-1)n+j}^{(s)}(g_s)_x f_s(\xi) d\xi}{(\lambda - \lambda_0)^{l_{(i-1)n+j}}} + \\ &+ \sum_{s=1}^m \int_{a_s}^{b_s} g_{is}(x, \xi, \lambda) f_s(\xi) d\xi. \end{aligned}$$

Меняя порядок суммирования по  $s$  и  $j$ , эту формулу напишем в виде:

$$y_i(x, \lambda) = \sum_{s=1}^m \int_{a_s}^{b_s} \left\{ - \sum_{j=1}^n \frac{y_{ij}(x, \lambda) L_{(i-1)n+j}^{(s)}(g_s)_x}{(\lambda - \lambda_0)^{l_{(i-1)n+j}}} + g_{is}(x, \xi, \lambda) \right\} f_s(\xi) d\xi. \quad (4,5)$$

Пусть  $l_1 \geq l_2 \geq \dots \geq l_\mu > l_{\mu+1} = \dots = l_{mn} = 0$  так, что  $(\lambda - \lambda_0)^{l_1}, \dots, (\lambda - \lambda_0)^{l_\mu}$  суть все элементарные делители матрицы (4,1).

Докажем, что

$L_{(i-1)n+j}^{(s)}(g_s)_x |_{\lambda=\lambda_0} = 0$  при  $k = (i-1)n + j = 1, 2, \dots, \mu$  хотя бы при одном  $s$ .

Пусть при одном  $k = (i-1)n + j$  и при всех  $s = 1, 2, \dots, m$

$$L_{(i-1)n+j}^{(s)}(g_s)_x |_{\lambda=\lambda_0} \equiv 0.$$

Тогда при этом  $k$  и при всех  $s$

$$L_{(i-1)n+j}^{(s)} \left( \int_{a_s}^{b_s} g_s(x, \xi, \lambda) f_s(\xi) d\xi \right) \Big|_{\lambda=\lambda_0} \equiv 0.$$

В таком случае из (4,4) будем иметь

$$L_k^{(i)}(y_{ij}) \Big|_{\lambda=\lambda_0} = 0 \text{ при всех } i \text{ и при этом } k.$$

Из этих последних двух равенств получаем:

$$\sum_{i=1}^m L_k^{(i)} \left\{ \sum_{j=1}^m c_{ij} y_{ij} + \int_{a_i}^{b_i} g_i(x, \xi, \lambda) f_i(\xi) d\xi \right\} \Big|_{\lambda=\lambda_0} = 0 \text{ для одного взятого } k.$$

Следовательно, все решения уравнения  $Ly|_{\lambda=\lambda_0} = f(x)$  удовлетворяют условию  $\sum_{i=1}^m L_k^{(i)}(y_i) = 0$  при всех  $f(x)$ .

Это значит, что  $\sum_{i=1}^m L_k^{(i)}(y_i) = 0$  при любой функции  $y$ , что противоречит независимости граничных условий (3,3). Согласно (4,5) можем теперь утверждать, что функция  $G(x, \xi, \lambda)$  допускает представление

$$G(x, \xi, \lambda) = G_{bs}(x, \xi, \lambda) = - \sum_{i=1}^n \frac{y_{ji}(x, \lambda) L_{(i-1)n+j}^{(s)}(g_s)_x}{(\lambda - \lambda_0)^{i(i-1)n+j}} + g_{is}(x, \xi, \lambda), \quad (4,6)$$

при  $x \in F_i; \xi \in F_s$ , где  $g_{is}(x, \xi, \lambda)$  есть аналитическая функция в окрестности  $\lambda_0$ .

Принимая во внимание аналитичность функции  $y_{ji}(x, \lambda) L_{(i-1)n+j}^{(s)}(g_s)_x$  в окрестности  $\lambda_0$ , разложением в ряд получим

$$y_{ji}(x, \lambda) L_{(i-1)n+j}^{(s)}(g_s)_x = \sum_{p=1}^n \sum_{q=0}^{\infty} y_{jip}(x) z_{spq}^{(i-1)n+j}(\xi) (\lambda - \lambda_0)^q.$$

Подставляя в формулу (4, 6) и выделяя главную часть функции  $G(x, \xi, \lambda) = G_i(x, \xi, \lambda)$  в окрестности  $\lambda_0$ , получим для нее следующее выражение:

$$G^{(0)}(x, \xi, \lambda) = \sum_{s=0}^{i(i-1)n+1} \frac{\Phi_{i(i-1)n+1-s}(x, t)}{(\lambda - \lambda_0)^{i(i-1)n+1-s}}, \quad (4,7)$$

где  $\Phi_k(x, t) = \sum_{j,p} y_{jip}(x) \psi_{(i-1)n+jp}^{(k)}(t),$

$$k + p < i(i-1)n+j, \quad 0 < j < j_0, \quad 0 < (i-1)n + j < \mu.$$

Таким образом доказана

**Теорема 2.** Если коэффициенты уравнения (3,1) и граничных условий (3,2) являются аналитическими функциями  $\lambda$  в замкнутой области  $D_0$  и матрица  $A(\lambda)$ , определяющая граничные условия (3,2), имеет ранг  $= mn$  в  $D_0$  и если в окрестности некоторого корня  $\lambda_0$

уравнения  $\Delta(\lambda)=0$ , матрица  $(\alpha_{ij}^{(k)}(\lambda))$  имеет элементарные делители  $(\lambda - \lambda_0)^{l_i}$  ( $l_1 > l_2 > \dots < l_\mu > l_{\mu+1} = \dots = l_{mn} = 0$ ), то

а)  $\lambda_0$  есть полюс функции  $G(x, \xi, \lambda)$  кратности  $l_i$ ,  
 б) однородная задача, соответствующая задаче (3,1), (3,2), имеет  $j_0$  независимых решений  $y_{j_0}(x)$  на интервале  $F_i$  при  $\lambda = \lambda_0$  (фундаментальные функции).

в) главная часть  $G(x, \xi, \lambda)$  в окрестности  $\lambda_0$  при  $x \in F_i$  имеет вид (4,7), функции  $y_{j_0}(x)$ , определенные и  $n$  раз непрерывно дифференцируемые функции на  $F_i$  („главные функции“ поставленной граничной задачи, соответствующие  $\lambda = \lambda_0$ ), функции  $y_{j_0}(x)$  ( $1 < j < j_0; i = 1, \dots, m$ ) представляют полную совокупность линейно независимых фундаментальных функций (на интервале  $F_i$ ) задачи (3,1), (3,2) при  $\lambda = \lambda_0$ . Множество главных функций совпадает с множеством фундаментальных функций тогда и только тогда, если  $l_1 = l_2 = \dots = l_\mu = 1$ ;

г) если  $y_{ij}(x, \lambda)$  и  $L_i$  ( $i = 1, \dots, mn; k = 1, \dots, m$ ) выбраны так, что матрица  $(\alpha_{ij}^{(k)})$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) имеет канонический вид, то условия  $\int_{a_s}^{b_s} f_s(\xi) L_{(i-1)n+j}^{(s)}(g_s)_x d\xi \Big|_{\lambda=\lambda_0} = 0$  ( $s = 1, \dots, m$ ) необходимы и достаточны для разрешимости задачи (3,1), (3,2) при  $\lambda = \lambda_0$ .

**V. Существование и асимптотическое представление полюсов функции Грина задачи (3,1), (3,2) при условиях 1, 2, 3, 4.**

После этого, во всех дальнейших выкладках, будем полагать, что коэффициенты  $P_k^{(i)}(x, \lambda)$  ( $k = 1, \dots, n; i = 1, \dots, m$ ) уравнения (3,1) удовлетворяют условиям:

1. В области  $|\lambda| \geq R_0 > 0$  функции  $P_k^{(i)}(x, \lambda)$  допускают разложения  $P_k^{(i)}(x, \lambda) = \lambda^n \sum_{j=0}^n p_{kj}^{(i)}(x) \lambda^{(j)}$ .

2. Функции  $\frac{d^2 p_{k0}^{(i)}(x)}{dx^2}, \frac{dp_{ki}^{(i)}(x)}{dx}, \frac{d^{n-k} p_{ki}^{(i)}(x)}{x d^{n-k}}$  непрерывны, а сами функции  $p_{ki}^{(i)}(x)$  равномерно ограничены на интервалах  $F_{i(i-1, \dots, m)}$ .

3. Характеристические уравнения  $\Phi_i(\theta) = \theta^n + p_{n0}^{(i)}(x) \theta^{n-1} + \dots + p_{n0}^{(i)}(x) \theta = 0$  ( $i = 1, \dots, m$ ) имеют различные корни  $\varphi_1^{(i)}(x), \dots, \varphi_n^{(i)}(x)$ , отличные от нуля, причем как их аргументы, так и аргументы всех их разностей постоянны при всех  $x \in F_i$ .

Далее, относительно коэффициентов граничных условий (3,2) будем полагать:

4.  $\alpha_{ij}^{(k)}(\lambda), \beta_{ij}^{(k)}(\lambda)$  ( $i = 1, \dots, mn; j = 1, \dots, n; k = 1, \dots, m$ ) — полиномы не выше  $n$ -й степени от комплексного параметра ранг матрицы

$$A(\lambda) = \begin{vmatrix} \alpha_{11}^{(1)} \dots \alpha_{1n}^{(1)} \dots \alpha_{11}^{(m)} \dots \alpha_{1n}^{(m)} & \beta_{11}^{(1)} \dots \beta_{1n}^{(1)} \dots \beta_{11}^{(m)} \dots \beta_{1n}^{(m)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \alpha_{mn1}^{(1)} \dots \alpha_{mnn}^{(1)} \dots \alpha_{mn1}^{(m)} \dots \alpha_{mnn}^{(m)} & \beta_{mn1}^{(1)} \dots \beta_{mnn}^{(1)} \dots \beta_{mn1}^{(m)} \dots \beta_{mnn}^{(m)} \end{vmatrix}$$

равен  $m$  при  $|\lambda| \geq R_0$ , что означает линейную независимость граничных условий (3,2) в этой области.

Теперь рассмотрим множество точек  $\lambda$ , в  $(\lambda)$  плоскости определяемое равенством

$Re \lambda \varphi_i^{(k)}(x) = Re \lambda \varphi_j^{(k)}(x)$  (при  $i, j = 1, 2, \dots, n, k = 1, \dots, m$ ) при  $x \in F_k$ , эквивалентным равенству

$$Re \lambda \{ \varphi_i^{(k)}(x) - \varphi_j^{(k)}(x) \} = 0. \quad (5,1)$$

Если через  $p_{ij}^{(k)}(x)$  обозначим  $|\varphi_i^{(k)}(x) - \varphi_j^{(k)}(x)|$ , то

$$\varphi_i^{(k)}(x) - \varphi_j^{(k)}(x) = p_{ij}^{(k)}(x) e^{V^{-1} \varphi_{ij}^{(k)}}, \quad (5,2)$$

где  $\varphi_{ij}^{(k)}$  есть аргумент разности  $\varphi_j^{(k)}(x) - \varphi_i^{(k)}(x)$ . Из (5,1) и (5,2) получаем  $\varphi_{ij}^{(k)} + \arg \lambda = \pm \frac{\pi}{2}$ , что означает возможность равенства (5,1) только на прямой, определяемой уравнением

$$\arg \lambda = \pm \frac{\pi}{2} - \varphi_{ij}^{(k)}. \quad (5,3)$$

Рассматривая множество прямых, определяемых равенством (5,1) при разных  $i, j = 1, \dots, n$ , при каждом  $k = 1, \dots, m$  получим разбиение комплексной плоскости на сектора, которые обозначим через  $(\sigma_s^{(k)})$ . Очевидно при всяком целом положительном  $k \leq m$  во всяком секторе  $(\sigma_s^{(k)})$  при подходящей нумерации корней характеристического уравнения  $\Phi_k(\theta) = 0$  будут выполняться неравенства

$$Re \lambda \varphi_1^{(k)}(x) \leq Re \lambda \varphi_2^{(k)}(x) \leq \dots \leq Re \lambda \varphi_n^{(k)}(x).$$

Тогда при условиях 1, 2, 3 по теореме 1 при каждом целом положительном  $k \leq m$  в каждом секторе  $(\sigma_s^{(k)})$  существует фундаментальная система, представляемая при  $|\lambda| \leq R_0$  ( $R_0$  — достаточно большое положительное число) в виде

$$y_{ik}(x, \lambda) = e^{\lambda \int_{\varphi_i}^{(k)}(t) dt} \left\{ \eta_{ik}(x) + \frac{E_{ik}(x, \lambda)}{\lambda} \right\} \quad (i=1, \dots, n; k=1, \dots, m), \quad (5,4)$$

где функции  $E_{ik}(x, \lambda)$  непрерывны по  $x \in F_k$  и ограничены при  $|\lambda| \geq R_0$ .

В дальнейшем, с целью выделения главной части для выражения

$$\psi(x, t) + \frac{E(x, t, \lambda)}{\lambda},$$

где функция  $E(x, t, \lambda)$  ограничена при  $|\lambda| \geq R_0$ , будем пользоваться удобным обозначением  $-\psi(x, t)$ . Очевидно, в этом обозначении фундаментальная система (5,4) при  $|\lambda| \geq R_0$  представится в виде

$$y_{ik}(x, \lambda) = [\eta_{ik}(x)] e^{\lambda \int_{\varphi_i}^{(k)}(t) dt} \quad (5,4^a)$$

Следует отметить, что эти формулы, согласно теореме раздела II, могут быть дифференцированы  $n-1$  раз по  $x$  на  $F_k$  с сохранением главного члена.

Теперь рассмотрим  $\Delta(\lambda)$ , построенный по фундаментальной системе (5,4) в секторе  $(\sigma_s^{(k)})$ .

Пользуясь асимптотическим представлением (5,4<sup>a</sup>), согласно обозначениям (3,8) будем иметь

$$\begin{aligned} u_{ij}^{(k)}(\lambda) &\equiv L^{(k)}(y_{ik}(x, \lambda)) \equiv \sum_{s=1}^n \left\{ \alpha_{is}^{(k)}(\lambda) y_{ik}^{(s-1)}(a_k, \lambda) + \beta_{is}^{(k)}(\lambda) y_{ik}^{(s-1)}(b_k, \lambda) \right\} = \\ &= \sum_{s=1}^n \left\{ \sum_{p=0}^n \alpha_{isp}^{(k)} \lambda^{p+s-1} \left( \varphi_i^{(k)}(a_k) \right)^{s-1} \left[ \eta_{ik}(a_k) \right] + \right. \\ &\left. + \sum_{p=0}^n \beta_{isp}^{(k)} \lambda^{p+s-1} \left( \varphi_j^{(k)}(b_k) \right)^{s-1} \left[ \eta_{ik}(b_k) \right] \right\} e^{\lambda \int_{a_k}^{b_k} \varphi_j^{(k)}(t) dt} \quad (5,5) \end{aligned}$$

Пусть в этом выражении  $l_i^{(k)}$  обозначает максимальный показатель степени  $\lambda^{p+s-1}$  с ненулевым коэффициентом.

Тогда из этого выражения, выносим  $\lambda^{l_i^{(k)}}$  за скобки, получаем:

$$u_{ij}^{(k)}(\lambda) = \lambda^{l_i^{(k)}} \left\{ [A_{ij0}^{(k)}] + [B_{ij0}^{(k)}] e^{\lambda \int_{a_k}^{b_k} \varphi_j^{(k)}(t) dt} \right\}. \quad (5,6)$$

Если обозначим через  $l_i$  наибольшее из чисел  $l_i^{(k)}$  при различных  $k = 1, \dots, m$  и  $w_j^{(k)} = \int_{a_k}^{b_k} \varphi_j^{(k)}(t) dt$ , то функцию  $\Delta(\lambda)$  очевидно можем представить в виде:

$$\Delta(\lambda) = \lambda^{l} \Delta_0(\lambda), \quad (5,7)$$

где  $l = l_1 + l_2 + \dots + l_m$ ,

$$\Delta(\lambda) = \begin{vmatrix} [A_{11}^{(1)}] + [B_{11}^{(1)}] e^{\lambda w_1^{(1)}} & \dots & [A_{1n}^{(m)}] + [B_{1n}^{(m)}] e^{\lambda w_n^{(m)}} \\ \dots & \dots & \dots \\ [A_{m1}^{(1)}] + [B_{m1}^{(1)}] e^{\lambda w_1^{(1)}} & \dots & [A_{m1}^{(m)}] + [B_{m1}^{(m)}] e^{\lambda w_1^{(m)}} \end{vmatrix} \quad (5,8)$$

При этом, очевидно, что если  $l_i = l_i^{(k_0)}$  то  $A_{ij}^{(k)}$ ,  $B_{ij}^{(k)}$  равны нулю за исключением  $A_{ij}^{(k_0)}$  или  $B_{ij}^{(k_0)}$ , которые определяются формулами

$$\left. \begin{aligned} A_{ij}^{(k_0)} &= \alpha_{is_0}^{(k_0)} \left( \varphi_i^{(k_0)}(a_{k_0}) \right)^{s_0-1} \eta_{ik_0}^{(k_0)}(a_{k_0}), \\ B_{ij}^{(k_0)} &= \beta_{is_0}^{(k_0)} \left( \varphi_j^{(k_0)}(b_{k_0}) \right)^{s_0-1} \eta_{ik_0}^{(k_0)}(b_{k_0}), \end{aligned} \right\} \quad (5,9)$$

где полагается, что максимальный показатель степени  $\lambda^{p+s-1}$  с ненулевым коэффициентом в выражении (5,5) достигается при  $p = p_0$ ;  $s = s_0$ .

Далее очевидно, что каждое из уравнений

$$Re \lambda w_j^{(k)} = 0 \quad (j = 1, \dots, n), \quad (5,10)$$



при каждом  $k = 1, 2, \dots, m$  определяют прямую, проходящую через начало координат в  $(\lambda)$  плоскости. Если каждую такую прямую считать разбитой на два луча началом координат, тогда уравнения (5,10) вместе при каждом  $k$  определяют  $2c$  ( $2c \leq 2n$ ) различных лучей, которые обозначим через  $d_{1k}, d_{2k}, \dots, d_{2ck}$ .

Пусть  $-\alpha_{jk} + \frac{\pi}{2}$  есть аргумент  $d_{jk}$ , причем с возрастанием индекса  $j$  луча  $d_{jk}$  возрастает его аргумент.

Пусть  $d'_{1k}, d'_{2k}, \dots, d'_{2ck}$  — второе множество лучей, произвольно взятых, отличных от лучей  $d_{jk}$  и идущих в последовательности  $d'_{1k}d_{1k}d'_{2k}d_{2k} \dots d'_{2ck}d_{2c}d'_{1k}$ .

Очевидно лучи  $d_{1k}$  разбивают всю  $(\lambda)$  плоскость на  $2c$  сектора  $(D_1^{(k)}), \dots, (D_{2c}^{(k)})$ . Рассмотрим один из этих секторов  $(D_j^{(k)})$ .

Пусть  $\nu_{1k}^{(j)}, \dots, \nu_{\nu_{jk}}^{(j)}$  суть те из чисел  $w_1^{(1)}, \dots, w_n^{(1)}, \dots, w_1^{(m)}, \dots, w_n^{(m)}$ , которые лежат на прямой, составляющей с действительной осью угол  $\alpha_{jk}$ .

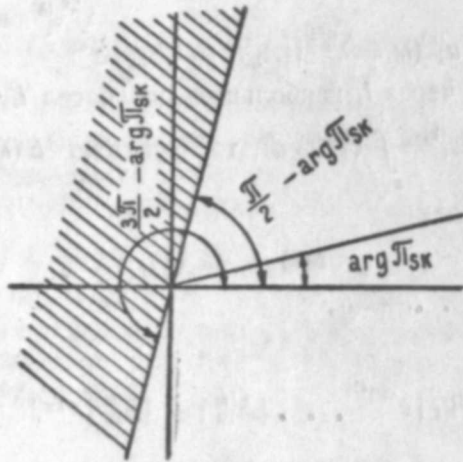


Рис. 1

Очевидно, можно положить  $\nu_{pk}^{(j)} = \mu_{pk}^{(j)} e^{V^{-1}\alpha_{jk}}$ , причем числа  $\mu_{1k}^{(j)}, \dots, \mu_{\nu_{jk}}^{(j)}$  всегда можно располагать в возрастающем порядке

$$\mu_{1k}^{(j)} < \dots < \mu_{\tau_{jk}}^{(j)} < 0 < \mu_{\tau_{jk}+1k}^{(j)} < \dots < \mu_{\nu_{jk}}^{(j)}$$

где  $\tau_{jk} = \begin{cases} 0, & \text{если все числа } \mu_{pk}^{(j)} > 0 \\ \nu_{jk}, & \text{если все числа } \mu_{pk}^{(j)} < 0. \end{cases}$

После исключения чисел  $\nu_{1k}^{(j)}, \dots, \nu_{\nu_{jk}}^{(j)}$ , остальные числа  $w_1^{(1)}, \dots, w_n^{(1)}, \dots, w_1^{(m)}, \dots, w_n^{(m)}$  можно разбить на две группы  $(w_k')$  и  $(w_k'')$ , которые характеризуются соответственно условиями: 1)  $\operatorname{Re} \lambda w_k' \rightarrow -\infty$ ; 2)  $\operatorname{Re} \lambda w_k'' \rightarrow +\infty$  при  $|\lambda| \rightarrow \infty$  в секторе  $(D_j^{(k)})$ . Тогда легко заметить, что при замене

$$z = \lambda e^{\alpha_{jk} V^{-1}}, \tag{5,11}$$

сектор  $(D_j^{(k)})$  в  $(\lambda)$  плоскости переходит в сектор  $(D_k)$  в  $(z)$  плоскости, содержащий положительную часть мнимой оси  $(z)$  плоскости, являющуюся образом луча  $d_{1k}$  при отображении (5,11).

Тогда в секторе  $(D_k)$  будем иметь

$$\Delta_0(\lambda) = e^{\lambda \Sigma w''} H(z), \tag{5,12}$$

где

$$H(z) = [M_{1k}^{(j)}] e^{m_{1k}^{(j)} z} + \dots + [M_{\sigma_{jk}}^{(j)}] e^{m_{\sigma_{jk}}^{(j)} z}, \tag{5,13}$$

$m_{1k}^{(j)} < m_{2k}^{(j)} < \dots < m_{\sigma_{jk}}^{(j)}$ ,  $M_{pk}^{(j)}$  ( $p=1, \dots, \sigma_{jk}$ ) суть постоянные числа, сумма  $\Sigma w_k''$  распространяется на все  $w$  группы  $(w_k'')$ .

Очевидно, путем перестановки столбцов в детерминанте (5,8) можно добиться того, чтобы сначала в этом детерминанте шли столбцы со всеми числами  $w$  группы  $(w_k')$ , затем столбцы со всеми числами  $\nu_{pk}^{(j)}$  ( $p=1, \dots, \nu_{jk}$ ) в порядке их нумерации, а последние столбцы содержат все числа  $w$  группы  $(w_k'')$ . Пусть этого мы добились и перенумеруем по порядку все числа  $w$ ,  $A, B$  в порядке их следования в детерминанте  $\Delta_0(\lambda)$ , с надлежащим образом переставленными столбцами. Допустим, при этом получаем последовательность

$$w_{1k}^{(j)'}, \dots, w_{\nu_{jk}}^{(j)'}, \nu_{1k}^{(j)}, \dots, \nu_{\nu_{jk}}^{(j)}, w_{\nu_{jk}+\nu_{k+1}}^{(j)'}, \dots, w_{mn}^{(j)''} \tag{5,14}$$

Ясно, что после выноса  $e^{\lambda \Sigma w''}$  множителем за знак детерминанта  $\Delta_0(\lambda)$ , в детерминанте остающиеся члены, неубывающие при  $\lambda \rightarrow \infty$  в секторе  $(D_j^{(k)})$  (в том смысле, что эти члены не стремятся к нулю при  $\lambda \rightarrow \infty$ ), будут иметь коэффициентами детерминанты следующей структуры.

Первые  $\nu_{jk}$  столбцов состоят из  $A_{ij}^{(k)}$ , после  $\nu_{jk} + \nu_{jk}$  идут те столбцы с членами  $B_{ij}^{(k)}$ , которые содержали все числа  $w$  группы  $(w_k')$ , средние столбцы, всевозможные комбинации столбцов с членами

$$A_{1x_{jk}+1}^{(k)}, \dots, A_{1x_{jk}+\nu_{jk}}^{(k)} \text{ и } B_{1x_{jk}+1}^{(k)}, \dots, B_{1x_{jk}+\nu_{jk}}^{(k)}$$

Тогда, очевидно

$$m_{1k}^{(j)} = \begin{cases} \mu_{1k}^{(j)} + \dots + \mu_{\tau_{jk}}^{(j)} & \text{если } \tau_{jk} > 0, \\ 0 & \text{если } \tau_{jk} = 0, \end{cases}$$

$$m_{\sigma_{jk}k}^{(j)} = \begin{cases} \mu_{\tau_{jk}+1k}^{(j)} + \dots + \mu_{\nu_{jk}}^{(j)} & \text{если } \tau_{jk} < \nu_{jk}, \\ 0 & \text{если } \tau_{jk} = \nu_{jk}, \end{cases}$$

$$M_{1k}^{(j)} = \begin{vmatrix} A_{11}^{(k)}, \dots, A_{1x_{jk}}^{(k)}, B_{1x_{jk}+1}^{(k)}, \dots, B_{1x_{jk}+\tau_{jk}}^{(k)}, A_{1x_{jk}+\tau_{jk}+1}^{(k)}, \dots, A_{1x_{jk}+\nu_{jk}}^{(k)}, \\ \dots, \dots, \dots, B_{1x_{jk}+\nu_{jk}+1}^{(k)}, \dots, B_{1mn}^{(k)} \\ \dots, \dots, \dots, A_{mn1}^{(k)}, \dots, A_{m\nu_{jk}}^{(k)}, B_{m\nu_{jk}+1}^{(k)}, \dots, B_{m\nu_{jk}+\tau_{jk}+1}^{(k)}, A_{m\nu_{jk}+\tau_{jk}+1}^{(k)}, \dots, \\ \dots, \dots, \dots, A_{m\nu_{jk}+\nu_{jk}}^{(k)}, B_{m\nu_{jk}+\nu_{jk}+1}^{(k)}, \dots, B_{mnn}^{(k)} \\ A_{11}^{(k)}, \dots, A_{1x_{jk}+\tau_{jk}}^{(k)}, B_{1x_{jk}+\tau_{jk}+1}^{(k)}, \dots, B_{1mn}^{(k)} \\ \dots, \dots, \dots, \dots, \dots, \dots, \dots, \dots, \dots, \dots, \dots \\ A_{mn1}^{(k)}, \dots, A_{m\nu_{jk}+\tau_{jk}}^{(k)}, B_{m\nu_{jk}+\tau_{jk}+1}^{(k)}, \dots, \dots, B_{mnn}^{(k)} \end{vmatrix}$$

Несколькими авторами (Тамаркиным, Полюа, Лангером, см., например, [2], [4]), независимо исследованы корни показательного полинома. Часть ими полученных результатов можно сформулировать в виде следующей теоремы.

Теорема 3. Показательный полином

$$H(z) \equiv [M_1]e^{m_1 z} + \dots + [M_n]e^{m_n z}$$

при вещественных  $m_1 < m_2 < \dots < m_n$ ,  $M_1 \neq 0$ ,  $M_n \neq 0$ , с асимптотически постоянными коэффициентами  $[M_i]$  имеет корни, приближающиеся при  $z \rightarrow \infty$  к корням полинома

$$H_0(z) \equiv M_1 e^{m_1 z} + \dots + M_n e^{m_n z}.$$

Полином  $H_0(z)$  имеет корни только в полосе ограничений ширины, заключающей мнимую ось ( $z$ ) плоскости, причем при подходящей нумерации корней  $z_1, z_2, \dots$  имеет место асимптотическая формула

$$|z_k| = \frac{2\pi k}{m_n - m_1} \left( 1 + O\left(\frac{1}{k}\right) \right) \quad (k = 1, 2, \dots)$$

Далее для всякого положительного  $\delta > 0$  можно указать такое  $N_\delta > 0$ , что при всех  $z$  таких, что  $|z - z_k| \geq \delta$  ( $k=1, 2, \dots$ ) имеет место неравенство

$$|H_0(z)| \geq N_\delta.$$

Легко видеть, что при условиях 1, 2, 3, 4 этого раздела коэффициенты уравнения (3, 1) являются аналитическими функциями  $\lambda$  во всей плоскости за исключением нуля и бесконечно удаленной точки.

Как видно, бесконечно удаленная точка является полюсом для коэффициентов. Но как будет следовать из оценок, проводимых в дальнейшем, бесконечно удаленная точка является обыкновенной точкой для функции Грина задачи (3, 1), (3, 2). Тогда понятно, что находимся в условиях применимости теоремы раздела IV при  $|\lambda| > R_0$ .

Тогда из теорем этого раздела и раздела IV следует, что при условиях 1, 2, 3, 4 настоящего пункта, если все числа  $M_{jk}^{(j)}$ ,  $M_{jk}^{(j)}$  ( $k=1, \dots, m, j=1, \dots, 2c$ ) отличны от нуля, то функция Грина задачи (3, 1), (3, 2) имеет бесконечное множество полюсов, причем  $j$ -я группа полюсов лежит в полосе ( $\Gamma_j$ ) ограниченной ширины, параллельной лучу  $d_k$  и содержащей этот луч. Обозначая полюсы  $j$ -й группы через  $\lambda_{1k}^{(j)}, \lambda_{2k}^{(j)}, \dots$ ;  $|\lambda_{1k}^{(j)}| < |\lambda_{2k}^{(j)}| < \dots$ , имеем

$$|\lambda_{nk}^{(j)}| = \frac{2\pi n}{m_{j,k}^{(j)} - m_{1k}^{(j)}} \left( 1 + O\left(\frac{1}{n}\right) \right) \quad (n = 1, 2, \dots) \quad (5,15)$$

При этом, если  $w$  обозначает сумму всех  $w_k$ , для которых  $\text{Re } \lambda w_k \geq 0$  в секторе ( $D_i^{(k)}$ ), то существует положительное число  $N_\delta^{(k)}$ , что если из сектора ( $D_i^{(k)}$ ) вырезать все круги с центрами в полюсах  $\lambda_{nk}^{(j)}$  ( $n=1, 2, \dots$ ) радиуса  $\delta^{(k)}$ , то в остальной части сектора ( $D_i^{(k)}$ ) имеет место неравенство

$$|\Delta_0(\lambda) e^{-\lambda w}| \geq N_\delta^{(k)} > 0, \quad (5,16)$$

где  $N_\delta^{(k)}$  константа, зависящая от  $\delta$  и  $k$ .

VI. Асимптотическое представление функции Грина и ее производных

Каждый сектор ( $d_{jk} d'_{j+1k}$ ) делится лучом  $d_{jk}$  на два сектора ( $d'_{jk}, d_{jk}$ ), ( $d_{jk}, d'_{j+1k}$ ) ( $j=1, \dots, 2c$ ) при каждом  $k$  ( $k=1, \dots, m$ ). Таким образом, при каждом  $k$  лучи  $d_{1k} d'_{1k} d_{2k} d'_{2k} \dots d_{2ck} d'_{2ck} d_{1k}$  разбивают ( $\lambda$ ) плоскость на сектора, которые будем обозначать ( $T_{sk}$ ).

Дальнейшие рассуждения будут проводиться в предположении, что  $\lambda$  меняется в каком-нибудь одном из секторов ( $T_{sk}$ ), в котором, очевидно, знак  $\text{Re } \lambda w_i^{(k)}$  ( $i=1, \dots, n$ ) меняться не может.

В рассматриваемом секторе ( $T_{sk}$ ) перенумеруем корни характеристического уравнения так, чтобы

$$\text{Re } \lambda w_1^{(k)} \leq \text{Re } \lambda w_2^{(k)} \leq \dots \leq \text{Re } \lambda w_{n-1}^{(k)} \leq \text{Re } \lambda w_n^{(k)} \leq \dots \leq \text{Re } \lambda w_{n+1}^{(k)} \leq \dots \leq \text{Re } \lambda w_n^{(k)} \quad (6, 1)$$

Легко заметить из выражения  $z_{jk}(\xi)$ , что оно, как отношение алгебраического дополнения к детерминанту, удовлетворяет тождествам

$$\sum_{s=1}^n \frac{d^p y_{sk}(\xi, \lambda)}{d\xi^p} z_{ks}(\xi, \lambda) = 0 \quad (p=0, 1, 2, \dots, n-2),$$

$$\sum_{s=1}^n \frac{d^{n-1} y_{sk}(\xi, \lambda)}{d\xi^{n-1}} z_{ks}(\xi, \lambda) = 1.$$

Подставляя в эту систему асимптотическое представление  $\frac{d^p y_{sk}(\xi, \lambda)}{d\xi^p}$  из формул (5, 4\*), получим систему

$$[\eta_{1k}(\xi)] e^{\lambda \int_{\varphi_1}^{(k)}(t) dt} z_{k1}(\xi, \lambda) + \dots + [\eta_{nk}(\xi)] e^{\lambda \int_{\varphi_n}^{(k)}(t) dt} z_{kn}(\xi, \lambda) = 0.$$

$$[\eta_{1k}(\xi)] (\varphi_1^{(k)}(\xi))^{n-1} \lambda^{n-1} e^{\lambda \int_{\varphi_1}^{(k)}(t) dt} z_{k1}(\xi, \lambda) + \dots +$$

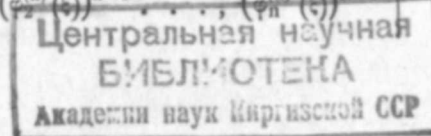
$$+ [\eta_{nk}(\xi)] (\varphi_n^{(k)}(\xi))^{n-1} \lambda^{n-1} e^{\lambda \int_{\varphi_n}^{(k)}(t) dt} z_{nk}(\xi, \lambda) = 0.$$

Решая эту систему относительно  $z(\xi, \lambda)$ , получим следующее асимптотическое представление для них:

$$z_{kl}(\xi, \lambda) = \frac{1}{\lambda^{n-1}} [v_{kl}(\xi)] e^{-\lambda \int_{\varphi_l}^{(k)}(t) dt}; \quad \xi \in F_k (i=1, \dots, n; k=1, \dots, m), \quad (6,2)$$

$$v_{kl}(\xi) = \frac{1}{\eta_{lk}(\xi)} \frac{I_{nk}(\xi)}{I(\xi)}, \quad (6,3)$$

$$I_k(\xi) = \begin{vmatrix} 1, & 1, & \dots, & 1 \\ \varphi_1^{(k)}(\xi), & \varphi_2^{(k)}(\xi), & \dots, & \varphi_n^{(k)}(\xi) \\ \dots, & \dots, & \dots, & \dots \\ (\varphi_1^{(k)}(\xi))^{n-1}, & (\varphi_2^{(k)}(\xi))^{n-1}, & \dots, & (\varphi_n^{(k)}(\xi))^{n-1} \end{vmatrix}, \quad (6,4)$$



а  $I_{nk}(\xi)$  есть алгебраическое дополнение элемента  $(n, k)$  в детерминанте Вандермонда  $I_k(\xi)$ .

Кстати следует отметить, что в силу условия 3,  $I_k(\xi) \neq 0$  при  $\xi \in F_k$  и если вычислить  $\eta_{ik}(\xi)$  по формуле (2, 3), то легко убедиться в том, что и  $\eta_{ik}(\xi) \neq 0$  при  $\xi \in F_k$ .

В дальнейшем существенное значение будет иметь следующее преобразование детерминанта  $\Delta_{kj}(x, \xi, \lambda)$ .

Помножим столбцы с номерами  $(j-1)n+2, (j-1)n+3, \dots, (j-1)n+\tau_j+1$  соответственно на  $\frac{1}{2} z_{j1}(\xi, \lambda), \dots, \frac{1}{2} z_{j\tau_j}(\xi, \lambda)$ ,

а столбцы с номерами  $(j-1)n+\tau_j+2, \dots, nj+1$  соответственно на  $-\frac{1}{2} z_{j\tau_j+1}(\xi, \lambda), \dots, -\frac{1}{2} z_{jn}(\xi, \lambda)$  и сложим с первым столбцом.

Тогда получим

$$\Delta_{kj}(x, \xi, \lambda) = \begin{vmatrix} g_{kj}(x, \xi, \lambda), & \overbrace{0, \dots, 0}^{(k-1)n}, & y_{1k}(x, \lambda), \dots, y_{nk}(x, \lambda), & 0, \dots, 0 \\ g_1^{(j)}(\xi, \lambda), & u_{11}^{(1)} \dots u_{1n}^{(1)} \dots u_{11}^{(k)} \dots u_{1n}^{(k)} \dots u_{11}^{(m)} \dots u_{1n}^{(m)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ g_{mn}^{(j)}(\xi, \lambda), & u_{mn1}^{(1)} \dots u_{mn1}^{(1)} \dots u_{mn1}^{(k)} \dots u_{mn1}^{(k)} \dots u_{mn1}^{(m)} \dots u_{mn1}^{(m)} \end{vmatrix}, \quad (6, 5)$$

где

$$g_{kk}^{(j)}(x, \xi, \lambda) = \begin{cases} \sum_{s=1}^{\tau_k} z_{ks}(\xi, \lambda) y_{sk}(x, \lambda) & \text{при } \xi \leq x, \\ -\sum_{s=\tau_k+1}^n z_{ks}(\xi, \lambda) y_{sk}(x, \lambda) & \text{при } \xi \geq x, \end{cases} \quad (6, 6)$$

$$g_{kj}^{(j)}(x, \xi, \lambda) = 0 \text{ при } k \neq j.$$

Пользуясь выражением  $\delta_{ks}(\xi, \lambda)$ , легко доказать, что  $z_{sk}(\xi, \lambda)$  при  $\xi \in F_k$  непрерывно дифференцируема по  $\xi$   $n-1$  раз при выполнении условия непрерывности (см. условие 2 предыдущего раздела) производной функции  $P_p^{(k)}(x, \lambda)$  порядка  $n-p$  при  $x \in F_k$ . Тогда непосредственным дифференцированием легко показать, что формулы (6, 2) могут быть дифференцированы  $n-1$  раз с сохранением главного члена, т. е.

$$\frac{d^p z_{ki}(\xi, \lambda)}{d\xi^p} = [v_{ki}(\xi)] (-\varphi_i^{(k)}(\xi))^{p-1} \lambda^{-n+p+1} e^{-\lambda \int_{a_k}^{\xi} \varphi_i^{(k)}(t) dt}. \quad (6, 7)$$

Из (6,6) получаем

$$\frac{\partial^N g_{kk}^{(j)}}{\partial \xi^N} = \begin{cases} \sum_{s=1}^{\tau_k} \frac{d^N z_{ks}(\xi, \lambda)}{d\xi^N} y_{sk}(x, \lambda) & \text{при } \xi \leq x, \\ -\sum_{s=\tau_k+1}^n \frac{d^N z_{ks}(\xi, \lambda)}{d\xi^N} y_{sk}(x, \lambda) & \text{при } \xi < x. \end{cases} \quad (6, 8)$$

Далее заметим, что из условия 3 предыдущего пункта следует, что корни  $\varphi_s^{(k)}(x)$  допускают представление

$$\varphi_s^{(k)}(x) = \begin{cases} \text{или } \pi_{sk} q_k(x), & \text{где } \pi_{sk} \text{ при данном } k \text{ различные константы} \\ \text{или } \pm \pi_0 q_{sk}(x), & \text{где } \pi_0 k \text{ постоянные } \neq 0, q_{sk}(x), q_k(x) \text{ для} \\ & \text{каждого } k \text{ при различных } s \text{ различные положительные функ-} \\ & \text{ции для } x \in F_k. \end{cases}$$

Объединяя эти два возможных варианта в один,  $\varphi_s^{(k)}$  можем представить в виде

$$\varphi_s^{(k)}(x) = \pi_{sk} q_{sk}(x) \quad (s=1, 2, \dots, n; k=1, \dots, m).$$

Тогда можем принимать обозначения

$$\int_{a_k}^x \varphi_s^{(k)}(t) dt = \pi_{sk} X_{sk}; \quad \int_{a_k}^{\xi} \varphi_s^{(k)}(t) dt = \pi_{sk} \xi_{sk},$$

$$\int_{a_k}^{b_k} \varphi_s^{(k)}(t) dt = \pi_{sk} X_{sk0}.$$

Из формул (5, 4\*) и (6, 7), подставляя асимптотические выражения  $\frac{d^N z_{ks}(\xi, \lambda)}{d\xi^N} y_{sk}(x, \lambda)$ , получим асимптотическое выражение

$$\frac{\partial^N g_{kk}^{(j)}(x, \xi, \lambda)}{\partial \xi^N} \begin{cases} \sum_{s=1}^{\tau_k} [v_{ks}(\xi) \eta_{sk}(x)] (-\varphi_s^{(k)}(\xi))^N \lambda^{N-n+1} e^{\pi_{sk}(X_{sk}-\xi_{sk})\lambda} & \text{при } \xi < x, \\ -\sum_{s=\tau_k+1}^n [v_{ks}(\xi) \eta_{sk}(x)] (-\varphi_s^{(k)}\xi)^N \lambda^{N-n+1} e^{\pi_{sk}(X_{sk}-\xi_{sk})\lambda} & \text{при } \xi \geq x. \end{cases} \quad (6, 9)$$

Далее, из проведенного преобразования детерминанта ясно, что

$$g_l^{(j)}(\xi, \lambda) = L_l^{(j)}(g_l)_x + \frac{1}{2} \sum_{p=1}^{\tau_j} \left\{ \sum_{s=1}^n \alpha_{is}^{(j)}(\lambda) y_{pj}^{(s-1)}(a_j, \lambda) + \right. \\ \left. + \beta_{is}^{(j)} y_{pj}^{(s-1)}(b_j, \lambda) \right\} z_{jp}(\xi, \lambda) - \frac{1}{2} \sum_{p=\tau_j+1}^n \left\{ \sum_{s=1}^n \alpha_{is}^{(j)}(\lambda) y_{pj}^{(s-1)}(a_j, \lambda) + \right. \\ \left. + \beta_{is}^{(j)}(\lambda) y_{pj}^{(s-1)}(b_j, \lambda) \right\} z_{jp}(\xi, \lambda).$$

Подставляя в эту формулу выражение  $L_l^{(j)}(g_l)_x$  из формулы, полученной из (3, 8) заменой верхнего индекса  $k$  буквой  $j$ , функцией  $y_{jk}$  функциями  $g_l(x, \xi, \lambda)$ , получим

$$g_l^{(j)}(\xi, \lambda) = -\frac{1}{2} \sum_{p=\tau_j+1}^n \sum_{s=1}^n \alpha_{is}^{(j)}(\lambda) y_{pj}^{(s-1)}(a_j, \lambda) z_{jp}(\xi, \lambda) +$$

$$+ \frac{1}{2} \sum_{p=1}^{\tau_j} \sum_{s=1}^n \beta_{ps}^{(j)}(\lambda) y_{pj}^{(s-1)}(b_j, \lambda) z_{jp}(\xi, \lambda),$$

откуда дифференцированием получаем

$$\frac{\partial^N g_{ij}^{(j)}(\xi, \lambda)}{\partial \xi^N} = -\frac{1}{2} \sum_{p=\tau_j+1}^n \sum_{s=1}^n \alpha_{ps}^{(j)}(\lambda) y_{pj}^{(s-1)}(a_j, \lambda) \frac{d^N z_{jp}(\xi, \lambda)}{d\xi^N} +$$

$$+ \frac{1}{2} \sum_{p=1}^{\tau_j} \sum_{s=1}^n \beta_{ps}^{(j)}(\lambda) y_{pj}^{(s-1)}(b_j, \lambda) \frac{d^N z_{jp}(\xi, \lambda)}{d\xi^N}.$$

Подставляя в эту формулу асимптотические выражения  $y_{pj}^{(s-1)}(a_j, \lambda)$ ,  $y_{pj}^{(s-1)}(b_j, \lambda)$ ,  $\frac{d^N z_{jp}(\xi, \lambda)}{d\xi^N}$  и вынося  $\lambda^{N-n+1+l_j}$ , получим асимптотическую формулу

$$\frac{\partial^N g_{ij}^{(j)}(\xi, \lambda)}{\partial \xi^N} = \frac{\lambda^{N-n+1+l_j}}{2} \left\{ \sum_{p=1}^{\tau_j} [B_{ip}^{(j)} v_{jp}(\xi)] (-\varphi_p^{(j)}(\xi))^N \omega_{pi}^{(j)} - \right.$$

$$\left. - \sum_{p=\tau_j+1}^n [A_{ip}^{(j)} v_{jp}(\xi)] \omega_p^{(j)} \right\}, \quad (6, 10)$$

$$\text{где } \omega_{pi}^{(j)} = \begin{cases} e^{\lambda \pi_{pj}(x_{pj0} - \xi_{pj})} & \text{при } p=1, 2, \dots, \tau_j, \\ e^{-\lambda \pi_{pj} \xi_{pj}} & \text{при } p=\tau_j+1, \dots, n. \end{cases} \quad (6, 11)$$

Обозначим через  $\Delta_{pq}^{(s)}(\lambda)$  алгебраическое дополнение элемента  $u_{pq}^{(s)}$  в детерминанте  $\Delta(\lambda)$ .

Замечая отсутствие в  $\Delta_{pq}^{(s)}(\lambda)$   $p$ -й строки и  $(k-1)n + q$ -го столбца детерминанта  $\Delta(\lambda)$ , получаем асимптотическое выражение для  $\Delta_{pq}^{(s)}(\lambda)$ :

$$\Delta_{pq}^{(s)}(\lambda) = \begin{cases} \lambda^{l-p} \cdot e^{\lambda w} E_{pq}^{(s)}(\lambda) & \text{при } q=1, 2, \dots, \tau_s, \\ \lambda^{l-p} e^{\lambda(w-w_q^{(s)})} \cdot E_{pq}^{(s)}(\lambda) & \text{при } q=\tau_s+1, \dots, n, \end{cases} \quad (6, 12)$$

где  $E_{pq}^{(s)}(\lambda)$  ограничены при больших  $\lambda$ , а  $w$  обозначает попрежнему сумму всех  $w_q^{(s)}$  ( $s=1, \dots, m$ ,  $q=1, \dots, n$ ), для которых  $\operatorname{Re} \lambda w_q^{(s)} \geq 0$ .

Далее из формул (3, 2), (6, 5) при  $x \in F_k$ ,  $\xi \in F_j$  имеем:

$$G(x, \xi, \lambda) = G_{kj}(x, \xi, \lambda) = \frac{1}{\Delta(\lambda)} \begin{vmatrix} g_{kj}(x, \xi, \lambda), 0, \dots, 0, y_{1k}(x, \lambda), \dots, y_{nk}(x, \lambda), 0, \dots, 0 \\ g_{1j}^{(j)}(\xi, \lambda), u_{11}^{(1)} \dots u_{1n}^{(1)} \dots u_{11}^{(k)} \dots u_{1n}^{(k)} \dots u_{11}^{(m)} \dots u_{1n}^{(m)} \\ \dots \\ g_{mn}^{(j)}(\xi, \lambda), u_{m1}^{(1)} \dots u_{mn}^{(1)} \dots u_{m1}^{(k)} \dots u_{mn}^{(k)} \dots u_{m1}^{(m)} \dots u_{mn}^{(m)} \end{vmatrix} =$$

$$= g_{kj}^{(0)}(x, \xi, \lambda) - \sum_{p=1}^{mn} \sum_{q=1}^n \frac{g_p^{(j)}(\xi, \lambda) y_{qk}(x, \lambda) \Delta_{pq}^{(k)}(\lambda)}{\Delta(\lambda)}.$$

Дифференцируя эту формулу по  $\xi$  на  $F_j$ , получим

$$\frac{\partial^N G_{kj}(x, \xi, \lambda)}{\partial \xi^N} = \frac{\partial^N g_{kj}^{(0)}(x, \xi, \lambda)}{\partial \xi^N} - \sum_{p=1}^{mn} \sum_{q=1}^n \frac{d^N g_p^{(j)}(\xi, \lambda)}{d\xi^N} \cdot y_{qk}(x, \lambda) \cdot \Delta_{pq}^{(k)}(\lambda) / \Delta(\lambda).$$

Подставляя в эту формулу асимптотические выражения функций  $\frac{d^N g_p^{(j)}(\xi, \lambda)}{d\xi^N}$ ,  $y_{qk}(x, \lambda)$ ,  $\Delta_{pq}^{(k)}(\lambda)$ ,  $\Delta(\lambda)$  из формул (6, 4\*), (5, 7), (6, 10), (6, 12), получим

$$\frac{\partial^N G(x, \xi, \lambda)}{\partial \xi^N} = \frac{\partial^N g_{kj}^{(0)}(x, \xi, \lambda)}{\partial \xi^N} - \sum_{p=1}^{mn} \sum_{q=1}^n \frac{\lambda^{N-n+1+l_p}}{2} \left\{ \sum_{s=1}^{\tau_j} [B_{ps}^{(j)} v_{js}(\xi)] (-\varphi_s^{(j)}(\xi))^N \omega_{s1}^{(j)} - \right.$$

$$\left. - \sum_{s=\tau_j+1}^n [A_{ps}^{(j)} v_{js}(\xi)] (-\varphi_s^{(j)}(\xi))^N \omega_{s1}^{(j)} \right\} \frac{[\eta_{qk}^{(x)}] e^{\lambda x} \cdot q k E_{pq}^{(k)}(\lambda)}{\lambda^l \Delta_0(\lambda)}$$

$$- \sum_{p=1}^{mn} \sum_{q=1}^n \frac{\lambda^{N-n+1+l_p}}{2} \left\{ \sum_{s=1}^{\tau_j} [B_{ps}^{(j)} v_{js}(\xi)] [-\varphi_s^{(j)}(\xi)]^N \omega_{s1}^{(j)} - \right.$$

$$\left. - \sum_{s=\tau_j+1}^n [A_{ps}^{(j)} v_{js}(\xi)] [-\varphi_s^{(j)}(\xi)]^N \omega_{s1}^{(j)} \right\} \frac{[\eta_{qk}^{(x)}] e^{\lambda x} \cdot q k E_{pq}^{(k)}(\lambda)}{\lambda^l \Delta_0(\lambda)}$$

$$- \sum_{p=1}^{mn} \sum_{q=1}^n \frac{\lambda^{N-n+1+l_p}}{2} \left\{ \sum_{s=1}^{\tau_j} [B_{ps}^{(j)} v_{js}(\xi)] [-\varphi_s^{(j)}(\xi)]^N \omega_{s1}^{(j)} - \right.$$

$$\left. - \sum_{s=\tau_j+1}^n [A_{ps}^{(j)} v_{js}(\xi)] [-\varphi_s^{(j)}(\xi)]^N \omega_{s1}^{(j)} \right\} \frac{[\eta_{qk}^{(x)}] e^{\lambda x} \cdot q k E_{pq}^{(k)}(\lambda)}{\lambda^l \Delta_0(\lambda)}$$

$$- \sum_{p=1}^{mn} \sum_{q=1}^n \frac{\lambda^{N-n+1+l_p}}{2} \left\{ \sum_{s=1}^{\tau_j} [B_{ps}^{(j)} v_{js}(\xi)] [-\varphi_s^{(j)}(\xi)]^N \omega_{s1}^{(j)} - \right.$$

$$\left. - \sum_{s=\tau_j+1}^n [A_{ps}^{(j)} v_{js}(\xi)] [-\varphi_s^{(j)}(\xi)]^N \omega_{s1}^{(j)} \right\} \frac{[\eta_{qk}^{(x)}] e^{\lambda x} \cdot q k E_{pq}^{(k)}(\lambda)}{\lambda^l \Delta_0(\lambda)}$$

Вводя следующие обозначения

$$C_{ps}^{(j)} = \begin{cases} B_{ps}^{(j)} & \text{при } s=1, 2, \dots, \tau_j, \\ -A_{ps}^{(j)} & \text{при } s=\tau_j+1, \dots, n, \end{cases} \quad (6, 13)$$

$$\Phi_{pq}^{(k)}(\lambda) = \frac{E_{pq}^{(k)}(\lambda)}{e^{-\lambda w} \Delta_0(\lambda)} \begin{cases} e^{\lambda \pi_{qk} x_{qk}} & \text{при } q=1, 2, \dots, \tau_k, \\ e^{\lambda \pi_{qk}(x_{qk} - x_{qk0})} & \text{при } q=\tau_k+1, \dots, n, \end{cases}$$

$$\omega_{q2}^{(k)} = \begin{cases} e^{\lambda \pi_{qk} x_{qk}} & \text{при } q=1, 2, \dots, \tau_k, \\ e^{\lambda \pi_{qk}(x_{qk} - x_{qk0})} & \text{при } q=\tau_k+1, \dots, n, \end{cases}$$

$$\Phi_{pq}^{(k,j)}(x, \xi) = \frac{1}{2} \left( -\varphi_q^{(k)}(\xi) \right)^N \sum_{s=1}^n C_{ps}^{(j)} v_{js}(\xi) \eta_{qk}(x),$$

эту формулу можно представить в виде:

$$\frac{\partial^N G_{kj}(x, \xi, \lambda)}{\partial \xi^N} = \frac{\partial^N g_{kj}^{(0)}(x, \xi, \lambda)}{\partial \xi^N} - \sum_{p=1}^{mn} \sum_{q=1}^n [\Phi_{pq}^{(k,l)}(x, \xi)] F_{pq}^{(k)}(\lambda) \omega_p^{(j)} \omega_q^{(k)} \lambda^{N-n+1}. \quad (6, 14)$$

Очевидно для получения асимптотического выражения для  $\frac{\partial^N G_{kj}(x, \xi, \lambda)}{\partial \xi^N}$  достаточно подставить в формулу (6,14) асимптотические выражения  $\frac{\partial^N g_{ki}^{(0)}(x, \xi, \lambda)}{\partial \xi^N}$  из формулы (6, 9).

Кстати отметим, что первое слагаемое в правой части равенства (6,4) согласно (6,6) равно нулю при  $j \neq k$ .

### VII. Разложение произвольной интегрируемой функции

В этом разделе для доказательства основной теоремы будем пользоваться следующими известными леммами [2].

**Лемма 1.** Пусть  $E(\lambda, y, x_1, \dots, x_m)$  есть функция комплексного переменного  $\lambda$  и действительного переменного  $y$ , зависящая от параметров  $x_1, \dots, x_m$ , определенная на полуплоскости  $\text{Re } c\lambda < 0$  ( $c$  — постоянная  $\neq 0$ ) для всех значений  $y \in (0, Y)$  и для всех значений  $(x_1, \dots, x_m)$  из замкнутой области  $D$ .

Пусть  $(\Gamma_l)$  ( $l=1, 2, \dots$ ) последовательность полуокружностей, расположенных в полуплоскости  $\text{Re } c\lambda < 0$ , с центром в начале и радиусов  $R_l$ , где  $R_l \rightarrow \infty$  при  $l \rightarrow \infty$ . Если  $E(\lambda, y, x_1, \dots, x_m)$  аналитическая на  $(\Gamma_l)$  ( $l=1, 2, \dots$ ) по  $\lambda$  и при  $l \rightarrow \infty$  стремится к нулю равномерно по  $\lambda, y, x_1, \dots, x_m$ , то интеграл

$$\int_{\Gamma_l} E(\lambda, y, x_1, \dots, x_m) e^{cy} d\lambda \rightarrow 0 \text{ при } l \rightarrow \infty,$$

равномерно относительно  $(x_1, \dots, x_m) \in D_x$  и  $y \in (\epsilon, Y)$  ( $\epsilon$  — произвольное положительное число).

**Лемма 2.** В условиях леммы 1, если  $E(\lambda, y, x_1, \dots, x_m)$  равномерно ограничена (этим условием мы заменяем равномерное стремление  $E$  к 0) и  $\psi(y)$  произвольная интегрируемая функция, то

$$\int_a^\beta \psi(y) dy \int_{\Gamma_l} E(\lambda, y, x_1, \dots, x_m) e^{cy} \frac{d\lambda}{\lambda} \rightarrow 0 \text{ при } l \rightarrow \infty,$$

равномерно относительно  $(x_1, \dots, x_m) \in D_x$  и  $(\alpha, \beta) \subset (0, Y)$ .

**Лемма 3.** Если  $\psi(y)$  произвольная интегрируемая функция, то

$$\int_a^\beta \psi(y) e^{cy} dy \rightarrow 0 \text{ при } |\lambda| \rightarrow \infty \text{ и } \text{Re } c\lambda < 0,$$

причем стремление равномерно для  $\alpha, \beta \in (0, Y)$ .

После проведенной выше подготовительной работы может быть доказана следующая основная,

**Теорема 4.** При условиях 1, 2, 3, 4 раздела V, если все числа  $M_{ik}^{(j)}, M_{\sigma_{ik}^{(j)}}^{(j)}$  ( $k=1, \dots, m; j=1, 2, \dots, 2c$ ) отличны от нуля,

то существует последовательность расширяющихся замкнутых контуров  $\Gamma_l$  ( $l=1, 2, \dots$ ) таких, что для всякой интегрируемой функции  $f(x) = f_k(x)$ , если  $x \in F_k$ , имеет место

$$f(x) = \frac{1}{2\pi\sqrt{-1}} \lim_{l \rightarrow \infty} \int_{\Gamma_l} d\lambda \sum_{i=1}^m \int_{a_i}^{b_i} d\xi.$$

$$f_l(\xi) \sum_{N=1}^n (-1)^{n-N} P_{N0}^{(l)}(\xi) \lambda^{N-1} \frac{\partial^{n-N} G_{kl}(x, \xi, \lambda)}{\partial \xi^{n-N}}.$$

**Доказательство.** В плоскости  $(\lambda)$  окружим все полюсы  $\lambda_l$  функции  $G(x, \xi, \lambda)$  окружностями  $C_\delta$  одного и того же радиуса  $\delta$  ( $\delta$  — такое число, что  $|\lambda_{l+1}| - |\lambda_l| \geq 2\delta$ ) с центрами в полюсах  $\lambda_l$  ( $l=1, 2, \dots$ ). Выберем последовательность замкнутых контуров  $\Gamma_l$ , не пересекающих окружностей  $C_\delta$ . Положим далее  $\frac{\text{mes } \Gamma_l}{r_l}$ , где  $r_l$  — расстояние от начала координат  $(\lambda)$  плоскости до ближайшей точки контура  $\Gamma_l$ , ограничена при больших  $l$ .

После этого разобьем всю  $(\lambda)$  плоскость на секторы  $(R_k)$ , полученные пересечением секторов  $(\sigma_s^{(k)})$  и  $(T_{jk})$  при фиксированном  $k$  и меняющихся  $s$  и  $j$ .

Таким образом, в каждом секторе  $(R_k)$  при подходящей нумерации корней (речь идет о  $k$  фиксированном)  $\varphi_i^{(k)}$  будут выполнены неравенства

$$\text{Re } \lambda \varphi_s^{(k)} < \text{Re } \lambda \varphi_2^{(k)} < \dots < \text{Re } \lambda \varphi_n^{(k)} \text{ и}$$

останутся в силе все проведенные оценки в секторах  $(D_j^{(k)})$  или в секторах  $(T_{jk})$ .

Из формул (6, 9), (6, 14), подставляя асимптотические выражения для  $\frac{\partial^{n-N} G_{jk}(x, \xi, \lambda)}{\partial \xi^{n-N}}$ , получим:

$$\int_{\Gamma_l} d\lambda \sum_{j=1}^m \int_{a_j}^{b_j} f_j(\xi) d\xi \sum_{N=1}^n (-1)^{n-N} P_{N0}^{(l)}(\xi) \lambda^{N-1} \frac{\partial^{n-N} G_{kj}(x, \xi, \lambda)}{\partial \xi^{n-N}} =$$

$$= \sum_{(R_k) (\Gamma_l \subset R_k)} \int_{a_k}^x f_k(\xi) d\xi \sum_{N=1}^n (-1)^{n-N} P_{N0}^{(k)}(\xi) \lambda^{N-1}.$$

$$\cdot \sum_{s=1}^{\tau_k} \left[ v_{ks}(\xi) (-\varphi_s^{(k)}(\xi))^{n-N} \tau_{sk}(x) \right] e^{\lambda \pi_{sk}(x_{sk} - \xi_{sk})} -$$

$$- \int_x^{b_k} f_k(\xi) d\xi \sum_{N=1}^n (-1)^{n-N} P_{N0}^{(k)}(\xi) \lambda^{N-1}.$$

$$\cdot \sum_{s=\tau_k+1}^n \lambda^{-N+1} \left[ v_{ks}(\xi) (-\varphi_s^{(k)}(\xi))^{n-N} \tau_{sk}(x) \right] e^{\lambda \pi_{sk}(x_{sk} - \xi_{sk})} \Big\} -$$

$$\begin{aligned}
& - \sum_{(R_k)} \int_{\Gamma_l \cap R_k} d\lambda \sum_{j=1}^m \int_{a_j}^{b_j} f_j(\xi) d\xi \sum_{N=1}^n (-1)^{n-N} p_{N0}^{(j)}(\xi) \lambda^{N-1} \cdot \\
& \cdot \sum_{p=1}^{mn} \sum_{q=1}^n \lambda^{-N+1} [\Phi_{pqN}^{(k,i)}(x, \xi)] F_{pq}^{(k)}(\lambda) \omega_{p1}^{(j)} \omega_{q2}^{(k)}, \quad (7,1)
\end{aligned}$$

где  $\sum_{(R_k)}$  распространяется по всем секторам  $(R_k)$ .

Во всех интегралах в правой части (7,1) показатели  $e$  имеют неположительную вещественную часть, что существенно в дальнейших вычислениях.

Меняя порядок суммирования по  $s$  и  $N$ , правую часть (7,1) можно представить в виде:

$$\begin{aligned}
& \sum_{(R_k)} \int_{\Gamma_l \cap R_k} d\lambda \left\{ \int_{a_k}^x f_k(\xi) d\xi \cdot \sum_{s=1}^{\tau_k} [v_{ks}(\xi) \eta_{sk}(x)] e^{\lambda \pi_{sk}(X_{sk} - \xi_{sk})} \cdot \sum_{N=1}^n p_{N0}^{n-N}(\xi) (-\varphi_s^{(k)}(\xi))^{n-N} - \right. \\
& \left. - \int_x^{b_k} f_k(\xi) d\xi \sum_{s=\tau_k+1}^n [v_{sk}(\xi) \eta_{sk}(x)] e^{-\lambda \pi_{sk}(X_{sk} - \xi_{sk})} \cdot \sum_{N=1}^n (-1)^{n-N} p_{N0}^{(k)}(\xi) (-\varphi_s^{(k)}(\xi))^{n-N} \right\} - \\
& - \sum_{(R_k)} \int_{\Gamma_l \cap R_k} d\lambda \sum_{j=1}^m \int_{a_j}^{b_j} f_j(\xi) d\xi \sum_{N=1}^n (-1)^{n-N} p_{N0}^{(j)}(\xi) \cdot \\
& \cdot \sum_{p=1}^{mn} \sum_{q=1}^n [\Phi_{pqN}^{(k,i)}(x, \xi)] F_{pq}^{(k)}(\lambda) \omega_{p1}^{(j)} \omega_{q2}^{(k)}.
\end{aligned}$$

Принимая во внимание тот факт, что  $\varphi_s^{(k)}(\xi)$  есть корень характеристического уравнения  $\Phi_k(\theta) = 0$ , будем иметь:

$$\sum_{N=1}^n (-1)^{n-N} p_{N0}^{(k)}(\xi) (-\varphi_s^{(k)}(\xi))^{n-N} = -(\varphi_s^{(k)}(\xi))^n.$$

Подставляя в преобразованную правую часть равенства (7,1), его можно переписать так:

$$\begin{aligned}
& \int_{\Gamma_l} d\lambda \sum_{i=1}^m \int_{a_i}^{b_i} f_i(\xi) d\xi \sum_{N=1}^n p_{N0}^{(i)}(\xi) \lambda^{N-1} \frac{\partial^{n-N} G_{kj}(x, \xi, \lambda)}{\partial \xi^{n-N}} = \\
& = - \sum_{(R_k)} \int_{\Gamma_l \cap R_k} d\lambda \left\{ \int_{a_k}^x f_k(\xi) d\xi \sum_{s=1}^{\tau_k} [v_{ks}(\xi) \eta_{sk}(x)] (\varphi_s^{(k)}(\xi))^n e^{\lambda \pi_{sk}(X_{sk} - \xi_{sk})} + \right. \\
& \left. + \int_x^{b_k} f_k(\xi) d\xi \sum_{s=\tau_k+1}^n [v_{sk}(\xi) \eta_{sk}(x)] (\varphi_s^{(k)}(\xi))^n e^{\lambda \pi_{sk}(X_{sk} - \xi_{sk})} \right\} -
\end{aligned}$$

$$- \sum_{(R_k)} \int_{\Gamma_l \cap R_k} d\lambda \sum_{j=1}^m \int_{a_j}^{b_j} f_j(\xi) d\xi \sum_{N=1}^n (-1)^{n-N} p_{N0}^{(j)}(\xi) \sum_{p=1}^{mn} [\Phi_{pqN}^{(k,i)}(x, \xi)] F_{pq}^{(k)}(\lambda) \omega_{pq}^{(j)}(\lambda) \omega_{q2}^{(k)}.$$

Вспомнив о том, что обозначает выражение в прямых скобках, это равенство можно заменить следующим равенством:

$$\begin{aligned}
& \int_{\Gamma_l} d\lambda \sum_{j=1}^m \int_{a_j}^{b_j} f_j(\xi) d\xi \sum_{N=1}^n (-1)^{n-N} p_{N0}^{(j)}(\xi) \lambda^{N-1} \frac{\partial^{n-N} G_{kj}(x, \xi, \lambda)}{\partial \xi^{n-N}} = \\
& = - \sum_{(R_k)} \int_{\Gamma_l \cap R_k} d\lambda \int_{a_1}^x f_k(\xi) d\xi \sum_{s=1}^{\tau_k} v_{ks}(\xi) \eta_{sk}(x) (\varphi_s^{(k)}(\xi))^n e^{\lambda \pi_{sk}(X_{sk} - \xi_{sk})} + \\
& + \sum_{(R_k)} \int_{\Gamma_l \cap R_k} d\lambda \int_x^{b_k} f_k(\xi) d\xi \sum_{s=\tau_k+1}^n v_{ks}(\xi) \eta_{sk}(x) (\varphi_s^{(k)}(\xi))^n e^{\lambda \pi_{ks}(X_{ks} - \xi_{sk})} - \\
& - \sum_{s=1}^{\tau_k} \int_{a_k}^x f_k(\xi) d\xi \sum_{(R_k)} \int_{\Gamma_l \cap R_k} E_{ks}^{(1)}(x, \xi, \lambda) e^{\lambda \pi_{sk}(X_{sk} - \xi_{sk})} \cdot \frac{d\lambda}{\lambda} + \\
& + \sum_{s=\tau_k+1}^n \int_x^{b_k} f_k(\xi) d\xi \sum_{(R_k)} \int_{\Gamma_l \cap R_k} E_{ks}^{(2)}(x, \xi, \lambda) e^{\lambda \pi_{sk}(X_{sk} - \xi_{sk})} \cdot \frac{d\lambda}{\lambda} - \\
& - \sum_{q=1}^n \sum_{(R_k)} \int_{\Gamma_l \cap R_k} \left\{ \left( \sum_{N=1}^n \sum_{i=1}^m \sum_{p=1}^{mn} \int_{a_j}^{b_j} [\Phi_{pqN}^{(k,i)}(x, \xi)] (-1)^{n-N} p_{N0}^{(j)}(\xi) f_j(\xi) \omega_{p1}^{(j)} d\xi \right) \cdot \right. \\
& \left. \cdot F_{pq}^{(k)}(\lambda) \right\} \omega_{q2}^{(k)} d\lambda \quad (7,2)
\end{aligned}$$

Слагаемые правой части равенства (7,2) соответственно обозначим через  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$  и займемся теперь вычислением их пределов при  $l \rightarrow \infty$ .

Имеем:

$$\begin{aligned}
A_1 & = - \sum_{(R_k)} \int_{\Gamma_l \cap R_k} d\lambda \int_{a_k}^x f_k(\xi) d\xi \sum_{s=1}^{\tau_k} v_{ks}(\xi) \eta_{sk}(x) (\varphi_s^{(k)}(\xi))^n e^{\lambda \pi_{sk}(X_{sk} - \xi_{sk})} = \\
& = - \int_{a_k}^x f_k(\xi) d\xi \sum_{s=1}^{\tau_k} v_{ks}(\xi) \eta_{sk}(x) (\varphi_s^{(k)}(\xi))^n \sum_{(R_k)} \int_{\Gamma_l \cap R_k} e^{\lambda \pi_{sk}(X_{sk} - \xi_{sk})} d\lambda. \quad (7,3)
\end{aligned}$$

Так как при  $s < \tau_k$ ,  $\text{Re } \lambda \varphi_s^{(k)}(x) < 0$ ,  $X_{sk} > \xi_{sk}$ , то для каждого номера  $s < \tau_k$ ;  $\text{Re } \lambda \pi_{sk}(X_{sk} - \xi_{sk}) < 0$ .

С другой стороны, если возьмем единую нумерацию корней  $\varphi_s^{(k)}(x)$  во всех секторах  $(R_k)$ , то для каждого  $s$  сумма тех секторов  $(R_k)$ , в которых  $\text{Re } \lambda \pi_{sk} < 0$  даст некоторую полуплоскость (которая при умножении на  $e^{i \arg \pi_{sk}}$  совместится с левой полуплоскостью), примерный чертеж которой дан ниже.

Из этих рассуждений вытекает, что при каждом

$$\sum_{(R_k) \cap (\Gamma_l \cap R_k)} \int e^{\lambda \pi_{sk} (X_{sk} - \xi_{sk})} d\lambda = \int_{\text{лев. пол. } \Gamma_l} e^{\lambda \pi_{sk} (X_{sk} - \xi_{sk})} d\lambda.$$

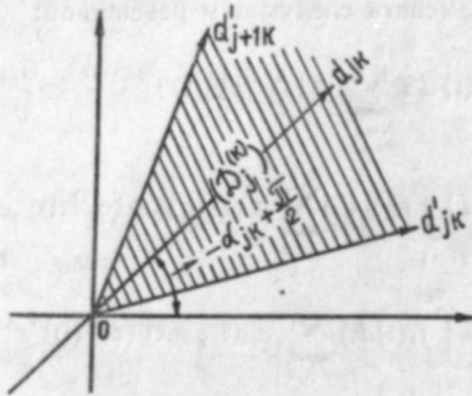


Рис. 2

Пусть  $C_l$  есть образ контура  $\Gamma_l$  при отображении  $z = \lambda e^{i \arg \pi_{sk}}$ . Тогда очевидно

$$\int_{\text{з. п. } \Gamma_l} e^{\lambda \pi_{sk} (X_{sk} - \xi_{sk})} d\lambda = \int_{\text{д. п. } C_l} e^{i \pi_{sk} (X_{sk} - \xi_{sk}) z} \cdot e^{-i \arg \pi_{sk}} dz = e^{-i \arg \pi_{sk}} \frac{e^{-i \pi_{sk} (X_{sk} - \xi_{sk}) / r_l} - e^{i \pi_{sk} (X_{sk} - \xi_{sk}) / r_l}}{| \pi_{sk} | (X_{sk} - \xi_{sk})} = -2V^{-1} \frac{\sin r_l | \pi_{sk} | (X_{sk} - \xi_{sk})}{\pi_{sk} (X_{sk} - \xi_{sk})}.$$

Подставляя в (7,3), получим

$$A_1 = 2V^{-1} \int_{a_k}^x f_k(\xi) d\xi \sum_{s=\tau_k}^{\tau_k} v_{ks}(\xi) \eta_{sk}(x) (\varphi_s^{(k)}(\xi))^n \cdot \frac{\sin r_l | \pi_{sk} | (X_{sk} - \xi_{sk})}{\pi_{sk} (X_{sk} - \xi_{sk})}. \quad (7,4)$$

Далее при  $s \geq \tau_k$ ,  $\text{Re } \lambda \varphi_s^{(k)}(x) > 0$  и  $X_{sk} < \xi_{sk}$ . Тогда для каждого номера  $s \geq \tau_k$ ,  $\text{Re } \lambda \pi_{sk} (X_{sk} - \xi_{sk}) < 0$ . При единой нумерации корней во всех секторах сумма тех секторов, в которых  $\text{Re } -\lambda \pi_{sk} < 0$  даст некоторую полуплоскость (которая совместится с правой полуплоскостью при умножении  $e^{i \arg \pi_{sk}}$ ).

Из этих последних рассуждений вытекает, что при  $s \geq \tau_k$

$$\sum_{(R_k) \cap (\Gamma_l \cap R_k)} \int e^{\lambda \pi_{sk} (X_{sk} - \xi_{sk})} d\lambda = \int_{\text{п.п. } \Gamma_l} e^{\lambda \pi_{sk} (X_{sk} - \xi_{sk})} d\lambda = \int_{C'_l} e^{\lambda \pi_{sk} (X_{sk} - \xi_{sk})} d\lambda.$$

Так же, как и выше, вычислив этот интеграл, получим

$$2V^{-1} \frac{\sin r_l | \pi_{sk} | (X_{sk} - \xi_{sk})}{\pi_{sk} (X_{sk} - \xi_{sk})}.$$

Итак, для  $A_2$  получаем:

$$A_2 = 2V^{-1} \int_x^{b_k} f_k(\xi) d\xi \sum_{s=\tau_k+1}^n v_{sk}(\xi) \eta_{sk}(x) (\varphi_s^{(k)}(\xi))^n \cdot \frac{\sin r_l | \pi_{sk} | (X_{sk} - \xi_{sk})}{\pi_{sk} (X_{sk} - \xi_{sk})}. \quad (7,5)$$

Из формул (7, 4) и (7, 5) получим

$$A_1 + A_2 = 2V^{-1} \sum_{s=1}^n \eta_{sk}(x) \int_{a_k}^{b_k} v_{ks}(\xi) (\varphi_s^{(k)}(\xi))^n f_k(\xi) \frac{\sin r_l | \pi_{sk} | (X_{sk} - \xi_{sk})}{\pi_{sk} (X_{sk} - \xi_{sk})} d\xi.$$

Из введенных обозначений в разделе VI имеем:

$$x_{sk} = \int_{a_k}^x q_{sk}(t) dt, \quad \xi_{sk} = \int_{a_k}^{\xi} q_{sk}(t) dt, \quad d\xi_{sk} = q_{sk}(\xi) d\xi.$$

Пусть отсюда находим

$$x = \chi(X_{sk}), \quad \xi = \chi(\xi_{sk}), \quad \alpha_{sk} = 0, \quad \beta_{sk} = \int_{a_k}^{b_k} q_{sk}(t) dt.$$

Тогда

$$A_1 + A_2 = 2V^{-1} \sum_{s=1}^n \eta_{sk}(x) \int_0^{\beta_{sk}} v_{sk}(\chi(\xi_{sk})) (\varphi_s^{(k)}(\chi(\xi_{sk})))^{n-1} f_k(\chi(\xi_{sk})) \frac{\sin r_l | \pi_{ks} | (X_{sk} - \xi_{sk})}{X_{sk} - \xi_{sk}} d\xi_{sk}.$$

Из этой формулы, согласно известной формуле из теории трансформации Фурье, получаем

$$\lim_{l \rightarrow \infty} (A_1 + A_2) = 2\pi V^{-1} \sum_{s=1}^n \eta_{sk}(x) v_{sk}(x) (\varphi_s^{(k)}(x))^{n-1} f_k(x) = 2\pi V^{-1} f_k(x)$$

в силу формулы (6, 3).

Далее, согласно лемме 2 этого раздела,

$$\lim_{l \rightarrow \infty} A_2 = \lim_{l \rightarrow \infty} A_4 = 0.$$

Заметим, что функции  $F_{pq}^{(k)}(\lambda)$ , согласно оценке (5,16) и выбору контуров  $\Gamma_l$ , ограничены на контурах  $\Gamma_l$ , ибо контуры  $\Gamma_l$  не пересекают окружностей  $C_\delta$ .

В выражении  $A_5$  главная часть выражения, заключенного в круглых скобках, стремится к нулю при  $l \rightarrow \infty$  согласно лемме 3. Тогда выражение в фигурных скобках стремится к нулю равномерно. Тогда, согласно первой лемме, получаем  $\lim_{l \rightarrow \infty} A_5 = 0$ . Теорема доказана.

В заключение отметим, что Тамаркиным в цитированной работе [2] дана формула разложения произвольной интегрируемой функции  $f(x)$  для уравнения вида (3, 1) с непрерывными по  $x$  коэффициентами  $P_i(x, \lambda)$  при граничных условиях

$$L_i(y) = A_i(y, \lambda) + B_i(y, \lambda) = 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n),$$

где

$$A_i(y; \lambda) = \sum_{s=0}^n \lambda^s A_i^{(s)}(y); \quad B_i(y; \lambda) = \sum_{s=0}^n \lambda^s B_i^{(s)}(y);$$

$$A_i^{(s)}(y) = \sum_{k=s}^n \alpha_{ik}^{(s)} y^{(k-1)}(a), \quad B_i^{(s)}(y) = \sum_{k=1}^n \beta_{ik}^{(s)} y^{(k-1)}(b)$$

(здесь  $y^{(k-a)}$  означает производную порядка  $k-1$ ) и дана следующая формула разложения:

$$(x) = \frac{1}{2\pi V-1} \int_{\Gamma_1} d\lambda \int_1^b f(\xi) d\xi \sum_{N=1}^n (-1)^{n-N} p_{No}(x) \lambda^{N-1} \frac{\partial^{n-N} G(x, \xi, \lambda)}{\partial \xi^{n-N}}.$$

Легко заметить, что в нашем случае, в частности при  $m=1$ , уравнения (3, 1) и граничные условия (3, 2) совпадают соответственно с уравнением и граничными условиями Тамаркина и из нашей формулы разложения основной теоремы получается формула разложения Тамаркина.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. М. Л. Расулов—Исследование вычетного метода решения некоторых смешанных задач для дифференциальных уравнений. Матем. сб., т. 30 (72): 3 (1952).
2. J. Tamarkin—Some general problem of the theory of ordinary linear differential equations and expansion of an arbitrary function in series of fundamental functions. Math. Z. 27 (1928).
3. G. D. Birkoff—On the asymptotic character of solutions of certain linear differential equations. Trans. Am. Math. Soc. 9 (1908).
4. R. E. Zanger—On the zeros of exponential sums and integrals. Bull. Am. Math. Soc. XXXVII (1931).

М. Л. Расулов

Интегралланан функциянын хэти дифференциал тэнлик үчүн гоюлмуш сэрхэд мäsäläсинин „баш“ функцияларына нэзэрэн тэфриги һаггында

#### ХҮЛАСӘ

Чыхыглар үсүлунун бир чох практики мäsälälәрин һәллине тэтбиг блунмасында интегралланан функциянын ади дифференциал тэнлик үчүн гоюлмуш сэрхэд мäsäläсинин фундаментал функцияларына нэзэрэн сырая айрылмасы мäsälәси әсас ер тутур.

Әмсаллары һиссә-һиссә кәсилмәйән хүсуси төрәмәли дифференциал тәнликләрин һәллине чыхыглар үсүлуну тэтбиг этмәк үчүн ән әввәл юхарыда һаггында данышдыгмыз айрылыш мäsäläсинин мүмкүн олмасыны көстәрмәк лазым кәлир. Буна көрә дә бу мәгаләдә интегралланан функциянын әмсаллары һиссә-һиссә кәсилмәйән вә комплекс параметрдән асылы олан (3,1) ади хэти дифференциал тәнлик үчүн (3,2) сэрхэд шәртләри васитәсилә гоюлмуш сэрхэд мäsäläсинин „баш“ функцияларына нэзэрэн сырая айрылмасынын мүмкүн олмасы вә бу айрылыш VII бәндин теоремине аид дүстур васитәсилә ифадә олундуғу исбат әдилир.

Х. М. ХАЛИЛОВ

#### К ИЗУЧЕНИЮ ПЛОТНОСТИ, СЖИМАЕМОСТИ И ТЕРМИЧЕСКОГО РАСШИРЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ, НАСЫЩЕННЫХ И НЕ НАСЫЩЕННЫХ ГАЗОМ

Начиная с 1947 г. автором в Институте физики и математики Академии наук Азербайджанской ССР проводились работы по модернизации ртутной и разработке безртутной аппаратуры для изучения физических параметров пластовых и рекомбинированных нефтей.

Выполнение этой работы потребовало разработки способа соединения между собой стеклянных и стальных трубок, применяемых при повышенных давлениях [1], проведения испытаний на разрыв стеклянных трубок и капилляров под действием внутреннего давления [2] и конструирования ряда стеклянно-металлических приборов. Капиллярный вискозиметр, относящийся к этим приборам, был опубликован нами в 1950 г. [1].

Ниже будут рассмотрены остальные стеклянно-металлические приборы, предназначенные главным образом для изучения сжимаемости жидкостей. Эти приборы представляют интерес в связи с простотой их изготовления и возможностью применения их в лабораториях тех районов, где эксплуатация нефтяных месторождений производится при невысоких давлениях. Схемы безртутной аппаратуры для комплексного исследования физических свойств пластовых и рекомбинированных нефтей и конструкции приборов, входящих в эти схемы, будут опубликованы в последующих статьях.

#### 1. Приборы для определения плотности и сжимаемости газонасыщенных нефтей

а) Для определения плотности и сжимаемости газонасыщенных нефтей при значениях давлений, достигающих до 70—80 атм, можно пользоваться прибором, изображенным на рис. 1. О нем упоминалось в работе [3].

Он состоит из стеклянных сосудиков  $V_1$  и  $V_2$ , сообщающихся между собой прокалываемой узкой трубкой 8 с нанесенной на ней шкалой. Для увеличения прочности сосудиков последние размещаются в металлических баллонах 4 и 9. Зазоры между стенками сосудиков и баллонов заполнены слоем цемента. Сосудик  $V_2$  через стеклянно-



ный капилляр 6 соединяется со стальной спиралью 2 ниппельным соединением. Принцип ниппельного соединения стеклянных и стальных трубок был нами изложен в работе [1].

Посредством втулки 12 штатива 10 прибор укрепляется внутри воздушного термостата (рис. 5), имеющего систему качания прибора и окно для ведения визуальных наблюдений за уровнем мениска жидкости. Свободный конец стальной спирали 2, обвивающей ось качания прибора, выводится из термостата и сообщается с поршневым устройством для сжатия газа.

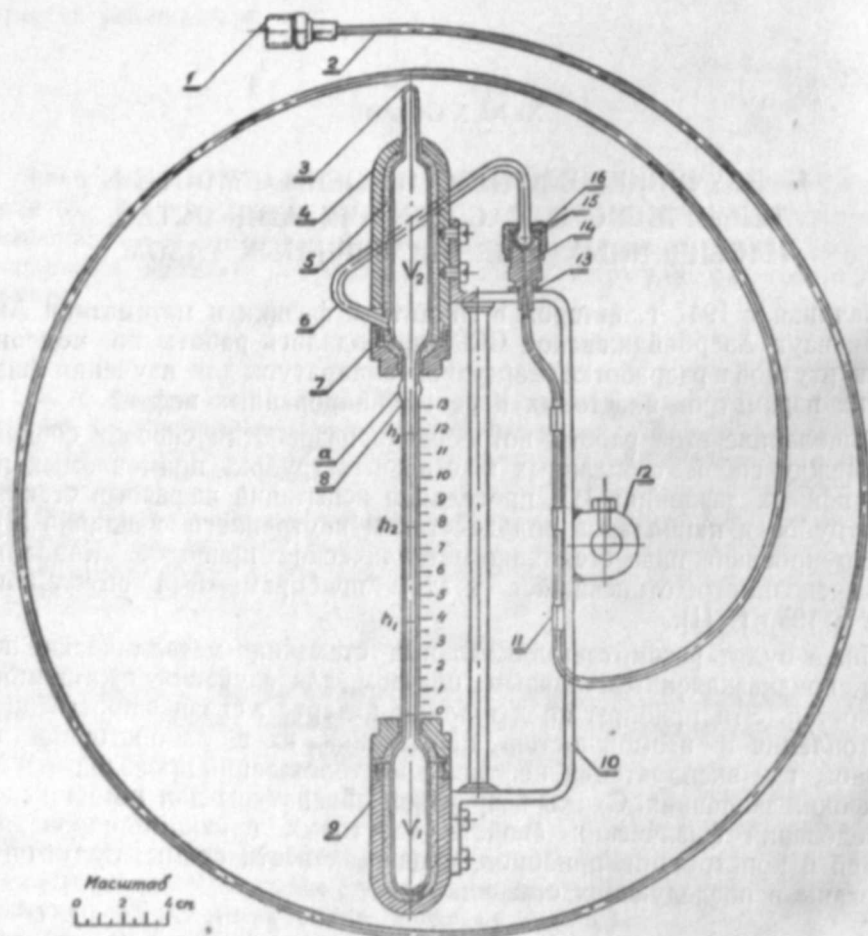


Рис. 1

Прибор для определения плотности и сжимаемости газонасыщенных нефтей

Исследуемая нефть вводится в прибор через отросток 3, конец которого запаивается затем у пламени. Вес этой нефти определяется взвешиванием в специальном сосудике до и после переливания ее в прибор. После эвакуации воздуха газ вводится в прибор по спирали 2. Вращая прибор по часовой стрелке на угол в  $130^\circ$  и в обратном направлении на угол в  $260^\circ$ , даем возможность жидкости переходить из одного сосудика в другой. Подобные переходы вещества осуществляются 60–80 раз.

При перемещении жидкости по трубке 8 в одном направлении газ движется в противоположном направлении, что приводит к быстрому

насыщению нефти газом. К концу процесса насыщения нефти газом прибор устанавливается в вертикальном положении и делается выдержка до момента полного разделения фаз системы нефть–газ. Измерение объема жидкости, обусловленное насыщением ее газом, сводится к измерению высот мениска с помощью катетометра.

Объем сосудика  $V_1$ — $12 \text{ см}^3$ , а сосудика  $V_2$ — $16 \text{ см}^3$ . Внутренний диаметр прокалываемой трубки 8 равен  $3,5 \text{ мм}$ .

Прибор пригоден и для изучения сжимаемости газонасыщенных жидкостей при низких давлениях. Кратковременное сжатие жидкости

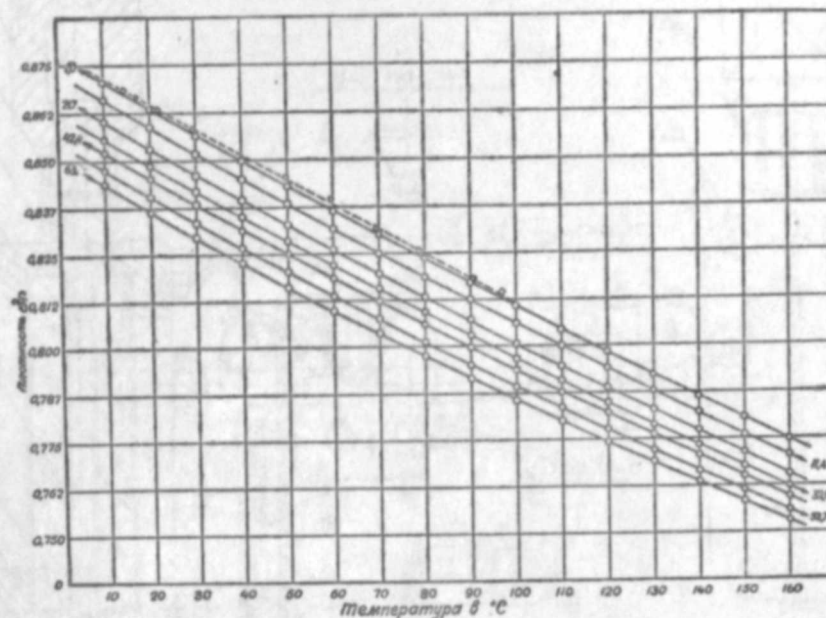


Рис. 2

Изменение удельного веса нефти ( $d_{20}=0,864$ ) в зависимости от ее газонасыщенности и температуры

в этом случае достигается газом, подводимым в прибор из поршневого устройства.

При давлении до  $40 \text{ атм}$  прибор (рис. 1) применялся без металлических баллонов 4 и 9.

С помощью этого прибора было проведено исследование плотности ряда проб газонасыщенных нефтей. На рис. 2 для примера приведены кривые изменения удельного веса лишь одной пробы нефти ( $d_{20}=0,864$ ) в зависимости от температуры и давления предельного насыщения ее газом. Нефть предельно насыщалась газом при давлениях:  $11,4$ ;  $21,7$ ;  $32,0$ ;  $42,4$ ;  $52,7$ ;  $63,0 \text{ кг/см}^2$ . Эти значения давлений нанесены на концах кривых. При давлении, равном одной атмосфере, нефть изучалась в дегазированной состоянии.

Насыщение нефти газом приводит к уменьшению ее удельного веса.

Как видно из кривых, при какой-либо температуре относительное уменьшение плотности нефти, обусловленное насыщением ее газом, при низких давлениях значительно больше, чем при высоких.

Если пренебречь весом газа, растворенного в нефти, то плотность ее при давлении насыщения  $10 \text{ атм}$  и температуре  $20^\circ \text{С}$  окажется

меньше истинного значения приблизительно на 0,3%, при 30 атм.—на 1%, а при 50 атм.—на 2,1%.

Среднее значение веса природного газа, растворенного в нефти, можно учесть, зная коэффициент его растворимости (0,5) и удельный вес метана при соответствующих температурах и давлениях.

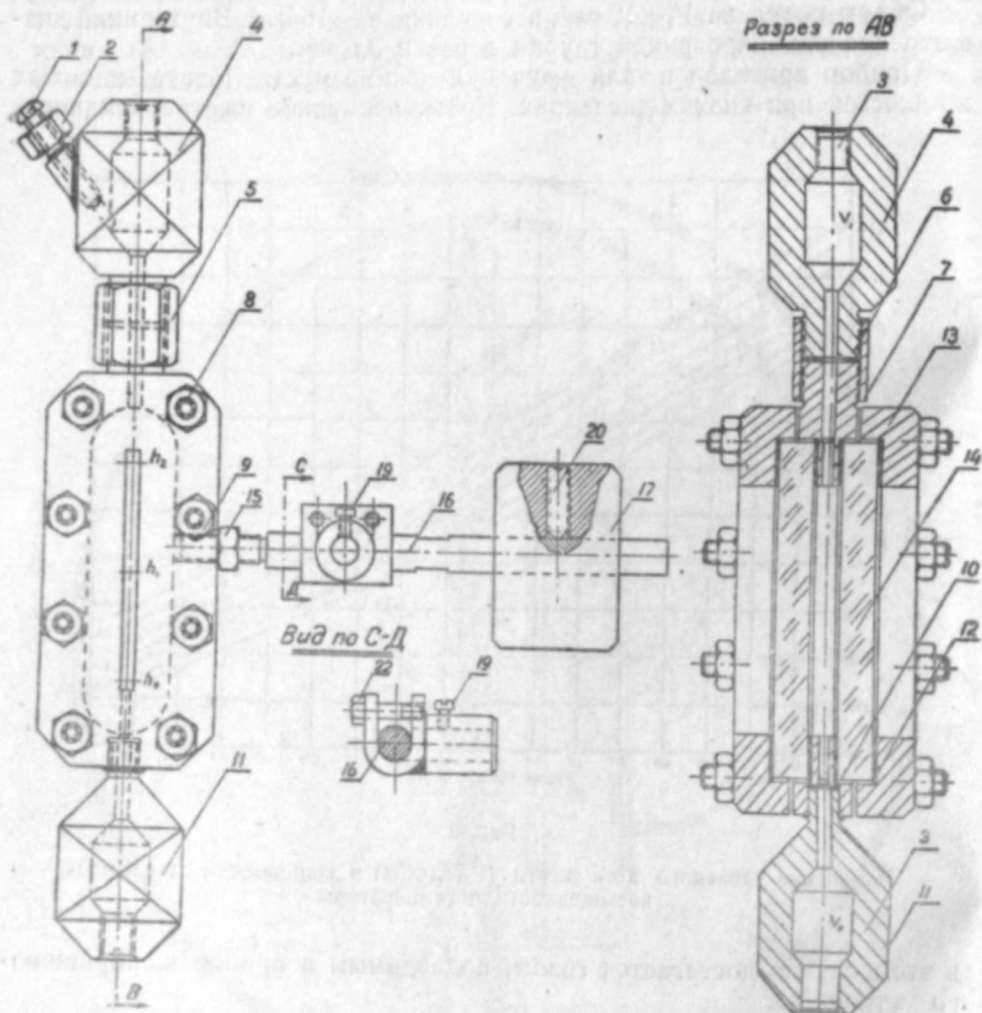


Рис. 3

Прибор со смотровым окном для изучения плотности и сжимаемости газонасыщенных нефтей

б) На рис. 3 изображен прибор, аналогичный ранее описанному и отличающийся тем, что сосудики  $V_1$  и  $V_2$  изготовлены из металла; кроме того, стеклянная трубка заменена смотровым окном высокого давления, состоящим из двух плоских стекол 14, уплотненных металлическими накладками 13. Методика работы с прибором не отличается от методики предшествующего варианта.

## 2. Определение коэффициентов изотермической сжимаемости и термического расширения жидкостей

Для изучения коэффициентов изотермической сжимаемости и термического расширения жидкостей рассматривается прибор, представленный на рис. 4.

Этот прибор состоит из стального баллона 3, вентиля 2, стеклянного капилляра 9, шкалы 8, штатива 10, воронки 1 и других деталей.

Баллон 3 для удобства обработки его внутренней поверхности изготавливается из двух частей. По способу соединения стеклянных и стальных трубок одна часть капилляра соединяется с баллоном, а другая с ниппелем трубки 14. Свободные концы этих частей припаиваются между собой в стыке соприкосновения 11.

Емкость баллона, включая сюда емкость канала до иглы шпинделя вентиля 2 и верхней головки капилляра 9 (выше нулевого деления шкалы 8), составляет 8 см<sup>3</sup>. Радиус стеклянного капилляра 9 равен 0,4 мм.

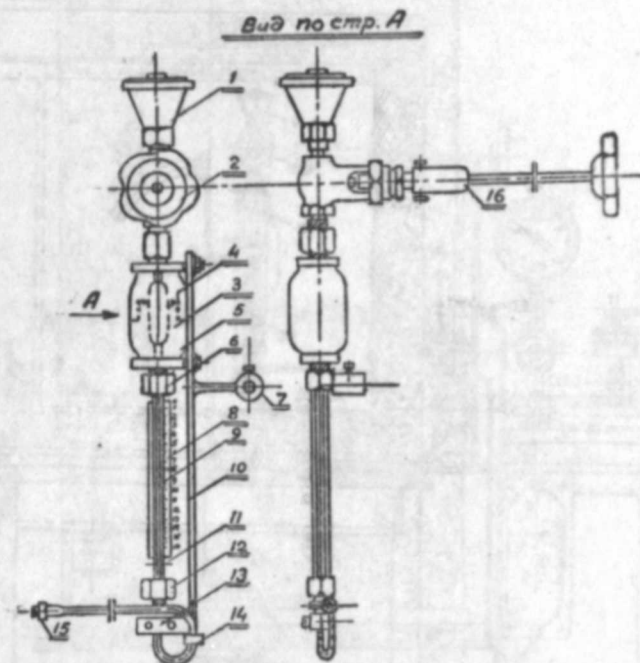


Рис. 4

Прибор визуального наблюдения для исследования сжимаемости и термического расширения жидкостей

Прибор (рис. 4) укрепляется внутри воздушного термостата. Конец соединительной трубки 14 выводится за пределы термостата.

На рис. 5 показана общая схема экспериментальной установки. Трубки, идущие от прибора сжимаемости и баллона 8, сообщаются между собой в стыке 9. Внутри баллона содержится некоторое количество ртути, играющей роль разделительной жидкости. Заполнение прибора исследуемой жидкостью производится через воронку 14.

Под воздействием масла, нагнетаемого прессом, часть ртути вытесняется из баллона 8, заполняет соединительные трубки, капилляр 10, баллон 12 и показывается на дне воронки 14. В этот момент в воронку 14 наливается нужное количество исследуемой жидкости и возвратным ходом поршня пресса этой жидкостью заполняется баллон 12 и капилляр 10.

Когда в капилляре 10 уровень ртути находится в пределах нижних делений шкалы 11, закрываем вентиль 13, крышки воронки 14 и термостата. Если объектом исследования является непрозрачная жидкость,

то границу раздела между ею и ртутью внутри капилляра 10 удобно наблюдать при действии бокового осветителя  $I_2$ . В случае же изучения сжимаемости прозрачных жидкостей пользуемся светом прямого попадания, идущего от источника  $I_1$  (рис. 6), как это описано в работе [1].

При стационарном тепловом режиме измеряется температура, начальное давление  $P_1$  и высота  $h_1$  уровня ртути в приборе сжимаемости. О величине давления судим по показанию манометра пресса. Вращением рукоятки  $b$  выжимного пресса (посредством масла и ртути)

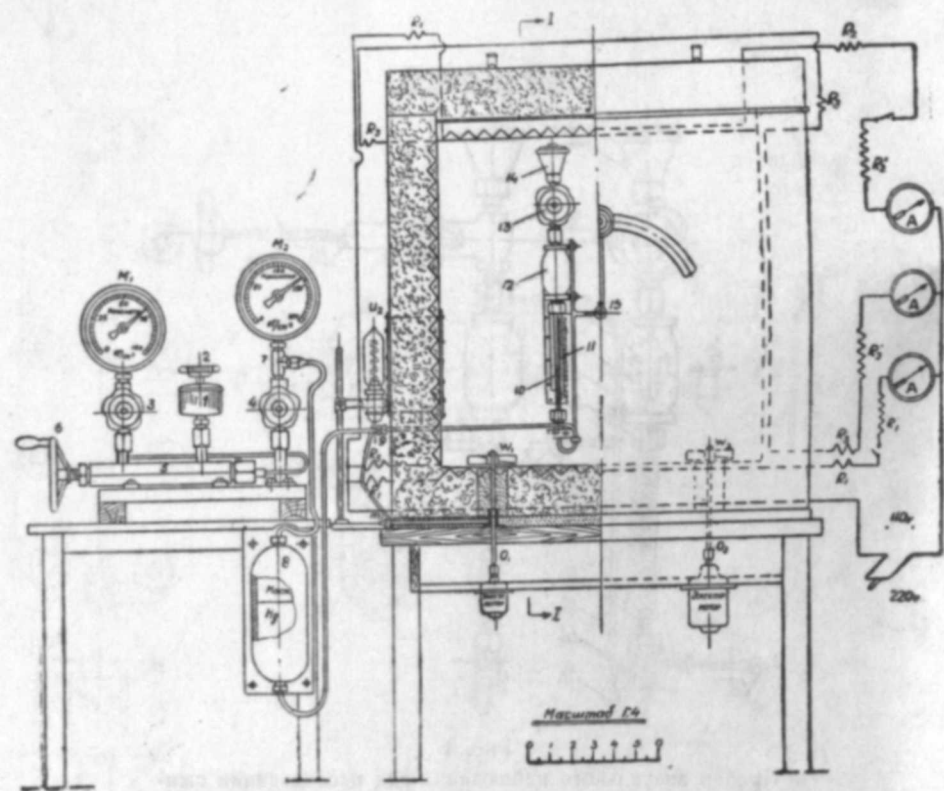


Рис. 5

Экспериментальная установка для исследования сжимаемости и термического расширения жидкостей

сжимаем исследуемую жидкость до значения давления  $P_2$ . Ясно, что при этом жидкость несколько нагреется. Ждем до того момента, пока она воспримет температуру среды и затем отсчитываем высоту уровня ртути  $h_2$ .

Таким образом получаем данные, необходимые для вычисления коэффициента сжимаемости  $\gamma$  по формуле:

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V_n (P_2 - P_1)}, \quad (1)$$

где  $V_n$ —объем, занимаемый исследуемой жидкостью при начальном значении давления сжатия  $P_1$ , а  $\Delta V$ —величина уменьшения объема жидкости, обусловленного сжатием ее от  $P_1$  до  $P_2$ . Объем  $V_n$  складывается из двух составляющих—из объема жидкости, находящейся в бал-

лоне 12 и в капилляре 10. Объем жидкости, имеющейся в капилляре 10, равен  $\pi r^2 h_1$ , а  $\Delta V$  равен  $\pi r^2 (h_1 - h_2)$ .

Таким образом, при этих опытах определение объема, занимаемого жидкостью, сведено также к измерениям уровней мениска ртути  $h_1$  и  $h_2$ .

Для сохранения границы раздела жидкостей в поле зрения, перед нагреванием прибора до следующего значения температуры, из баллона 12 необходимо под давлением вытеснить некоторую долю иссле-

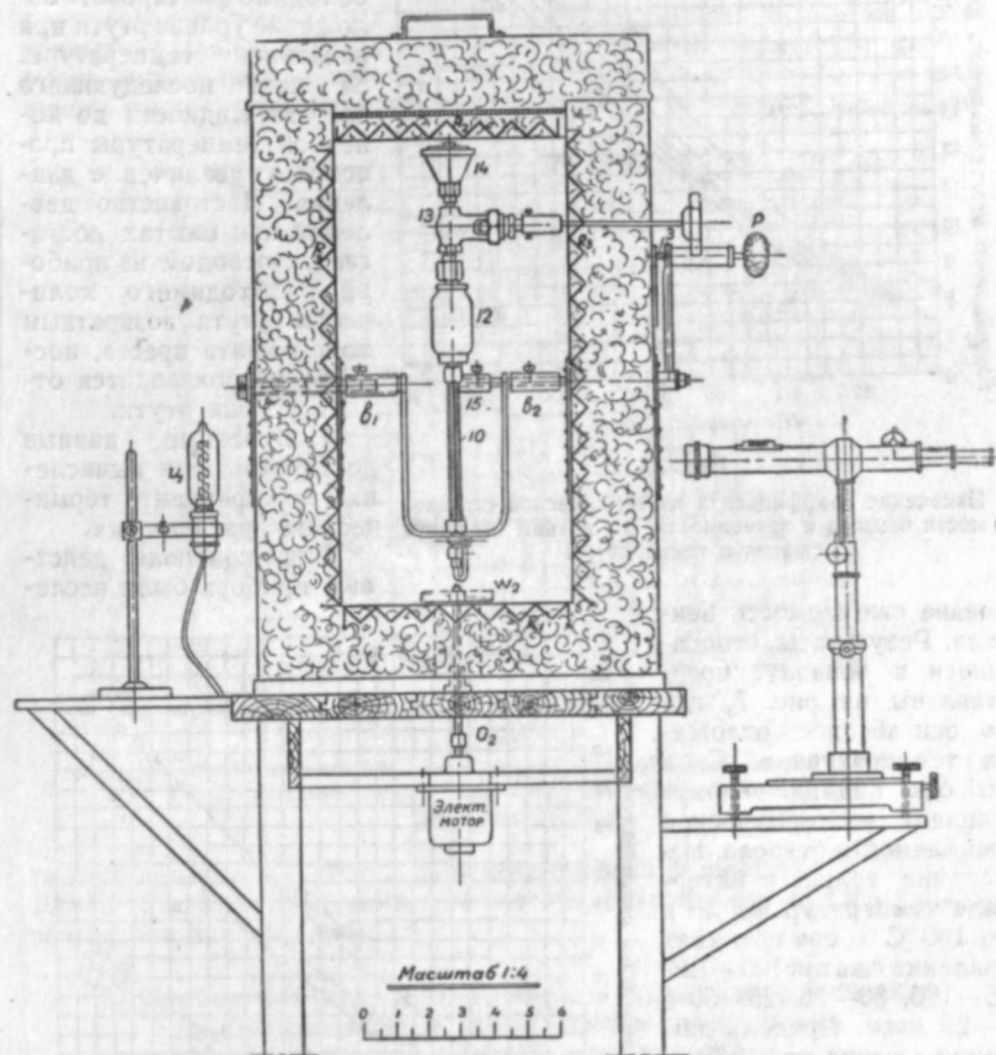


Рис. 6

Экспериментальная установка для исследования сжимаемости и термического расширения жидкостей (разрез термостата, изображенного на рис. 5, по линии I—I)

дуемой жидкости в воронку 14, что достигается кратковременным приоткрыванием вентиля 13; по поднятии уровня ртути в верхний участок капилляра 10, вентиль 13 закрывается. При определенной температуре измерения ведется вначале при больших значениях пределов сжатия, а затем при меньших. Преимуществом этого метода опреде-

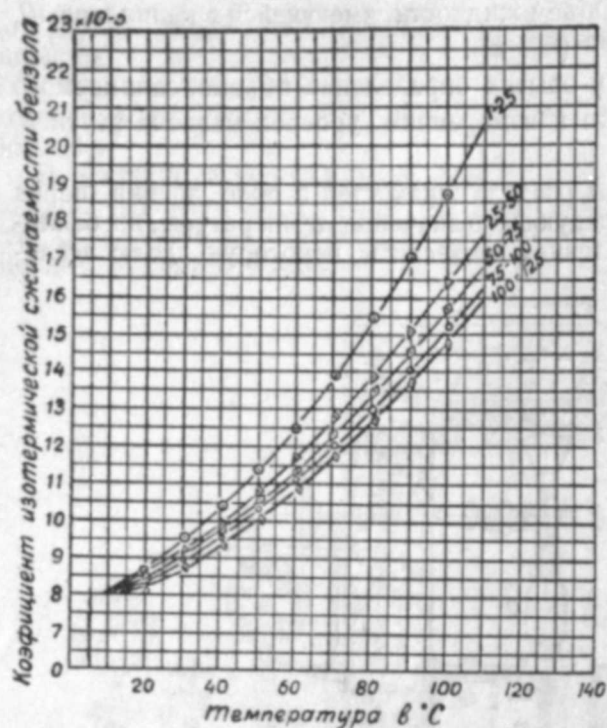


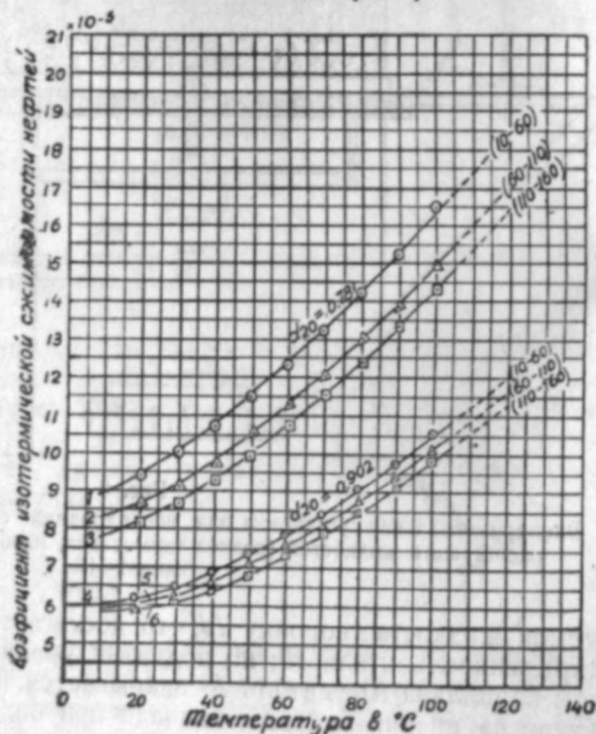
Рис. 7

Изменение коэффициента изотермической сжимаемости бензола в зависимости от границ давлений сжатия и температуры

дована сжимаемость бензола. Результаты, относящиеся к бензолу, представлены на рис. 7, где по оси абсцисс отложена температура в °С, а по оси ординат — коэффициент изотермической сжимаемости бензола. Измерения велись в интервале температур от 20 и до 100 °С и при границах давлений сжатия 100—125, 75—100, 50—75, 25—50 и 1—25 атм. Пределы давлений сжатия указаны на концах кривых.

Рис. 8

Изменение коэффициента изотермической сжимаемости стабилизированных нефтей ( $d_{20}=0,781$  и  $0,902$ ) в зависимости от границ давлений сжатия и температуры



ления сжимаемости является то, что опыты до 160 атм могут быть произведены при любых границах давлений сжатия.

Для определения коэффициента термического расширения жидкости необходимо фиксировать положение уровня ртути при начальной температуре. За счет последующего нагрева жидкости до конечной температуры происходит увеличение давления. Постоянство давления при опытах достигается отводом из прибора необходимого количества ртути возвратным ходом винта пресса, после чего производится отсчет уровня ртути.

Полученные данные достаточны для вычисления коэффициента термического расширения.

Для контроля действия прибора была исследована

Как видно из кривых, при одинаковых значениях разности пределов сжатия сжимаемость жидкости при низких давлениях значительно больше, чем при высоких. Это свойство жидкостей при высоких температурах проявляется в большей степени, чем при низких.

Из числа результатов, относящихся к сжимаемости стабилизированных нефтей, приведем здесь данные, полученные при изучении проб бакинских нефтей с удельными весами 0,781, 0,863 и 0,902 (при температуре 20 °С). Полученные результаты приведены на рис. 8 и 9. Над каждой группой кривых указан удельный вес нефти, к которой они относятся. Данные, относящиеся к каждой из кривых этих рисунков, были получены при постоянных значениях границ давлений сжатия, приведенных на концах кривых в скобках. Из кривых видно, что сжимаемость легких нефтей сравнительно больше, чем тяжелых. При повышении температуры происходит непрерывное увеличение коэффициен-

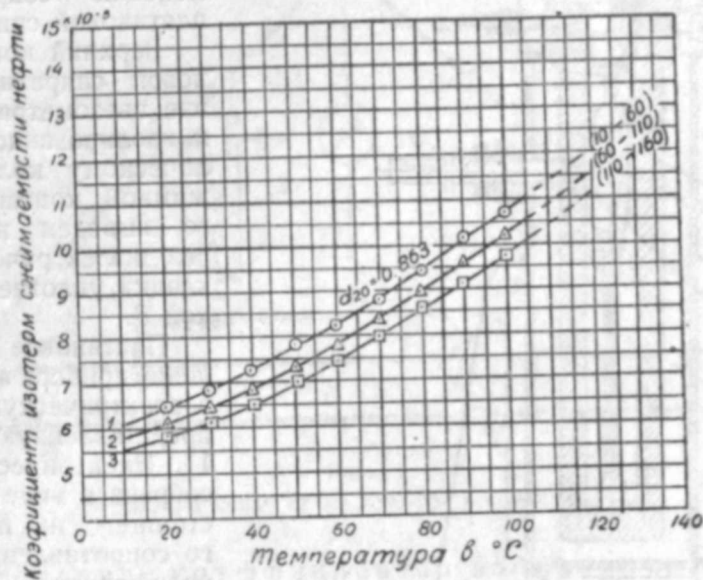


Рис. 9

Зависимость коэффициента изотермической сжимаемости стабилизированной нефти ( $d_{20}=0,863$ ) от границ давлений сжатия и температуры

та сжимаемости жидкостей. При повышении температуры от 20 °С и до 100 °С коэффициент сжимаемости стабилизированных нефтей увеличивается почти в два раза.

### 3. Прибор для изучения коэффициентов изотермической сжимаемости и термического расширения жидкостей при высоких давлениях

На рис. 10 представлен прибор для изучения упругих и термических свойств жидкостей в пределах давлений более высоких, чем это возможно достигать при работе с прибором, представленным на рис. 4.

Этот прибор состоит из платиновой спирали, обвивающей стеклянную палочку 7 и повсеместно припаянной к ней, пьезометра 4, стального корпуса 5, пробки 2, кожуха 12, основания 6, трубки для термометра 11, штуцеров 13 и 13', для прохождения термостатирующей жидкости, и вентиля 1.

В нижней части цилиндра 5 находится ртуть, в которую входит нижний конец трубки пьезометра 4, содержащего испытуемую жидкость не проводящую электрического тока. Пространство между пьезометром 4 и корпусом 5 над ртутью заполняется глицерином. Глицерин

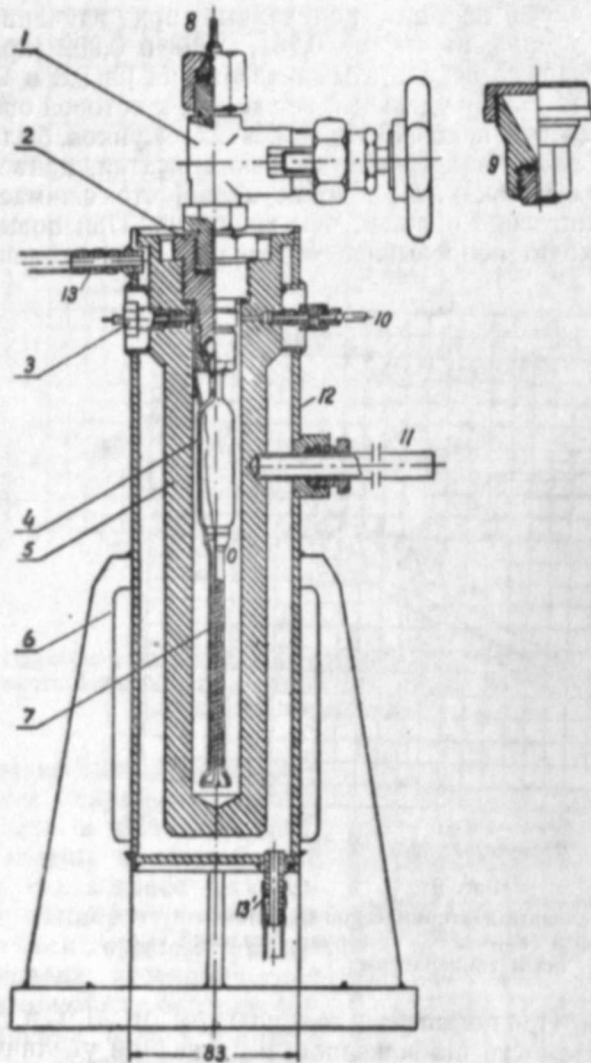


Рис. 10

Прибор для исследования сжимаемости и термического расширения жидкостей при высоких давлениях

подводится из выжимного пресса через трубку 10. Когда глицерин подвергается сжатию, то ртуть поднимается по трубке пьезометра соответственно изменению объема исследуемой жидкости. Высота подъема столбика ртути измеряется по изменению сопротивления платиновой спирали.

Верхний конец платиновой спирали выведен вне пьезометра и припаян к изолированному металлическому кольцу, прижимной контакт которого выведен наружу через диэлектрические прокладки, уплотненные пробкой 3.

Платиновое сопротивление прибора включается в электрическую схему, представленную на рис. 11. Электрическая схема собрана в виде моста, состоящего из переменного сопротивления (платиновой спирали) 7, постоянного сопротивления 1 и реохорда с плечами 2 и 3, аккумуляторной батареи 4, гальванометра нулевого отсчета 5 и включателя 6.

При сжатии глицерина выжимным прессом ртуть, входя во внутрь трубки пьезометра, уменьшает сопротивление платиновой спирали 7, вследствие чего нарушается режим моста. Перемещая движок реохорда, устанавливаем стрелку гальванометра в нулевое положение и производим измерение уровня ртути по шкале реохорда, отградуированного в миллиметрах.

Заполнение прибора жидкостью, насыщенной газом. Стальной капилляр 8 соединяет прибор с сосудом равновесия. Выжимным прессом заполняем ртутью пьезометр и капилляр 8 до сигнального контакта сосуда равновесия. Затем закрывается вентиль сосуда равновесия. Оба прибора подключаются параллельно к ультратермо-

стату для циркуляции термостатирующей жидкости в их рубашках. После установления в обоих приборах определенной температуры в сосуде равновесия жидкость насыщается газом. Затем, действуя двумя прессами, подключенными с двух сторон этих приборов, переводим жидкость из сосуда равновесия в пьезометр, не нарушая при этом условий равновесия, и закрываем вентиль 1.

В случае изучения стабилизированных жидкостей трубка 8 отключается и на вентиль 1 навинчивается воронка 9. Доводя уровень ртути до дна воронки 9, заливаем в нее 18—20 см<sup>3</sup> жидкости. Возвратным ходом пресса, подключенного к трубке 10, заполняем прибор исследуемой жидкостью и перекрываем вентиль 1. В таком виде прибор готов к измерениям.

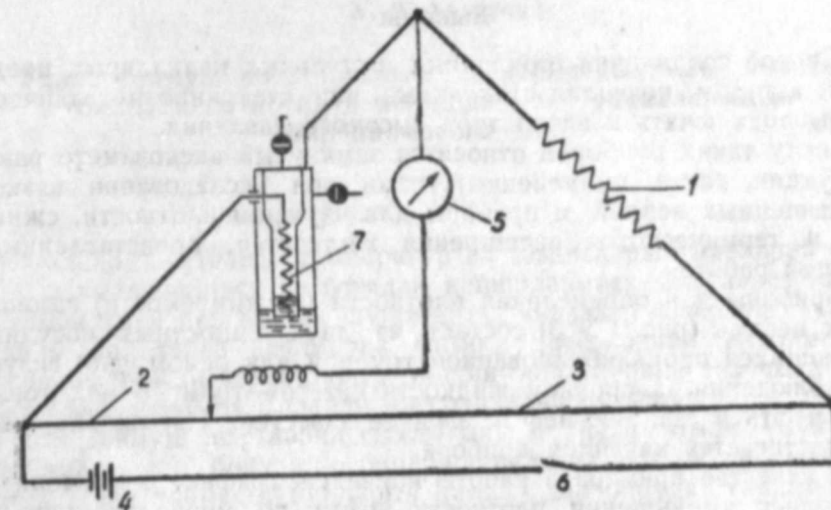


Рис. 11

Электрическая схема прибора сжимаемости

Определение коэффициентов изотермической сжимаемости и объемного расширения жидкости. Емкость пьезометра 4 выше метки 0, нанесенной на верхней части его трубки, обозначим  $V_0$ . Она равна 14 см<sup>3</sup>. Объем жидкости в трубке пьезометра равен  $Sh_1$ , где  $h_1$  — высота столбика жидкости между делением 0 и уровнем ртути, а  $S$  — площадь свободного сечения трубки пьезометра, занятого жидкостью. Тогда начальный объем  $V_n = V_0 + Sh_1$ .

$V_0$  и  $S$  известны из градуировки прибора, определение изменения объема исследуемой жидкости  $\Delta V$ , которое равно  $S(h_1 - h_2)$ , сводится к измерению столба ртути  $h$  в трубке пьезометра. Здесь  $h_2$  — высота столба ртути при давлении  $P_2$ .

Подставляя в формулу (1) значения  $V_n$  и  $V_0$ , получим

$$\gamma = \frac{S(h_1 - h_2)}{(V_0 + Sh_1)(P_2 - P_1)} \quad (2)$$

По заполнении пьезометра исследуемой жидкостью при температуре  $t$  и давлении  $P_1$  записывается показание манометра, соответствующее высоте столба ртути  $h_1$ . Затем повышаем давление до значения  $P_2$ ; при этом уровень ртути в трубке пьезометра поднимается до высоты  $h_2$ . Ее величину получим по шкале реохорда.

Определение коэффициента объемного расширения жидкости производится точно так же, как это имело место при работе с прибором, представленным на рис. 4.

Прибор позволяет вести исследования при любых значениях границ сжатия в пределах до 600 атм и температурах до 180°С. (Эти пределы зависят от толщины стенок корпуса 5 и материала прокладок в стыках соединений). В этом его преимущество перед прибором сжимаемости, примененным Амага [4].

Помимо приборов, приведенных выше, было также сконструировано несколько капиллярных вискозиметров [1, 5], принципы действия которых послужили основой при разработке многокамерной безртутной аппаратуры для комплексного исследования пластовых и рекомбинированных нефтей.

### Выводы

1. Способ соединения стеклянных и стальных капилляров, предложенный автором, позволил стеклянные или стекло-металлические приборы подключать к аппаратуре высокого давления.

К числу таких приборов относятся замкнутый вискозиметр рамной конструкции, ранее примененный нами при исследовании вязкости газонасыщенных нефтей, и приборы для изучения плотности, сжимаемости и термического расширения жидкостей, представленные в настоящей работе.

2. Приборы для определения плотности (и сжимаемости) газонасыщенных нефтей (рис. 1 и 3) состоят из двух емкостных сосудиков, сообщающихся прокалываемой трубкой или окном для визуального наблюдения за уровнем жидкости катетометром. В них локализуется нефть и газ. Вес нефти заранее известен. Насыщение нефти газом достигается качанием прибора.

3. В качестве примера в работе приведен график, характеризующий процесс уменьшения плотности нефти по мере насыщения ее газом и повышения температуры.

4. На основе существующих пьезометров сконструированы два прибора для исследования сжимаемости и термического расширения жидкостей.

В одном из них (рис. 4) к металлическому емкостному сосудику пьезометра снизу присоединен стеклянный капилляр, а в другом (рис. 10) стеклянный пьезометр удерживается внутри цилиндра высокого давления. В верхних частях приборов имеются по одному вентилю прикрытия. Сжатие испытуемой жидкости в пьезометрах производится напором ртути, подводимой с нижней стороны их трубок. Изменение объема исследуемой жидкости в одном из приборов наблюдается визуально, а в другом — измеряется электрическим мостом.

5. Преимуществом этих приборов является то, что они позволяют вести исследования при любых границах давлений сжатия.

6. Исследована изотермическая сжимаемость бензола и трех проб стабилизированных нефтей в зависимости от границ давлений сжатия и температуры.

При одинаковых значениях разности давлений сжатия сжимаемость жидкостей при низких давлениях значительно больше, чем при высоких давлениях. Естественно, что это свойство жидкостей при высоких температурах проявляется в большей степени, чем при низких.

В заключение выражаю благодарность мастеру Г. Ф. Кутукову за искусное изготовление стеклянных деталей к приборам, примененным нами при повышенных давлениях.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Х. М. Халилов—Аппаратура для определения вязкости насыщенных и нена- сыщенных газом жидкостей при различных температурах и давлениях. Известия АН Азерб. ССР № 3, 1950.
2. Х. М. Халилов—О разрыве стеклянных трубок и капилляров под действием внутреннего давления. Доклады АН Азерб. ССР, т. VIII, № 5, 1952.
3. Х. М. Халилов—Исследование плотности, вязкости и сжимаемости бакинских нефтей. Доклады АН Азерб. ССР, т. VI, № 7, 1950.
4. Амага—Ann. Ch. et Phys. (6) 22, p. 137, 1877.
5. Х. М. Халилов—Капиллярные вискозиметры для изучения вязкости жидко- стей и газов при высоких давлениях и температурах. Известия АН Азерб. ССР № 6, 1952.

Х. М. Халилов

Газла доймуш вэ доймамыш маелэрин сыхлыгы, сыхыла билмэси вэ истидэн кенишлэнмэси эмсалларынын өйрэнилмэсинэ даир

### ХҮЛАСӘ

Мәгаләдә мүхтәлиф температур вэ тәзийгәрдә маелэрин сыхлыгыны, сыхыла билмэси вэ истидэн кенишлэнмэси эмсалларыны мүййән этмәк үчүн ишләдилән шүшә-метал чиһазлар нәзәрдән кечирилир. Бу чиһазлар, лайда нефтлэрин физики хассалэрини өйрәнмәк үчүн ишләдилән чивәли аппаратларын нөгсан чәһәтлэрини үзә чыхармаг вэ чивәсиз аппаратлар хазырламаг мәгсәдилә ишләдилмишдир.

Газла доймуш нефтлэрин сыхлыгыны мүййән этмәк үчүн ишләдилән чиһаз, дар бору илә бирләшдирилмиш ики габдан ибарәтдир. Нефтин газла доймасы, бунларын һәмин дар боруда гаршы-гаршыя һәрәкәт этмәси сайәсиндә эмәлә кәлир.

Маелэрин сыхыла билмә вэ истидән кенишлэнмә эмсалларыны мүййән этмәк үчүн мөвчуд пьезометрләр әсасында 2 чиһаз конструкция эдилмишдир. Онлардан бириндә дутум вәзифәсини көрән метал габа алт тәрәфдән шүшә капилляр бору бирләшдирилмишдир, о бири чиһазда исә шүшә пьезометр йүксәк тәзийгли полад цилиндрин дахилиндә гоюлмушдур. Пьезометрләрдән һәр биринин юхары һиссәсиндә бир бағлайычы вентил вардыр. Сынагдан кечирилән мае онларда капилляр боруларын алтындан дахил эдилән чивәнин тәзийги илә сыхылар. Сынагдан кечирилән маеин һәчми чиһазлардан бириндә визуал оларга мұшаһидә эдилир, о бириндә исә электрик көрпүсү илә өлчүлүр.

Мәгаләдә: а) һәлл олмуш газын мигдарыны вэ температур артдыгча нефтин сыхлыгынын азалмасыны; б) температурдан вэ сыхма тәзийгләри сәрһәдләривдән асылы оларга бензолун вэ стабилләшдирилмиш нефтлэрин үч нүмунәсинин изотермик сыхыла билмә эмсалынын дәйишилмәсини көстәрән графикләр верилмишдир.

Сыхма тәзийглэринин тәфәзили бәрәбәр олдугда маелэрин сыхыла билмә эмсалы алчаг тәзийгәрдә йүксәк тәзийгәрдәкинә нисбәтән хейли бөйүкдүр. Маелэрин бу хассалэри йүксәк температурларда даһа чох үзә чыхыр.

Г. П. ТАМРАЗЯН

### РАСЧЛЕНЕНИЕ РАЗРЕЗА ПРОДУКТИВНОЙ ТОЛЩИ АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА НА РЕГИОНАЛЬНЫЕ РИТМЫ ОТЛОЖЕНИЙ

Обыкновенно в разрезе осадочных толщ имеет место известная правильность и повторяемость в чередовании различных слоев: слои близкого литологического состава повторяются в разрезе в определенной последовательности. Явление подобной правильности повторения в разрезе слоев различного литологического состава получило название цикличности, периодичности или ритмичности.

Однако здесь же следует отметить, что верна, конечно, точка зрения тех исследователей, которые считают правильным говорить о ритме, а не о цикле отложений. Термин цикл в неправильном толковании был впервые применен американскими геологами для обозначения периодичности осадконакопления как круга<sup>1</sup> седиментации, как повторения, возвращения к исходному положению осадконакопления. Такое понимание цикла, как явления одинакового повторения кругооборота, как движения по замкнутому кругу, не может быть принято советской наукой, рассматривающей явления в их взаимосвязи, в движении, в развитии. Под ритмичностью мы будем понимать повторение в определенном порядке явлений, каждый раз с поступательным движением вперед, движением по пути спиралевидного развития.

Наиболее глубокое и относительно более всестороннее развитие представлений о ритмической седиментации имело место при анализе и расшифровке строения угленосных отложений. Ритмичность осадконакопления установлена в Донецком, Подмосковном, Печорском, Кизилевском, Кузнецком, Карагандинском, Челябинском бассейнах, в месторождениях Средней Азии и др.; ритмичность отложений установлена и в зарубежных месторождениях, например в карбонных и пермских отложениях бассейна Иллинойс (США). Ритмичность оказалась, таким образом, связанной не только с параличскими, но и с лимническими бассейнами.

Ритмичность установлена и для нефтеносных толщ Апшеронского полуострова (М. В. Абрамович, Б. И. Султанов, С. А. Мовсисян, И. И. Потапов, А. Д. Султанов, Ш. Ф. Мехтиев и др. [8]).

Ритмическое строение отмечено и для отложений других нефтеносных областей. Так, например, ритмическое строение установлено для

<sup>1</sup> Сравнить американское выражение circle sedimentation (круг седиментации) впоследствии замененное выражением cycle sedimentation.

чокракско-караганских отложений Грозненской области и для третичного разреза нефтеносной области побережья Мексиканского залива.

Ритмичность установлена не только для угленосных и нефтеносных отложений, но и для толщ флишевого типа. Ритмичность флиша установлена Н. Б. Вассоевичем на Кавказе. Впоследствии была установлена ритмичность в палеозойском флише Урала, в меловом флише Восточных Карпат, в близкой к флишу таврической толще Крыма.

Далее, ритмичность установлена и для осадочных толщ молассового типа; например, доказана ритмичность верхнепермских красцветов Приуралья (Л. В. Пустовалов), кайнозойских молассовых свит Ферганы и отложений других районов.

Наконец, ритмичность обнаруживается не только для геосинклинальных формаций, но также и для платформенных формаций (терригенных, карбонатных, галогенных).

Вообще, чем больше внимания уделяется периодичности осадконакопления, тем все больше и больше разнообразных осадочных толщ оказываются построенными ритмически. Явление ритмичности свойственно многочисленным комплексам фаций, приобретая универсальный характер. Оно свойственно, повидимому, вообще всем осадочным формациям, но в одних случаях проявляется более отчетливо, в других — менее. Так или иначе ритмичность отложений, будучи порождена в общем тектоническими (точнее — колебательными) движениями, должна проявляться повсюду, где отмечаются эти колебательные движения, т. е. проявляться повсеместно и тем самым иметь универсальное распространение.

Значительное развитие теории ритмичности представляет собой большой вклад в общую теорию осадконакопления. Метод ритмического анализа рассматривает осадочную толщу с точки зрения условий ее происхождения и формирования пород под влиянием целого ряда факторов с учетом палеогеографических и тектонических (колебательных) факторов, со своей стороны обуславливающих периодичность осадконакопления. Теория ритмического анализа позволяет наиболее полно и глубоко обобщить результаты всего того запаса знаний, которые существуют по вопросу об условиях формирования осадочных пород. Нет сомнения, что именно теория ритмического развития будет положена в основу будущей единой теории осадконакопления.

Ритмический анализ крайне необходим для разрешения крупных вопросов нефтяной геологии, ибо, как показали работы ряда исследователей, многие характерные черты нефтяных месторождений связаны и, более того, обусловлены ритмичностью развития процессов осадконакопления, нефтеобразования и нефтенакпления, находящихся в тесной связи с общим направленным развитием поверхности нашей планеты. Ритмический анализ необходим при изучении свойств пород, нефти, газа, пластовых вод, закономерностей их распределения по площади и по разрезу, при составлении определенных прогнозов по этим вопросам, при изучении геотектонического развития и истории осадконакопления процесса нефтеобразования и нефтенакпления, не говоря уже о его важности в деле параллелизации продуктивной толщи Апшеронского полуострова с их аналогами в прилегающих районах (в частности морских участков)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Практическая ценность применения ритмического анализа возрастает еще потому, что нефтеносные толщи (и не только они) нередко бывают палеонтологически скудно охарактеризованы. Кроме того, ритмический анализ позволяет производить более детальное расчленение осадочных толщ, в то время как органические остатки часто не позволяют выделять более дробные элементы разреза.

Все ранее предложенные схемы расчленения отложений продуктивной толщи на ритмы не вполне отвечали непрерывной смене процессов, имевших место в век продуктивной толщи. Отдельные ритмы, выделенные по примененной до сих пор схеме расчленения, местами не связаны между собой. Эти ритмы нередко находятся друг от друга во времени на немалой дистанции, когда происходившие процессы не получали отражения в современной колонке разреза. Резкая граница между ритмами, получающаяся по этой схеме, является в действительности границей отрыва друг от друга отдельных этапов развития века продуктивной толщи.

В век продуктивной толщи не всегда имело место непрерывное осадконакопление. Фиксируемые в современном разрезе продуктивной толщи песчаные осадки временами откладывались не сразу после накопления терригенного материала наиболее верхнего слоя предшествующей глинистой пачки, а после известного интервала времени, когда размывались первые накопления крупнозернистых фракций осадков и верхи предшествующей глинистой пачки (горизонта, свиты).

Граница между нижерасположенным глинистым горизонтом (свитой) и непосредственно вышерасположенным горизонтом (свитой) в иных случаях, так сказать, вмещает в себя большое содержание во времени, в пределах которого она испытывает значительное перемещение по разрезу вниз. После этого перемещения вниз на размывавшейся (возможно и незначительно) предшествующей серии глинистых осадков начинала откладываться серия грубообломочных осадков.

Поэтому, если выделять ритмы по схеме: внизу песчаная, а сверху глинистая серия осадков, то подошвенная песчаная часть таким образом выделенного ритма, располагаясь на глинистых верхах предшествующего ритма, местами будет отстоять от последнего во времени на некоторой дистанции, которая, таким образом, не будет охвачена ни одним из этих двух ритмов, следующих друг за другом в современной геологической колонке разреза.

Рассмотрим кратко историю осадконакопления и размыва, например, на границе нижнего и среднего отделов продуктивной толщи Апшеронского полуострова.

Известно, что после накопления тонкоотмученных осадков надкирмакинской глинистой свиты (НКГ) и до отложения непосредственно следующих в современной стратиграфической колонке грубозернистых песков свиты „перерыва“ палеогеографическая обстановка в пределах Апшеронского полуострова резко изменилась. Апшеронский полуостров из области осадконакопления превратился в область размыва. Исследованиями В. А. Горина [2] и И. И. Потапова [5] выяснено, что надкирмакинская глинистая свита непосредственно после своего образования и до накопления осадков свиты „перерыва“ подвергалась долинообразному размыву. В результате этого размыва мощность свиты НКГ в различных частях Апшеронского полуострова сильно изменилась (от 15—20 до 100—110 м), несмотря на то, что первоначально она повсеместно была примерно одинакова (100 м и более).

Наибольшие мощности НКГ приурочены к западным и восточным частям Апшеронского полуострова и достигают 110—120 м. Наименьшие мощности приурочены к средней части полуострова и вырисовывают почти меридионально вытянутую полосу шириною свыше 20 км. Как отмечает И. И. Потапов, форма площади наименьших мощностей в плане и характер изменения этих мощностей отчетливо указывают, что глинистые отложения свиты НКГ были значительно размывы мощ-



ным потоком, текущим на юг. Ширина размывавшейся долины была выше 20 км, глубина 70—80 м.

Итак, после своего образования свита НКГ стала размываться. Мощный размыв (до 80 м) совместно с отчетливо вырисовывающейся долинообразной формой, с хорошо выделяющимися высокими бортами этой долины [5], указывает на то, что этот размыв происходил в основном не в морских условиях, не под уровнем воды, не был подводным размывом, например морскими течениями (ибо течения не могли выработать такой отчетливой долины). Не желая вступать в конфликт с имеющимися фактическими данными, надо признать, что это был надводный размыв, что во время этого размыва Апшеронский полуостров представлял собой область, приподнявшуюся над уровнем вод бассейна. Конечно, высота этой области над уровнем бассейна была незначительна, во всяком случае не более нескольких десятков метров, ибо известный максимальный размыв НКГ достигает всего 80 м и нет никаких оснований допускать, что область Апшерона во время размыва не была областью прибрежной низменной равнины. Таким образом, во время перерыва осадконакопления в пределах Апшерона происходил размыв ранее образовавшейся глинистой свиты. К этому же времени приурочивается, по видимому, начало вспышки грязевого вулканизма [2].

Впоследствии область Апшерона, погружаясь, покрылась водами бассейна и превратилась в область осадконакопления; при этом осадочный материал в первую очередь заполнил промытую древнюю долину.

Ныне трудно установить примерную продолжительность этого реального перерыва процесса осадконакопления в области Апшерона. Однако этот перерыв был по всей вероятности длительным. Если скорость подъема Апшерона во время этого размыва принять равной 1 мм в год (такова ныне средняя интенсивность колебательных движений земной коры)<sup>1</sup>, то подъем на 80 м (глубина размыва НКГ) мог произойти в течение не менее 80000 лет. Таким образом, продолжительность перерыва осадконакопления между нижним и средним отделами продуктивной толщи была по меньшей мере порядка нескольких десятков тысяч лет.

Процессы, происшедшие во время этого перерыва, не получили отражения в современной стратиграфической колонке, в которой после свиты НКГ непосредственно следует свита „перерыва“. Поэтому крупный ритм отложений, выделенный по схеме внизу песок, сверху глина, и охватывающий НКП и НКГ, отстоит во времени на десятки тысяч лет от непосредственно следующего в современной стратиграфической колонке разреза крупного ритма, начинающегося в таком случае свитой „перерыва“.

Если следовать за И. И. Потаповым [5], то окажется, что его четвертый ритм (свита „перерыва“, X и IX горизонты балаханской свиты) не следует непосредственно за третьим его ритмом (НКП и НКГ). Между третьим и четвертым ритмами И. И. Потапова прошло несколько десятков тысяч лет. Поэтому ритмы И. И. Потапова в действительности оторваны друг от друга.

Впрочем, если исходить из принципиальных основ ранее примененной схемы расчленения отложений продуктивной толщи на ритмы, то подробный анализ показывает несомненное преимущество того рас-

членения, которое было предложено Ш. Ф. Мехтиевым [3], по сравнению с расчленением И. И. Потапова.

Однако ритмы как И. И. Потапова, так и других исследователей, применяющих старую схему расчленения продуктивной толщи, оторваны друг от друга. Мы же обязаны рассматривать явления и процессы в природе не в отрыве друг от друга, не изолированно друг от друга, не вне связи с окружающими явлениями и условиями, а, как говорит И. В. Сталин, в их неразрывной связи с окружающими явлениями, в их обусловленности от окружающих его явлений.

Все это с несомненностью указывает на существенные недостатки применяемой (И. И. Потаповым и другими) схемы расчленения отложений на крупные ритмы. Ритмы отложений значительного масштаба надо выделять таким образом, чтобы они непосредственно следовали друг за другом не только в современной колонке разреза, но и в реальной палеогеографической обстановке прошлого.

Если крупные ритмы выделять на основе предлагаемой нами схемы расчленения отложений продуктивной толщи [7, 8], то вся история века этой толщи полностью охватывается этими ритмами, каждый из которых следует друг за другом не только в современной колонке разреза, но и в реальной действительности века продуктивной толщи.

Чем крупнее рассматриваемые ритмы, тем более правильно выделение их производить по применяемой нами схеме. В мелких ритмах выделение их может быть произведено двояким образом. В ритмах флишевого типа ранее примененный метод подразделения сохраняет свое значение. В крупных ритмах, мощностью отложений в сотни метров и более, подразделение правильнее производить по применяемой нами схеме.

Ввиду того, что крупные, региональные ритмы отложений продуктивной толщи представляют собой сложные ритмы, внутри которых располагаются ритмы низшего порядка, направленность изменения гранулометрических свойств пород в масштабе всего регионального ритма будет выражена следующим образом.

Нижний компонент регионального ритма, отвечающий времени накопления в общем тонкоотмученного материала, будет представлен серией глинистых пачек и слоев, разделенных песчаными (обыкновенно мелко- и тонкозернистыми) слоями или (что наблюдается в средней части разреза продуктивной толщи) серией алевритовых и тонкозернистых песчаных слоев.

Верхний компонент регионального ритма, отвечающий времени накопления в общем крупнозернистого материала, будет представлен пачками песков, разделенных тонкими прослоями более мелкозернистых пород (глинистых, алевритистых, тонкозернистых песков). К кровле компонента песчаности разреза будет уменьшаться.

Произведенное нами изучение разрезов продуктивной толщи в северо-западной части Апшеронского полуострова и изучение разрезов, по данным глубокого бурения нефтяных месторождений юго-западного и центрального Апшерона<sup>1</sup>, а также критическое рассмотрение литературных данных по другим площадям показали, что в разрезе продуктивной толщи Апшерона отчетливо выделяются восемь сложных, крупных, регионально прослеживающихся ритмов отложений, именуемых нами региональными ритмами.

<sup>1</sup> Скорость тектонических движений земной коры в областях альпийской складчатости доходит до 2—3 мм в год, в области Русской платформы эта скорость определяется всего лишь десятками и сотнями долями миллиметра в год [4].

<sup>1</sup> В данной работе под названием „Апшерон“ ради краткости подразумевается Апшеронский полуостров, острова Апшеронского архипелага и расположенная между ними территория, ныне занятая водами моря.

Ниже кратко остановимся на каждом выделенном региональном ритме отложений продуктивной толщи.

Графическое изображение разреза продуктивной толщи мы заимствуем из работы И. И. Потапова [6], в которой приведено почти широтное сечение Апшеронского полуострова.

На этом рисунке приведено предлагаемое нами расчленение продуктивной толщи на восемь региональных ритмов<sup>1</sup>.

### Первый ритм

Первый региональный ритм отложений продуктивной толщи охватывает калинскую свиту (KaC) и подкирмакинскую свиту (ПК).

Нижний компонент ритма представлен калинской свитой, которой начинаются ныне известные отложения продуктивной толщи в юго-восточных наиболее пониженных частях Апшеронского полуострова. Полный разрез калинской свиты в настоящее время неизвестен. Нигде не выступая на дневную поверхность, она вскрыта буровыми скважинами на глубине нескольких километров.

Калинская свита представляет песчано-глинистую пачку, весьма напоминающую кирмакинскую свиту. Разрез KaC по литологическим признакам подразделяется на три части: нижнюю (KaC<sub>3</sub>), среднюю (KaC<sub>2</sub>) и верхнюю (KaC<sub>1</sub>).

Наибольшее количество песчаных прослоев содержит средняя часть калинской свиты (KaC<sub>2</sub>). Пески преимущественно мелкозернистые, кварцевые, иногда содержат кварцевый гравий; они располагаются среди глины частыми прослоями.

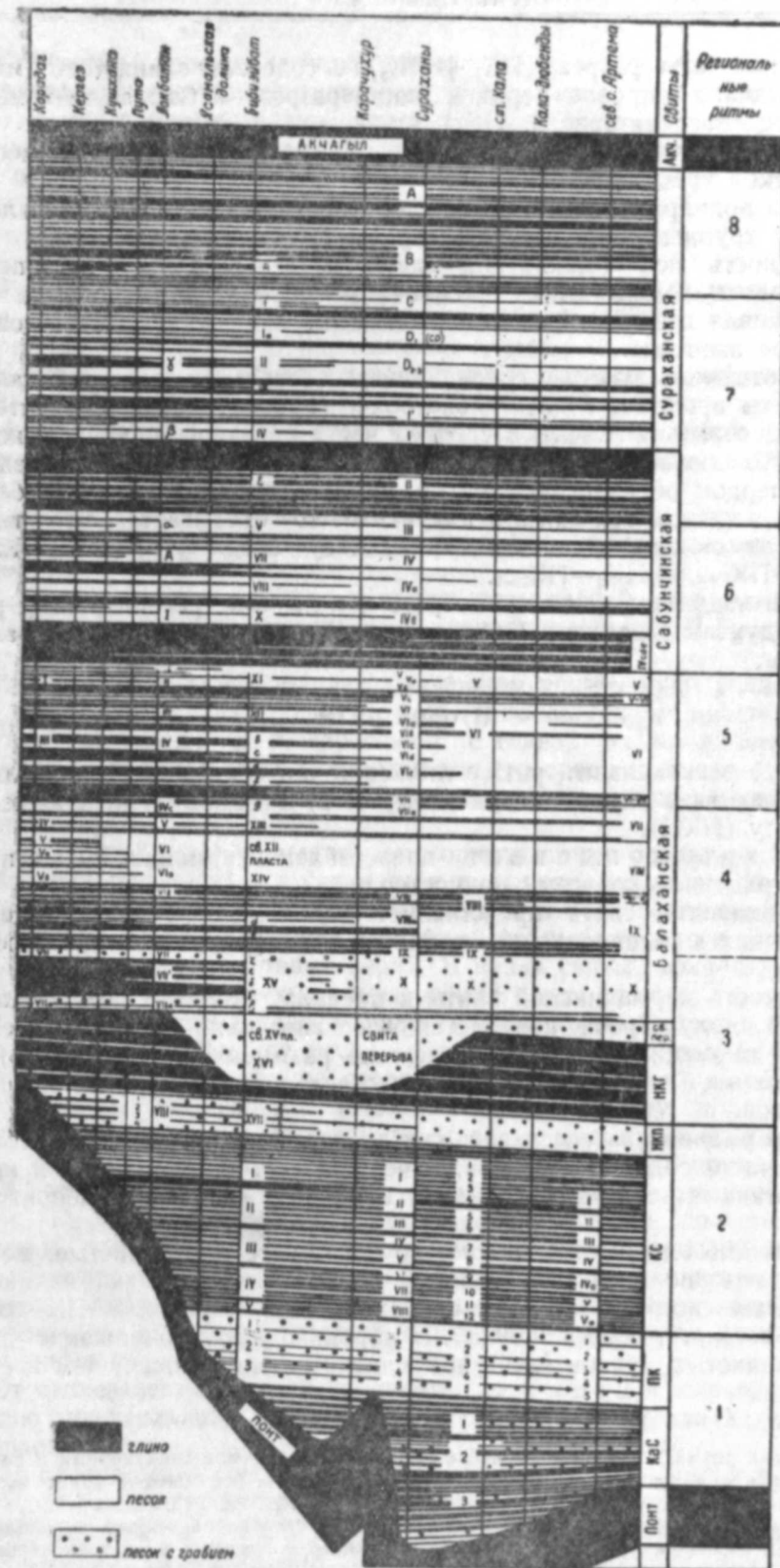
Верхняя (KaC<sub>1</sub>) и в особенности нижняя (KaC<sub>3</sub>) части KaC отличаются своей глинистостью; глинистые породы KaC содержат лишь небольшую примесь алевроитового материала.

Несмотря на значительную изменчивость мощности, разрез KaC отличается постоянством; одни и те же пачки верхней и средней частей калинской свиты в общем сохраняют свою среднюю мощность и литологический состав на значительной территории ареала своего распространения. Уменьшение мощности в разрезе KaC происходит в основном за счет последовательного исчезновения (срезания) и выклинивания отдельных слоев.

Верхний компонент ритма представлен подкирмакинской свитой, распространенной гораздо шире, чем калинская свита.

Подкирмакинская свита представляет мощную пачку песков и песчаников, содержащих мелкие, часто хорошо окатанные зерна кварца и угловатые обломки черных кремнистых пород. Глинистых прослоев в разрезе ПК мало и они группируются в основном в средней части свиты, составляя в месторождениях восточной части полуострова (Сураханы, Сабунчи, Кала) горизонт ПК<sub>3</sub>, выше которого располагаются горизонты ПК<sub>2</sub> и ПК<sub>1</sub>, а ниже — горизонты ПК<sub>4</sub> и ПК<sub>5</sub>. Глины обычно плохо отмучены и сильно песчанисты.

<sup>1</sup> Отметим, что в заимствованном из работы И. И. Потапова (1950) широтном сечении Апшеронского полуострова наибольшего доверия заслуживают центральная и восточная части полуострова. Что касается западной части, то, в силу значительной фациальной изменчивости продуктивной толщи и изменения мощности свит и пластов в ее пределах, приведенное И. И. Потаповым широтное сечение в этой части меньше соответствует действительности. Но так как это не имеет важного принципиального значения в рассматриваемых нами вопросах, то мы можем без ущерба для изложения довольствоваться несколько неточным изображением западной части широтного сечения Апшеронского полуострова.



Региональные ритмы отложений продуктивной толщи Апшеронского полуострова. Составил Г. П. Тамразян (1946—1951 гг.) Сечение Апшеронского полуострова по И. И. Потапову (1950 г.)

Верхняя часть разреза (ПК<sub>1</sub> + ПК<sub>2</sub>) не содержит глинистого материала. Однако в кровле верхней части разреза наблюдается измельчение песчаного материала.

В нижней части разреза (ПК<sub>4</sub> + ПК<sub>5</sub>) повышается количество пропластков крепких песчаников.

Пески подкирмакинской свиты отсортированы плохо и представлены средне- и крупнозернистыми разностями.

Мощность подкирмакинской свиты к северо-западу постепенно уменьшается и при этом в основном за счет последовательного исчезновения подошвенных слоев; выклинивание слоев имеет дополнительное значение.

Как отмечено выше, в средней части алевритово-глинистой калинской свиты проходит относительно более грубозернистый алевритово-песчаный горизонт (КаС<sub>2</sub>), в средней части песчаной подкирмакинской свиты проходит песчано-глинистый горизонт (ПК<sub>3</sub>). Если пытаться выделять в первом региональном ритме продуктивной толщи ритмы более низшего порядка, так сказать подритмы<sup>1</sup>, то оказывается, что таких подритмов можно насчитать три (снизу вверх): а) КаС<sub>2</sub>—КаС<sub>2</sub>, б) КаС<sub>1</sub>—ПК<sub>5+4</sub>, в) ПК<sub>3</sub>—ПК<sub>2-1</sub>.

Такие подритмы можно усмотреть и в других региональных ритмах продуктивной толщи. Однако на этих подритмах останавливаться не будем.

### Второй ритм

Второй региональный ритм отложений продуктивной толщи Апшерона охватывает кирмакинскую свиту (КС) и надкирмакинскую песчаную свиту (НКП).

Нижний компонент представлен кирмакинской свитой, распространенной по всему полуострову.

Кирмакинская свита представляет довольно однообразную серию чередующихся алевролитов<sup>2</sup>, глинистых алевролитов, глин и редко песков.

Мощность кирмакинской свиты в пределах большей части Апшеронского полуострова колеблется в сравнительно узких пределах. Местами кирмакинская свита несколько размыта (И. И. Потапов).

Верхний компонент представлен надкирмакинской песчаной свитой.

Надкирмакинская песчаная свита представляет мощную пачку песков, часто содержащих мелкий черный кремнистый гравий и крупные окатанные зерна кварца; редко встречаются прослои алевритовых глин.

Пески НКП преимущественно крупно- и среднезернистые, хотя в среднем они по своей величине уступают пескам подкирмакинской свиты. Реже встречается гравий. В НКП, так же как и в ПК, содержатся окатанные куски глинистых пород, однако содержание здесь этих глинистых кусков („катунов“) значительно меньше, чем в свите „перерыва“.

<sup>1</sup> В этих ритмах, являющихся после региональных ритмов следующими в направлении понижения ранга, в свою очередь имеются ритмы все более и более низшего порядка.

<sup>2</sup> Обыкновенно исследователи пишут, что КС представлена частым чередованием тонкозернистых песков и глин. Лучше и правильнее говорить не о тонкозернистых песках, а об алевролитах, как термине, получившем широкое распространение как в учебниках, так и в научных работах.

Глинистые прослои группируются в средней части свиты НКП, обуславливая деление ее (например, в Бинагадах, Сабунчах, Сураханах) на две примерно равные части: НКП<sub>1</sub> и НКП<sub>2</sub>. К западу от центральной части Апшерона в результате последовательного измельчения осадков число глинистых прослоев возрастает.

### Третий ритм

Третий региональный ритм отложений продуктивной толщи Апшерона охватывает надкирмакинскую глинистую свиту (НКГ), свиту „перерыва“ и X горизонт балаханской свиты.

Нижний компонент представлен надкирмакинской глинистой свитой.

Надкирмакинская глинистая свита представляет собой алевритово-глинистую толщу того же типа, что КС и КаС, но с еще большим содержанием глин.

Глины НКГ отмучены еще хуже, чем глины КС, почти всегда алевритисты. В юго-западном направлении НКГ свита становится более глинистой.

Верхний компонент представлен свитой „перерыва“, залегающей на размытой поверхности глинистых пород НКГ, и X горизонтом балаханской свиты.

Свита „перерыва“ заполняет в основном эрозионную долину, промытую в глинах НКГ [2, 5]. Полоса наибольших мощностей имеет ширину около 20 км и пересекает с севера на юг и юго-восток Апшеронский полуостров, охватывая всю его среднюю часть. К востоку и к западу от этой меридиональной полосы мощность свиты „перерыва“ уменьшается.

Свита „перерыва“ представляет мощную пачку средне-, крупно- и грубозернистых песков, песчаников с включениями комков и окатанных кусков глин. В грубозернистых песках и песчаниках свиты „перерыва“ содержится характерная мелкая черная угловатая кремневая галька и крупные кварцевые зерна. В низах свиты концентрируются наиболее грубообломочные образования, как гравий и галечник-конгломерат; встречающиеся валуны нередко достигают в поперечнике 20—50 см. Вообще пески свиты „перерыва“ плохо отсортированы, относительно лучше отсортирована верхняя часть ее.

X горизонт по своему литологическому составу подобен свите „перерыва“, вместе с которой он слагает „загяртапинскую свиту“ Д. В. Голубятникова [1]. Гранулометрический состав пород X горизонта отличается уменьшением среднего размера слагающих его зерен. Пески X горизонта лучше отсортированы и представлены в основном среднезернистыми разностями с редкими прослоями грубо- и крупнозернистых песков и окатанных кусков глинистых пород; имеются включения черного угловатого гравия, встречающиеся, по сравнению со свитой „перерыва“, в меньшем количестве (так же как и глиняные катуны).

От вышележащего IX горизонта, имеющего в основании концентрацию значительного числа глинистых прослоев, кровля X горизонта отбивается четко.

От центральной части Апшерона, как к востоку, так и, в особенности, к юго-западу, загяртапинская свита обогащается глинами.

Во время значительной эрозии рельефа НКГ, перерыва в накоплении осадков продуктивной толщи в пределах самого Апшеронского полуострова и продолжения этого накопления в южнее расположен-

ных участках, ныне занятых морем, имело место развитие дизъюнктивных дислокаций в отдельных развивающихся антиклинальных поднятиях; так, на Биби-Эйбате продольные взбросы восточного падения не распространяются выше подошвы свиты „перерыва“. Ко времени отложения загартапинской свиты приурочена вспышка грязевого вулканизма на Биби-Эйбате; мощность межпластовых брекчий достигает нескольких десятков метров (В. А. Горин, 1939).

Уменьшение среднего размера гранулометрического состава внутри загартапинской свиты обуславливает ее подразделение на две части (свиту перерыва и X горизонт).

Рассмотренные выше региональные ритмы характерны и отчетливо выражены в местах их распространения в пределах всего Апшерона; слагающие их компоненты-свиты являются наиболее характерными в разрезе всей продуктивной толщи.

#### Четвертый ритм

Четвертый региональный ритм отложений продуктивной толщи Апшерона охватывает раздел IX—X горизонтов, IX горизонт, раздел VIII—IX горизонтов, VIII горизонт, VII горизонт.

Нижний компонент ритма представлен разделом IX—X горизонтов, IX горизонтом, разделом VIII—IX горизонтов балаханской свиты.

Разделы IX—X и VIII—IX горизонтов представлены глинами с прослоями алевролитов. Раздел VIII—IX горизонтов представляет один из четких и постоянных разделов балаханской свиты.

Расположенный между этими двумя разделами IX горизонт балаханской свиты представлен алевролитами, мелкозернистыми песками и значительным количеством тонких глинистых прослоев, группирующихся вблизи его кровли и подошвы. В западном направлении глинистость IX горизонта увеличивается, средний размер гранулометрического состава уменьшается.

Вообще в западном направлении все стратиграфические единицы нижнего компонента 4-го регионального ритма уменьшают размеры гранулометрического состава. Даже в пределах восточного Апшерона, где разрез выражен наиболее крупнозернистыми разностями, глинисто-алевролитовый характер в общем выступает достаточно четко.

Отметим, что глинистые пачки нижнего компонента 4-го ритма (раздел VIII—IX гор.) уже давно использовались в практике буровых работ в качестве объекта для задавок водозакрывающих колонн („глины под VIII горизонтом“).

Отложения нижнего компонента 4-го ритма резко отличаются как от вышележающих песков VIII ритма, так и в особенности от еще более грубообломочных пород нижерасположенной загартапинской свиты.

Верхний компонент ритма представлен VIII и VII горизонтами.

VIII горизонт выражен хорошо отсортированными среднезернистыми песками. Хотя в VIII горизонте нет гравия, однако он далее других, примерно аналогичных песчаных пачек (НКП, загартапинская свита), прослеживается на юго-запад полуострова при слабом изменении песчаности. В этом горизонте содержание глинистых прослоев незначительно, количество их возрастает только в крайней юго-западной части полуострова (Пути и далее на запад). Напомним, что VIII горизонт ранее назывался В. А. Сулиным „первым перерывом“—так

значительно напоминает он другие свиты „прерывного“ характера (ПК, НКП, свита „перерыва“).

VII горизонт отделяется от VIII горизонта незначительным глинистым прослоем и отличается от него увеличенной глинистостью. Глинистые прослои VII горизонта группируются в его верхах; в западном направлении количество глинистых прослоев в разрезе заметно увеличивается.

Таким образом, 4-й региональный ритм четко выражен в пределах всего Апшерона.

#### Пятый ритм

Пятый региональный ритм отложений продуктивной толщи охватывает раздел VI—VII горизонтов, VI горизонт, раздел V—VI горизонтов, V горизонт балаханской свиты.

Нижний компонент ритма охватывает раздел VI—VII горизонтов, VI горизонт и раздел V—VI горизонтов и представлен чередованием пород различного гранулометрического состава, в частности глинистых и алевролитовых слоев.

Разделы VI—VII и V—VI горизонтов ограничивают VI горизонт, представленный по сравнению с ограничивающими их разделами значительно более крупнозернистыми разностями осадков. Количество глинистых слоев к западу увеличивается, в особенности в верхах разреза VI горизонта.

Верхний компонент ритма представлен V горизонтом, который, будучи выражен песками, в своей средней части содержит более тонкозернистые разности (здесь появляются глинистые разделы, увеличивающиеся в западном направлении).

Кровля 5-го регионального ритма резко ограничена от вышележающей части разреза продуктивной толщи.

#### Шестой ритм

Шестой региональный ритм продуктивной толщи Апшерона охватывает разделы IVb—V горизонтов (в том числе IVc, IVd и IVe горизонты), IVb, IVa, IV и III горизонты сабунчинской свиты, а также разделы, располагающиеся между ними.

Нижний компонент ритма представлен залегающей между IVb и V горизонтами мощной пачкой глин с подчиненными прослоями алевролитов и редко мелкозернистых песков. Глины обычно плохо отмучены.

Верхний компонент ритма представлен толщей III—IV—IVa—IVb горизонтов и расположенных между ними разделов.

Эти горизонты представлены средне- и мелкозернистыми песками, крупнозернистыми алевролитами. Незначительные разделы между этими горизонтами представлены глинами с прослоями алевролитов и мелкозернистых песков.

Пески и алевролиты в общем плохо отсортированы.

6-й региональный ритм также хорошо прослеживается в пределах Апшерона.

#### Седьмой ритм

Седьмой региональный ритм отложений продуктивной толщи охватывает раздел II—III горизонтов, II горизонт, раздел I—II горизонтов

сабунчинской свиты, I, I', D, C горизонты и расположенные между ними разделы сураханской свиты.

Нижний компонент ритма представлен серией мощных глинистых разделов I—II и II—III горизонтов и залегающим между ними II горизонтом, на западе почти полностью глинистым.

В нижней части нижнего компонента ритма проходит пачка глинистых прослоев алевролита.

В средней части нижнего компонента располагается II горизонт, представляющий алевролитово-глинистое чередование.

Верхняя часть нижнего компонента ритма представлена мощным разделом I—II горизонтов, являющимся одним из наиболее характерных и наиболее глинистых отложений продуктивной толщи. Мощные глины этого раздела своей отмыченностью и отсутствием песчаных прослоев резко выделяются среди всего разреза продуктивной толщи [5]. Раздел I—II горизонтов, ввиду резкости литологического перехода в вышележащий I горизонт, уже давно используется как надежный репер при бурении и при сопоставлении грунтовых разрезов и каротажных диаграмм [5].

Верхний компонент ритма представлен I, I', D и C горизонтами и расположенными между ними разделами.

Горизонты верхнего компонента 7-го ритма представляют собой наиболее мощные и постоянные по площади песчаные горизонты во всем разрезе сураханской свиты.

Породы верхнего компонента 7-го ритма отсортированы лучше пород 6-го ритма.

#### Восьмой ритм

Восьмой региональный ритм охватывает всю верхнюю, ныне известную часть сураханской свиты выше подошвы раздела горизонтов BC.

Разрез 8-го ритма в пределах Апшеронского полуострова постоянен, верхние отложения ритма отсутствуют, развитие получил лишь нижний компонент.

Нижний компонент ритма представлен серией переслаивающихся алевролитово-глинистых пластов, среди которых выделяются раздел BC, горизонт B, раздел AB, горизонт A.

Глинистые разности в общем плохо отмычены.

Отложения нижнего компонента 8-го регионального ритма, в отличие от компонентов всех остальных ритмов продуктивной толщи, сильно изменчивы в мощностях.

Такова краткая характеристика восьми крупных региональных ритмов отложений продуктивной толщи, хорошо прослеживающихся в пределах Апшерона.

Расчленение разреза продуктивной толщи на основе предлагаемой нами схемы является в геологическом отношении наиболее правильным. Только по этой схеме расчленения отложений на региональные ритмы вся история века продуктивной толщи оказывается полностью охваченной выделенными ритмами, каждый из которых непосредственно следует друг за другом не только в современной колонке разреза, но и в реальной действительности века продуктивной толщи.

Приведенное расчленение отложений продуктивной толщи должно быть положено в основу при изучении истории осадконакопления и формирования осадочных толщ, при изучении геотектонического развития, при изучении свойств пород, нефти, газа, пластовых вод, при составлении определенных прогнозов по этим вопросам, при изучении процесса нефтеобразования и нефтенакопления.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Д. В. Голубятников—Детальная геологическая карта Апшеронского полуострова, Планшет IV-3 (Аташкинский район). Тр. Геол. ком., нов. серия, вып. 130 1927.
2. В. А. Горин—Продуктивная толща Апшеронского полуострова. АзГОНТИ, 1939.
3. Ш. Ф. Мехтиева—К вопросу о расчленении разреза продуктивной толщи Азербайджана. ДАН Азерб. ССР № 2, 1952.
4. Н. И. Николаев—Новейшая тектоника СССР. 1949.
5. И. И. Потапов—Ритмичность отложений продуктивной толщи Апшеронского полуострова. Изв. АН Азерб. ССР № 2, 1947.
6. И. И. Потапов—Рациональное деление разреза продуктивной толщи Апшеронского полуострова. АНХ № 2, 1950.
7. Г. П. Тамразян—О закономерностях в распределении нефтяных месторождений Вост. Азербайджана и о ритмичности отложений продуктивной толщи Апшеронского п-ова. Изд-во АН Азерб. ССР, 1952.
8. Г. П. Тамразян—Пути расчленения продуктивной толщи Апшеронского полуострова на ритмы отложений. ДАН Азерб. ССР № 4, 1953.

Г. П. Тамразян

#### Апшерон ярымадасынын мәһсулдар гат кәсилишинин рекионал ритм чөкүнтүләрине бөлүнмәси

#### ХУЛАСӘ

Мәгаләнин әввәлиндә мұәллиф бә'зи сәһәләрин чөкмә сұхур гатларынын ритмик гурулушу мәсәләләриндән гысача данышараг, Апшерон ярымадасынын мәһсулдар гат чөкүнтүләринин ритмиклийини айдынлашдырмаг үзәриндә әтрафлы даяныр.

Мұәллиф Апшеронда мәһсулдар гатын әмәлә кәлдийи әсрдә чөкүнтү топланмасы вә ююлуб апарылма проселәринин тарихини нәзәрдән кечирдикдән сонра белә бир нәтичә чыхарыр ки, бурада мәһсулдар гатын ритмик чөкүнтүләринин ашағыда кил, юхарыда исә гум схеми үзрә айры-айры ритмләрә бөлүнмәси һәгигәтә даһа чоһ уйғундур.

Мәгаләдә мұәллифин айырдығы вә рекионал ритм адландырдығы сәккиз ири чөкүнтү ритми (бу ритмләр рекионал ятым салмышдыр) әтрафлы тәсвир әдилир.

Мәһсулдар гат кәсилишинин тәклиф әдилән бу схем үзрә бөлүнмәси кеоложи чәһәтдән даһа дүзкүндүр. Чөкүнтүләри бу схем үзрә рекионал ритмләрә бөлдүкдә мәһсулдар гатын әмәлә кәлдийи әсрин бүтүн тарихи һәммин ритмләрлә тамам әһатә әдилмиш олур. Бу ритмләрдән һәр бири, һәгигәтән мәһсулдар гат әсриндә олдуғу кими, билаваситә дикәринин ардынча кәлир.

Мәһсулдар гат чөкүнтүләринин бу бөлүнмә гайдасы чөкүнтү топланмасы вә чөкмә тәбәгәләринин тәшәккүлү тарихини, кеотектоники инкишафы вә сұхурларын, нефтин, газын, лай суларынын хәссәләрини өйрәндикдә, һабелә бу мәсәләләрә даир мұәййән прогнозлар дүзәлтдикдә, нәһайәт нефт, әмәләкәлмә вә нефттоплашма проселәрини өйрәндикдә әсас күтүрүлмәдилир.

Үмумийәтлә, ритмиклик нәзәрийәсинин инкишаф әтдирилмәси чөкүнтү топлашма просесинин үмуми нәзәрийәси үчүн бөйүк бир әһәмийәтә маликдир.

Ритмик анализ үсүлү чөкүнтү гатыны (онун әмәлә кәлмәси шәраити чәһәтдән), палеогеографи вә тектоник амилләри һесаба алмагла бир сыра амилләрин тә'сирини нәзәрдән кечирир. Ритмик анализ нәзәрийәси, чөкмә сұхурларын тәшәккүлү шәраитинә даир һазыркы мұлаһизәләри даһа там шәкилдә вә дәриндән үмумиләшдирмәйә имкан верир.

В. Л. ЕГОЯН

**ВЕРХНЕМЕЛОВОЙ ВУЛКАНИЗМ И УЛЬТРАОСНОВНЫЕ  
 ИНТРУЗИИ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МАЛОГО КАВКАЗА**

Стратиграфическое положение верхнемеловых эффузивов восточной части Малого Кавказа, как и встречающихся в районах их распространения ультраосновных интрузий, было недавно предметом широкой дискуссии [18]. Важность обсуждавшегося вопроса подчеркивалась сторонниками обеих выявившихся в ходе обсуждения точек зрения. Так, К. Н. Паффенгольц указывал, что „в стратиграфии верхнемеловых отложений Малого Кавказа кардинальным является вопрос о возрасте верхнемеловой вулканогенной толщи, трактуемой В. П. Ренгартеном и мной весьма различно—нижний турон и нижний сантон“ [19, стр. 71]. Точно также Л. Н. Леонтьев считает вопрос „... о возрасте верхнемеловой вулканогенной толщи Севано-Курдистанской зоны, нижнетуронской, по К. Н. Паффенгольцу, и нижнесантонской, по В. П. Ренгартену“, одним „... из основных вопросов стратиграфии мела . . .“ [17, стр. 73].

К. Н. Паффенгольц, как и А. Н. Соловкин, отстаивая нижнетуронский возраст верхнемеловых эффузивов, считает их однофазными, указывая, что „стратиграфическое положение вулканогенной толщи всюду одинаковое . . .“ [19, стр. 71]. В то же время В. П. Ренгартен полагает, что „... существование в Малом Кавказе двух фаз эффузивной деятельности—нижнетуронской и нижнесантонской—вне сомнения . . .“ [22, стр. 148], упоминая, что „новое и более полное обоснование наличия в Малом Кавказе, кроме нижнетуронской, еще и нижнесантонской вулканогенной толщи будет помещено в других моих работах, намеченных к опубликованию“<sup>1</sup> [24, стр. 148]. Очевидно, что наряду с вопросом о стратиграфическом положении эффузивов требует разрешения и вопрос о количестве циклов вулканизма—два самостоятельных или один общий.

Прежде чем приступить к рассмотрению некоторых разрезов, следует указать на одну особенность распространения верхнемеловых эффузивов, отмечавшуюся, в частности, Л. Н. Леонтьевым, а именно, что обе (?) эти эффузивные „... толщи нигде не смыкаются . . .“ [17, стр. 73]. Об этом же, повидимому, упоминает и В. П. Ренгартен, указывавший, что для периодов образования этих толщ „... ареалы максимального накопления вулканических продуктов . . . не совпа-

<sup>1</sup> Первая из цитируемых работ была опубликована в 1949 г., а вторая—в 1951 г.

дали. Для нижнего турона максимум накопления был в северной—Триалетско-Азербайджанской геосинклинальной зоне, а для нижнего сенона—в более южной—Севано-Карабахской зоне". [22, стр. 148]. В отсутствии смыкания этих двух толщ Л. Н. Леонтьев усматривает факт, говорящий в пользу разновозрастности их. Однако правильное предположить обратное—действительно, присутствие в каком-либо одном разрезе двух эффузивных толщ, разделенных отложениями верхнего турона и коньяка, безоговорочно подтвердило бы существование двух эффузивных фаз. Между тем, никем из сторонников двухфазности верхнемелового вулканизма подобный разрез еще не указывался и именно это вызывает подозрение, что мы имеем дело с одной и той же толщей, которая, естественно, в нормальных тектонических условиях не может повториться в разрезе. При наличии двух самостоятельных эффузивных толщ, со значительными площадями распространения каждой из них, отсутствие такого разреза, где бы эти толщи накладывались друг на друга, только лишь усложняет обстановку и, во всяком случае, вовсе не может служить подтверждением существования двух толщ.

Следует также отметить, что почти во всех разрезах, для которых доказывалось наличие нижнесантонских эффузивов, не констатировалось налегание их на достоверно коньякские отложения. Такой факт, правда, указывался для разрезов районов гор. Джебраила и гор. Шуши [21], однако во втором из них достоверность этого положения вызывает серьезные сомнения.

#### Стратиграфическое положение верхнемеловых эффузивов в некоторых разрезах Малого Кавказа

В. П. Ренгартен отмечал, что "... в районе гор. Джебраила вулканогенная толща имеет совершенно ясное стратиграфическое положение между палеонтологически охарактеризованными отложениями коньяка и верхнего сантона ... " [22, стр. 147]. Однако А. Н. Соловкин указывает, что "никакой толщи светлых мергелей...", относимых В. П. Ренгартеном к коньякскому ярусу, которая заведомо подстилала бы именно эффузивную толщу, здесь нет, и наличие ее в разрезе района гор. Джебраила [2]<sup>1</sup>, стр. 200) объясняется только тем, что В. П. Ренгартен оперирует вне всякого сомнения со сборным разрезом" [27, стр. 142].

К. Н. Паффенгольд, разбирая Джебраильский разрез, указывает, что "... по простиранию к северо-западу эта толща<sup>2</sup> залегает в нормальном положении уже над вулканогенной толщей и должна соответствовать таким образом мергельно-известняковой толще разреза г. Георду-баба, отнесенной ... " В. П. Ренгартеном к верхнему сенону [19]. Очевидно, что подстилание эффузивов коньяком, который здесь по В. П. Ренгартену характеризуется *Inoceramus crassus* Petr. (без другой фауны—[21, стр. 200]), требует дополнительного обоснования.

Л. Н. Леонтьев [17] в качестве такового указывал, ссылаясь на одну из работ В. Е. Хаина [29], на находку в подстилающих эффузивы отложениях коньякского *Micraster coranguinum* Park. и отме-

<sup>1</sup> Должно быть: 21, стр. 200 (В. Е.).

<sup>2</sup> Коньяк В. П. Ренгартена.

чал, что "нижнесантонская вулканогенная толща сменяет коньяк без признаков размыва ... " [15, стр. 293]. Но в указанной Л. Н. Леонтьевым работе эта форма не приводится. В. Е. Хайн сообщил нам, что экземпляр упомянутого Л. Н. Леонтьевым вида был им действительно найден значительно северо-восточнее разреза В. П. Ренгартена, но не в подстилающих, а в прослаивающих нижнюю часть эффузивов мергелях. Очевидно, что этот факт указывает не на нижнесантонский, а на коньякский (точнее: верхнеконьякский) возраст нижней части эффузивно-осадочной толщи района гор. Джебраила, что в общем соответствует концепции В. П. Ренгартена, поскольку верхнюю, несколько большую по мощности часть толщи приходится отнести к нижнему сантону.

Следует все же оговорить, что определение упомянутого ежа, сделанное В. П. Ренгартеном, носило предварительный характер, и этот разрез все еще требует дополнительного фаунистического обоснования.

В разрезе района гор. Шуши указывается коньяк, датированный лишь *Ostrea incurva* Nills., подстилающий сантонские эффузивы [21, стр. 199]. Но этот разрез, как отмечает В. П. Ренгартен, "... сводный ... , составленный на пространстве от гор. Агдама ... до гор. Лачина на южном склоне Карабахского хребта" [21, стр. 198], и факт подстилания эффузивов коньяком в этих районах пока еще, во всяком случае, не был установлен. В. И. Славин, на сборы которого (1939 г.) ссылается В. П. Ренгартен [21, стр. 199] при установлении сантона в своей значительно более поздней работе 1945 г. указывает, что вулканогенная толща в окрестностях гор. Лачина, где в ней была найдена фауна, налегает "на альбские и сенонские (?), сильно перемятые песчано-глинистые сланцы ... " [26, стр. 51]. Кроме того следует отметить, что гипсуриты, которыми обосновывается сантонский возраст вулканогенной толщи, находились лишь в средней и верхней части ее (там же).

Из приведенного выше видно, что именно в тех разрезах, в которых отмечалась нижнесантонская вулканогенная толща, коньяк большей частью отсутствует. В то же время сантонский возраст мергельно-известняковых (обычно) пород, располагающихся в рассматриваемых разрезах выше вулканогенной толщи, сомнений, как правило, не вызывает.

В самой вулканогенной толще сантонская фауна находилась пока лишь В. И. Славиним—*Orbygnia canaliculata* Roll. de Roq. и *Or. microstylla* Douv. [26]<sup>1</sup>. Правда, Л. Н. Леонтьев указывал в 1952 г., что им "... совместно с В. Е. Хаиним в этой же толще (в ее верхах) было найдено много сантонских рудистов *Praeradiolites plicatus* Laj., Negr. et Toul. ... , а также сантонский *Inoceramus cycloides* Wegner и сенонская *Gryphaea vesicularis* Lam." [17, стр. 74]. Но этот же автор двумя годами раньше отмечал, что им "... в основании толщи на склонах хр. Мыхтоян (у сел. Алхаслы) была найдена сантонская *Ostrea licheniformis* Coq., а в покрывающих ее отложениях на хр. Кырхкыз—*Praeradiolites plicatus* Laj., Negr. et Toul. (определение В. П. Ренгартена) и у Лачина—*Inoceramus cycloides* Wegner, *Gryphaea vesicularis* Lam. и пр. (определение А. Л. Цагарели)" [15, стр. 293]. Из двух этих, несколько противоречивых указаний, второе, как более раннее и полное, вероятно ближе к истине. Касаясь приведенных в этих списках форм, следует отме-

<sup>1</sup> Виды эти позже были описаны В. П. Ренгартеном (23).

туть, что *Ostrea licheniformis* Соq. правильнее рассматривать не как сантонскую, а как нижнесантонскую форму и основывать на ней сантонский возраст основания вулканогенной толщи не следовало бы. Это, впрочем, учел, повидимому, и автор сборов, поскольку в более позднем [17] списке его эта форма уже не упоминается. Кроме того, *Inoceramus cycloides* Wegner, хотя и является действительно сантонской формой Грузии и Вестфалии, но в последней, как и в Армении, отмечается и в верхнем коньяке. Во всяком случае, в бассейне р. Веди эта форма отмечалась совместно с *Inoceramus involutus* Sow., *In. sublabiatus* Mull., *In. wandereri* Andert и другими верхнеконьякскими видами (данные В. П. Ренгартена и автора).

Наконец, исследователи, указывавшие на наличие нижнесантонской эффузивной фазы, нигде не отмечали со сколько-нибудь достаточной определенностью присутствие эффузивов коньяка. Все это вместе взятое заставляет предполагать, что рассматриваемая вулканогенная толща в большей части разрезов всем своим объемом или частью как раз и соответствует отсутствующему коньяку и местами части турона. Как будет показано ниже, для ряда районов это предположение уже подтвердилось [7].

### Вопрос о коньякском перерыве

В установлении в Восточном Закавказье нижнесантонской вулканогенной толщи без достоверной нижней границы ее в большинстве разрезов значительную роль сыграла бедность коньяка фауной, а также отмечавшееся во многих разрезах выпадение коньяка. (Впрочем, очевидно, что оба эти фактора в значительной степени влияли друг на друга). В связи с этим следует признать необходимым рассмотрение некоторых разрезов, в которых констатировался коньякский перерыв.

В. П. Ренгартеном указывалось, что „в разрезе Агджакенда туронские и коньякские<sup>1</sup> отложения отсутствуют совершенно вследствие размывания и трансгрессивного залегания сенонской толщи“ [21, стр. 195]. Однако это указание далеко не бесспорно. Во-первых, фауна верхней части нижней половины отложений, относимых здесь к сеноману, содержит ряд форм, характерных для туронского яруса, и некоторые из них — *Trochactaeon matensis* Fittip., *Eoradiolites syriacus* Conr., *Trigonoarca quadrans* Renng., *Protocardia hillana* Sow. и др., в той же работе указываются в туроне других разрезов [21, стр. 193, 202, 205]. Во-вторых, верхняя половина отложений, относимых к сеноману, фаунистически не датирована и, естественно, может быть отнесена к турону, а частично и к коньяку. Наконец, между этими отложениями и отложениями, относимыми к сантону, в разрезе указан перерыв в обнажениях, который также, в той или иной степени, может соответствовать отсутствующим турону и коньяку [21, стр. 195].

Кроме того, Р. А. Халафова в этом же разрезе в 1946 г. указывала присутствие выше фаунистически охарактеризованного сеномана отложений нижнего и части верхнего турона. Из этих отложений ею были найдены [30] *Cucullaea mailleana* d'Orb., *C. matheronia* d'Orb., *Cardium hillanum* Sow., *Turritella nodosa* Roem., *Trochactaeon cylindricus* Psel., и многочисленные *Globotruncana linnei* d'Orb.

При анализе этого списка цитируемый автор ограничивается лишь

<sup>1</sup> В. П. Ренгартен, повидимому, предполагал здесь отсутствие и нижнего сантона, как это отмечалось им в разрезе Мардакерта (см. ниже).

указанием, что последняя из приведенных выше форм появляется с турона. Это утверждение безусловно справедливо, но дело в том, что *Globotruncana linnei* d'Orb. появляется в туроне как редкая форма; многочисленность представителей этого вида, подчеркиваемая Р. А. Халафовой, характерна уже для коньяка, а иногда даже и для сантона [4]. Из остальных форм рассматриваемого списка две первые встречаются обычно в туроне, как и *Trochactaeon cylindricus* Psel. *Cardium hillanum* Sow. (в современной транскрипции *Protocardia hillana* Sow.) известен из верхнего турона и коньяка Англии; в долине р. Хосров (Армянская ССР) эта форма встречается в базальных слоях, кроющих порфиры вулканогенной (хосровской) толщи, вместе с рядом коньякских, главным образом нижнеконьякских аммонитов. Наконец, *Turritella nodosa* Roem. (*Haustator nodosus* Roem.) является коньякской, точнее нижнеконьякской, формой и в верхнем течении р. Веди встречается (вместе с аммонитом из вида *Barroisicerias haberfellneri* Hauer) в песчано-глинистых отложениях низов коньякского яруса, вклинивающихся здесь в эффузивную толщу. Все это заставляет предполагать наличие в разрезе Агджакенда не только части турона, как это делает Р. А. Халафова, но всего турона и, по крайней мере, части коньяка.

В. П. Ренгартен отмечал также „в разрезе верхнего мела у Мардакерта, подобно разрезу Агджакенда, . . . отсутствие туронского, коньякского и нижней части сантонского ярусов“ [21, стр. 198]. Однако и здесь этот стратиграфический перерыв несколько сомнителен. Во-первых, в списке фауны нижней части отложений, относимых к сеноману, приводятся такие формы как *Aptyxiella posthuma* Psel., *Trochactaeon matensis* Fittip. и др., обычные для турона [см. 21, стр. 205 и др.].

Во-вторых, в списке фауны верхней, большей по мощности части этих отложений, из четырех определенных до вида форм лишь одна — *Pteria pectinata* Sow. определена достаточно точно, без „cf.“, и сама по себе не может доказать отсутствие отложений моложе сеномана. Наконец, между отложениями, относимыми к сеноману, и предполагающимся верхним сантоном в разрезе указан перерыв в обнажениях. Все это, повидимому, не позволяет признавать бесспорность столь значительного стратиграфического перерыва и в этом разрезе.

Далее следует остановиться на разрезах долины р. Тертер. В. П. Ренгартен считает, что „ . . . долина р. Тертер в среднем течении . . . пересекает зону с развитием нижнесантонских эффузивов, а в 25 км ниже по течению . . . она входит в более северную зону, где еще проявляется нижнетуронский вулканизм“ [22, стр. 148]. В нижнем течении реки В. П. Ренгартен указывал все ярусы верхнего мела (за исключением датского), причем выше вулканогенной толщи турона отмечалась характерная коньякская фауна. В среднем течении реки В. П. Ренгартен километровую вулканогенную толщу, заключенную между сеноманом и кампаном (?), относил к нижнему сенону [21, стр. 201]. Поскольку в этой толще фауна не указывается, ограничение ее стратиграфического объема нижним сеноманом, очевидно, не доказуемо. Более того, верхняя граница толщи также фактически не известна. Действительно, для кроющей известняково-мергельной, также почти километровой, свиты отмечается лишь, что в ее . . .

<sup>1</sup> Встречающиеся иногда в литературе утверждения, что эта форма является нижнетуронской — ошибочны; в разрезе р. Веди (откуда она была описана впервые) она встречается значительно выше горизонта рудистовых известняков, по которым устанавливается здесь нижний турон.



основании встречаются . . . мергели и песчанистые известняки с *Orbitella* sp. и *Lithothamnium*. Несколько выше найден *Micraster* sp. ex gr. *schroederi* Stoll. [21, стр. 201]. Но эта фауна не может доказать кампанский возраст вмещающих ее отложений, так как ни одна форма здесь не определена фактически до вида—последняя из указанных форм может рассматриваться (ввиду отсутствия каких-либо других указаний на кампанский возраст) лишь как *Micraster* sp.

Очевидно, что в этом разрезе нет никаких данных, говорящих об отсутствии турона в составе вулканогенной толщи, как и об отсутствии сантона выше вулканогенной толщи. Точно также нет оснований и для отрицания возможности параллелизации (может быть, частичной) вулканогенных толщ разрезов среднего и нижнего течения р. Тертер.

Сантонский возраст вулканогенной толщи среднего течения р. Тертер доказывался на основании региональных наблюдений В. П. Ренгартена, который указывал, что вулканогенный сантон от района гор. Лачина прослеживается через среднее течение Тертера к северному побережью оз. Севан, где . . . в туфопесчаниках среди той же вулканогенной свиты, по сборам К. Н. Паффенгольца, мной определена верхнесантонская фауна *Mitrocarpina bayani* Douv. etc.)" [22, стр. 147].

Далее, до рассмотрения разрезов северо-восточного берега оз. Севан и долины р. Веди, следует остановиться на разрезах района сел. Ауш и бассейна р. Базарчай. В первом из них указывается залегание сантона на сеномане, однако никакой фауны для сантона, как и для верхнего сенона и датского яруса, не указывается [21, стр. 203]. Во втором—указывается залегание на туроне верхнего сантона. Последний, по В. И. Славину и В. П. Ренгартену, представлен ".... трансгрессивной свитой... известняков с *Inoceramus crassus* Petr." [21, стр. 202]. Ввиду отсутствия ссылок на какую-либо другую фауну, следует полагать, что именно *Inoceramus crassus* Petr. датирует верхнесантонский возраст слоев, налегающих на турон, доказывая тем самым отсутствие коньяка и нижнего сантона. Но в той же работе, как уже отмечалось выше, этот же вид датирует коньякский ярус [21, стр. 200].

Поскольку *Inoceramus crassus* Petr. является, в основном, коньякской формой, вряд ли можно допустить, что в пределах одной и той же области он может в одном разрезе доказать присутствие коньяка, а в другом—отсутствие коньяка, да еще и вместе с нижним сантоном. Учитывая, к тому же, что в смежной зоне, в бассейне р. Веди этот вид был встречен в верхнем коньяке [8, 9], следует признать, что и в разрезе р. Базарчай отсутствие коньяка ни в коем случае нельзя считать доказанным.

### Верхнемеловые эффузивы в бассейнах оз. Севан и р. Веди

Разрезам северо-восточного берега оз. Севан и долины р. Веди сторонники нижнесантонской эффузивной фазы придавали очень большое значение, указывая, что в этих разрезах сантонский (и даже верхнесантонский) возраст эффузий датируется совершенно точно.

Так, Л. Н. Леонтьев в своей последней работе опять упоминает . . . о находке . . . в этой толще (на северном побережье<sup>1</sup> оз. Севан) . . . К. Н. Паффенгольцем *Mitrocarpina* cf. *bayani* Douv. и др.<sup>2</sup>, опреде-

<sup>1</sup> Правильнее—северо-восточное побережье.

<sup>2</sup> Под "другими" подразумевается *Plagiptychus sevanensis* Renng.—новый (?) вид, описанный впервые из этого разреза [23].

ленных В. П. Ренгартеном" [17, стр. 74]. Далее Л. Н. Леонтьев указывает, что "помимо Севано-Курдистанской зоны и Мартунинского синклинория . . . сантонский вулканизм имел место и в Еревано-Ордубадском прогибе. В последнем, в вулканогенной толще бассейна р. Веди . . . А. Т. Асланян нашел сантонских рудистов *Mitrocarpina* cf. *bayani* Douv., *Plagiptychus sevanensis* Renng., а также *Vaccinities* ex gr. *grossouvrei* Douv." [17, стр. 75]. Действительно, в разрезе Боз-Буруна, в нижнем течении р. Веди А. Т. Асланян нашел упомянутых рудистов и, основываясь на определениях В. П. Ренгартена, отнес вмещающую их толщу порфиристов к верхнему сантону [2]. Кроме того, Л. Н. Леонтьев отмечает, что выше сел. Дагнас (верхнее течение р. Веди) ему . . . в 1950 г. . . пришлось наблюдать, что эта же вулканогенная толща лежит явно выше . . . заведомо туронских отложений; последние представлены песчанистыми известняками (без каких-либо вулканогенных элементов), с богатейшей фауной преимущественно гастропод, описанной еще В. П. Ренгартеном [15, стр. 205]<sup>1</sup>. Эффузивы выше сел. Дагнас по облику вполне тождественны сантону Мартунинского синклинория . . ." В составе эффузивной толщи наблюдались также . . . ясные пачки туфобрекчий и туфопесчаников, а Т. А. Асланян даже нашел в ней (устное сообщение 1950 г.) иноцерамов" [17, стр. 75].

Как видно, здесь нет никаких доказательств нижнесантонского (или сантонского) возраста эффузивов. Сходство эффузивов выше сел. Дагнас с верхнемеловыми эффузивами Мартунинского синклинория доказательством, конечно, служить не может. Автор цитируемой работы напрасно не заметил мандельштейны у самого сел. Дагнас (все-го лишь в 200—300 м от дороги), которые на обоих берегах р. Веди обнажаются под известняково-мергельной пачкой, относившейся в то время (1950 г.) к верхнему турону [9]. (Кстати, нужно отметить, что А. Т. Асланян, как и автор настоящей работы, среди эффузивной толщи верхнего течения р. Веди обнаружил лишь гастроподы и устрицы.)

Следует подчеркнуть, что синхронность верхнемеловых эффузивов в разрезах Боз-Буруна и Севана ни у кого из авторов, отстаивающих сантонский возраст верхнемеловых эффузивов этой зоны, сомнений не вызвала. Общность эффузивов двух этих разрезов по времени их проявления подчеркивается тем, что из трех упомянутых выше видов рудистов первые два отмечались и в разрезе Севана [23] (и те и другие определения принадлежат В. П. Ренгартену).

Анализ этих видов показал, что они требуют переопределения, так как в разрезе Боз-Буруна значительно выше подошвы базальной свиты, кроющей порфиристы, были найдены многочисленные представители верхнетуронского вида *Vaccinities grossouvrei* Douv.

Вакцинит из списка А. Т. Асланяна (*Vaccinities* ex gr. *grossouvrei* Douv.) был переопределен как *Vaccinities inferus* Douv.; *Plagiptychus sevanensis* Renng., по нашему мнению, следует отнести к группе *Pl. aguilloni* d'Orb., распространенной в сеномане и, главным образом, туроне. Чрезвычайное сходство этих двух видов отмечает и В. П. Ренгартен [23]. Наконец, *Mitrocarpina* cf. *bayani* Douv. представляет собой, по нашему мнению, новый вид<sup>2</sup>, присут-

<sup>1</sup> Указанная работа В. П. Ренгартена [22] описаний фауны не содержит, к тому же, в номере "Известий" АН СССР, в котором она помещена, всего лишь 152 стр. Подразумевается, повидимому, другая работа В. П. Ренгартена (21), которая, впрочем, также не содержит описаний фауны.

<sup>2</sup> До сего времени известны лишь три вида этого рода.

ствие которого не противоречит туронскому (верхнетуронскому) возрасту вмещающих слоев, так как представители рода *Mitrocaprina Woodward* появляются с турона. Следует особо отметить, что гиппурит, определенный нами как *Vaccinites grossouvrei* Douv., В. П. Ренгартеном был определен как *Vaccinites giganteus* d'Hombrès Fittas—коньяк. Очевидно, что и это определение не противоречило бы установленному нами [7] верхнетурон-нижнеконьякскому возрасту верхнемеловой эффузивной толщи бассейна р. Веди. Кроме того, и это определение совершенно исключает возможность отнесения верхнемеловых эффузивов не только к верхнему сантону, но даже и к верхнему коньяку. Впрочем, следует уточнить, что вдоль долины р. Веди стратиграфический объем верхнемеловых эффузивов (хосровская толща) несколько изменяется. На западе, в нижнем течении (Боз-Бурун) эта толща ограничена, по видимому, пределами верхнего турона.

Восточнее, в верхнем течении хосровская толща ложится (в долине р. Хосров) на нижнетуронские известняки с *Radiolites peroni* Choff., *Durania arnaldi* Choff. и др. и кроется нижнеконьякскими слоями с галькой карбонатных мандельштейнов. В этих слоях находились многочисленные *Baculites bohemicus* Fritsch et Schloenb., *Scaphites potieri* Gross., *Sc. messlei* Gross<sup>1</sup> и ряд других нижнеконьякских форм. Несколько далее, к юго-востоку, эффузивы прослаивают известняки верхнего турона, а выше по разрезу в эффузивы крупными линзами вклиниваются песчаники с многочисленными кораллами, устрицами и гастроподами, относящимися к низам коньяка. В этих слоях были встречены *Barroisiceras haberfellneri* Hauer var. *americanica* var. nov. (in litt.), *Haustator nodosus* Roem. и др. Наконец, еще выше, по течению р. Веди и в долине ее правого притока р. Кесуз, эффузивы кроются более высокими горизонтами нижнего коньяка с базальными конгломератами в основании. В этих слоях были найдены (в районе сел. Азиз-кенд) *Scaphites subarnaldi* sp. nov. (in litt.), *Sc. potieri* Gross.,<sup>2</sup> *Latidorsella ponsiana* Gross<sup>2</sup>, *Inoceramus lusitiae* Andert et var. *grata* var. nov. (in litt.) *In. kleini* Müll. и другая фауна, подтверждающая нижнеконьякский возраст слоев. Местами на эффузивы ложатся и верхнеконьякские слои (участок с.с. Карабахляр и Дагнас) с *Inoceramus involutus* Sow., *In. crassus* Petr., *In. seitzi* Andert var. *pseudolamarcki* var. nov. [9], *In. websteri* Mant., *In. gradatus* Egojan и др. [8, 9]. Все эти факты с достаточной точностью доказывают, что верхнемеловые эффузивы в бассейне р. Веди имеют верхнетурон-нижнеконьякский возраст и ни в коем случае не могут рассматриваться как доказательство существования нижнесантонской фазы вулканизма [7].

Такой же вывод должен быть, очевидно, сделан для верхнемеловых эффузивов северо-восточного побережья оз. Севан. Об этом говорит и несомненное сходство состава эффузивов, и сходство фауны, и не вызывающая сомнений синхронность известняково-мергельных пород, следующих в разрезах Веди и Севана за терригенными базальными слоями, кроющими эффузивы. Эта известняково-мергельная свита в бассейнах р. р. Раздан (Агверан, Мисхана), Аргичи и Веди начинается верхним коньяком и пластуется согласно с терригенной толщей

<sup>1</sup> Две последние формы цитируются по спискам сборов В. П. Ренгартена 1951 г., любезно предоставленных им в распоряжение автора. Следует отметить, что часть аммонитов и рудистов из сборов автора 1950—1951 гг. была определена В. П. Ренгартеном.

<sup>2</sup> Определение В. П. Ренгартена.

турона-нижнего коньяка. В долине р. Раздан (Бжни, Солак—Н. Ахты) и, предположительно, в Ереванской зоне, карбонатная толща, перекрыв терригенную, резко трансгрессивно ложится на метаморфический арзаканский комплекс. Это, между прочим, показывает, что началом кульминационного периода верхнемеловой трансгрессии (по крайней мере в пределах бассейна оз. Севан и бассейнов р. р. Раздан, Азат, Веди и Аргичи) следует считать верхний коньяк, а не верхний турон или верхний сантон, как предполагалось ранее [9].

#### Краткие сведения о породах хосровской толщи

Петрографический состав хосровской толщи в бассейне р. Веди довольно пестрый. Среди порфиритов, составляющих основную массу пород, преобладают массивные разности, окрашенные преимущественно в зеленые, красные и фиолетовые тона.

Диабазовые порфириты хосровской толщи в нижнем течении р. Веди (Боз-Бурун), обнажающиеся здесь в ядре Даргалу-Вединской антиклинали, представлены большей частью сильно измененными разностями, обладающими витрофировой или микролитовой структурой; текстура их обычно массивная, сравнительно редко наблюдается порфировая и мандельштейновая текстура.

В состав порфиритов кроме плагиоклазов входят и пироксены, встречается и рудный минерал (магнетит). Окраска бурая, до фиолетово-бурой, на поверхностях выветривания обычно темнокрасная. Зеленые разности встречаются редко. Объемные веса порфиритов заметно выше, чем у нормальных осадочных пород мела, и достигают до 2,70—2,80. Магнитность их также довольно высока—средняя магнитная восприимчивость порядка 250 гамм, тогда как у осадочных пород мела она не превышает 20—30 гамм. В толще порфиритов встречаются крупные линзы песчаников и, чаще, известняков, среди которых нередко находятся рудисты.

В долине р. Хосров (правый приток р. Веди) хосровская толща слагается темнобурными до черного разностями порфиритов с характерным темнокрасным „загаром“ на поверхностях выветривания. Текстура их массивная и мандельштейновая. Структура в шлифах спилитовая, иногда с редкими фенокристаллами основного плагиоклаза. Микролиты основной массы большей частью очень тонкие и длинные, расположены беспорядочно, цементируются продуктом раскristализации сильно обогащенного железом основного стекла. Базис этот представляет собой стекловатую массу, в которой рассеян чрезвычайно тонкозернистый агрегат рудного минерала. В значительных количествах присутствуют хлорит, рассеянный между микролитами плагиоклаза, и выкристаллизовавшиеся зерна рудного минерала. Агрегаты последних образуют нечетко обособленные выделения, которые иногда окаймляют миндалины, выполненные главным образом кальцитом, редко мелкими розетками хлорита.

У некоторых разностей порфиритов с малой степенью раскristализации стекла агрегаты рудного минерала концентрируются в тонкие непрозрачные выделения, которые, пересекаясь почти под прямыми углами, образуют четкую сетку, несколько напоминающую своим рисунком графическую структуру, но отличающуюся от нее геометрически правильным характером своих элементов. Эти выделения, являющиеся, по видимому, скелетными образованиями кристаллов ильменита, ограничены участками полураскristализованного стекла и лишь в редких случаях захватывают периферию микролитов и фено-

кристаллов. Такая структура базиса может быть названа феррографической.

Нижнетуронские рудистовые известняки в долине р. Хосров местами рвутся дайкообразными телами основных пород, отличающихся густой темнозеленой окраской и рыхлой текстурой, придающей некоторым разностям их сходство с туфами. В шлифах эти породы имеют интерсертальную структуру, образованную массой беспорядочно расположенных лейст плагиоклаза (альбит), промежутки между которыми заполнены основным базисом и хлоритом, а также зернами рудного минерала. В некоторых разностях этих пород в довольно значительных количествах встречается серпентин, играющий в них ту же роль, что и хлорит. Базис полураскристаллизованного стекла с рассеянным в нем тонкозернистым агрегатом рудного минерала составляет, сравнительно с отмеченными выше структурами порфиритов, небольшую часть породы. Наоборот, зерна рудного минерала имеют здесь значительно большее распространение.

Появление этих спилитов в трещинных фациях подводных основных излияний объясняется, повидимому, обогащением плагиоклазов базальтовой лавы натрием за счет солей морской воды. Дайкообразные тела спилитов долины р. Хосров, учитывая наличие ископаемого некка в междуречье Хосров—Веди, следует, очевидно рассматривать как следы верхнемеловых трещинных излияний. Подводный характер этих излияний в условиях, обогащенных карбонатом морских фаций, доказываемся, в частности, выполнением миндалин почти исключительно кальцитом, по сравнению с которым хлорит занимает явно подчиненное положение. Наличие оторочек кальцита в большей части немногих выполненных хлоритом миндалин позволяет предполагать, что хлорит является по времени заполнения миндалин более поздним минералом.

Выше по течению, в долине р. Веди порфириты хосровской толщи ничем существенным от описанных выше не отличаются. Здесь среди них также отмечаются сравнительно небольшие линзы рудистовых известняков.

Подводный тип излияний хосровских порфиритов доказываемся и локально-островным характером конгломератов, окаймляющих массивы пород хосровской толщи как в верхнем, так и в нижнем течении р. Веди. На это указывают резкие изменения мощностей пластов конгломератов, быстрое выклинивание их и почти исключительно базальный (порфиритовый) состав галек и валунов, говорящий об обособленности вуланических островов, формировавшихся в удалении от основных берегов бассейна. Об этом же говорит налегание на отдельных участках на порфириты коньякских известняково-мергельных слоев без конгломератов в основании (у сел. Карабахляр). Наконец, об этом же свидетельствуют залегающие среди порфиритов крупные линзы осадочных пород с фауной открытого моря (аммониты, кораллы, рудисты, гастроподы и др.).

Подводный характер сходных типов фаций верхнего мела отмечался уже ранее В. Е. Хаиним (27) и др. для ряда районов Азербайджанской ССР. Учитывая приведенные выше данные, следует признать, что подводный вулканизм верхнемелового времени имел широкое распространение в пределах Восточного Закавказья.

\* \*

Основываясь на литературных данных и на своих наблюдениях, автор приходит к выводу, что, как на территории Грузии и Армении,

так, повидимому, и в Азербайджане туронско-коньякские эффузивы имеют наибольшее распространение. Мало того, в большей части районов Закавказья верхнемеловой вулканизм, либо, продолжаясь с сеномана, заканчивается в туроне-коньяке, либо начинается с турона-коньяка, заканчиваясь в сантоне и реже в кампане, либо же, наконец (повидимому, чаще всего), ограничивается пределами турона-коньяка, так что в большинстве (если почти не во всех) разрезов верхнемеловая эффузивная (эффузивно-осадочная) толща той или иной своей частью соответствует этому периоду времени.

### Верхнемеловые офиолиты в бассейнах оз. Севан и р. Веди

Развитие основных и ультраосновных интрузий верхнемелового возраста отмечалось уже в верхнемеловой эффузивной формации Азербайджана и Грузии [5, 10, 12, 13, 29 и др.].

Типичные офиолиты верхнего мела были выделены и описаны в Севано-Акеринской зоне еще в начале тридцатых годов А. С. Гинзбергом, который проследил их от северо-восточного побережья оз. Севан на юго-восток в бассейн р. Акера, примерно до широты гор. Лачин. Однако А. С. Гинзберг ошибочно полагал, что возраст этих пород "... несомненно пост-эоценовый" [3, стр. 18].

Верхнемеловой возраст офиолитов Севано-Акеринской зоны был обоснован Л. Н. Леонтьевым и В. Е. Хаиним [13].

Несколько позже, Т. Ш. Татевосян, описывая основные и ультраосновные интрузии Амасийского района Армянской ССР, также совершенно справедливо указывал, что "... большинство этих интрузий верхнемелового возраста" [28, стр. 188]. При этом Т. Ш. Татевосян отмечал преимущественное развитие среди них перидотитов, которые "... во многих местах полностью превратились в серпентиниты" [28, стр. 182], незначительное распространение пироксенитов и присутствие габбро, которые "... состоят преимущественно из роговой обманки и основного плагиоклаза и окрашены в темносерый цвет с зеленоватым оттенком" [28, стр. 188]. Еще ранее сходные данные по другим районам этой зоны приводили М. А. Кашкай [12], Ш. А. Азизбеков [1 и др.] и ряд других азербайджанских геологов.

Интрузивная фация верхнего мела в последнее время была обнаружена и в пределах Еревано-Ордубадской зоны, в бассейне р. Веди. В верхнем течении реки эта фация представлена упоминавшимися выше трещинными спилитами, породами некка р. Кесуз и дайками основного состава. В нижнем течении, вдоль южных и западных склонов массива Боз-Бурун, среди порфиритов хосровской толщи обнажаются небольшими разрозненными телами серпентинизированные перидотиты и лишь местами серпентинизированные пироксениты. Серпентиниты, наиболее частые здесь, представляют собой зеленовато-серые плотные породы, почти нацело состоящие из серпентина. В шлифах серпентиниты обладают характерной петельчатой структурой. Серпентин в породе представлен тремя разностями: хризотилом, офитом и баститом. Первая слагает петельчатую сеть микроструктуры породы, вторая — заполняет клетчатые сети, а бастит развит в виде сравнительно редких неправильных призматических включений и представляет собой псевдоморфозу по пироксену. Рудный минерал (магнетит) развит по прожилкам, иногда встречается в виде зерен, чаще же рассеян мельчайшей пылью в общей массе породы. Характер зерен бастита и развитие хризотила по оливину доказывают, что серпентиниты здесь действительно образовались за счет перидотитов.

На восточной окраине выходов хосровской толщи, у сел. Дашлу на небольшом участке развиты амфиболовые габбро и амфиболиты, сменяющиеся к востоку зелеными массивными порфиритами с участками брекчированных разностей последних. Этот небольшой по площади участок заслуживает, однако, особого внимания.

#### Инtruзия основных пород у сел. Дашлу

В. П. Симонов в 1930 г. [11] считал массив основных пород у сел. Дашлу нижнемеловой инtruзией габбро-диабазов. В. Ф. Захаров в 1931 г., также считая эти породы габбродиабазовой инtruзией, относил их условно к юре, основываясь (помимо региональных данных) на том, что "... удалось проследить трансгрессивное налегание на них нижнетретичных песчаников...", а также на том, что "... в сеноманских конгломератах встречаются гальки габбро-диабазов..." [11, стр. 64].

Позже К. Н. Паффенгольц, указывая на ошибочность представлений В. Ф. Захарова о наличии у сел. Дашлу габбро-диабазов, рассматривал эти породы как авгитовые габбро-диориты и диориты послезоценового возраста, отчетливо прорывающие эоценовые отложения.

Наконец, Л. М. Радопуло и А. А. Габриелян в 1948 г. указывали, что ни габбро-диабазы, отмечавшиеся В. П. Симоновым и В. Ф. Захаровым, ни авгитовые габбро-диориты и диориты, отмечавшиеся К. Н. Паффенгольцем, ими у сел. Дашлу, "... встречены не были" [20, стр. 21]. По мнению этих авторов, основные породы у сел. Дашлу располагаются на крыле меловой антиклинали и представлены "... роговообманковыми габбро-порфиритами, роговообманковыми кварцевыми диоритами и диоритами..." (там же). Возрастное положение этих пород определялось Л. М. Радопуло и А. А. Габриеляном тем, что они "... явно прорывают сеноанские известняки и мергели и отчетливо перекрываются нижнеэоценовыми конгломератами (с гальками описанных инtruзивных пород); это обстоятельство довольно точно датирует возраст инtruзий, как верхнемеловой [20, стр. 22—23]. Впрочем, следует заметить, что, по данным цитируемых авторов, следовало бы считать эту инtruзию, конечно, не верхнемеловой, а палеоэоценовой.

А. Т. Асланян считает, что инtruзия у сел. Дашлу сложена габбро-диоритами и располагается в ядре антиклинали. Возрастное положение этой инtruзии, по его мнению, — предсреднеэоценовое.

Существование таких разноречивых и, более того, взаимоисключающих представлений о структурном положении и возрасте основных пород у сел. Дашлу, естественно, вызвало серьезные сомнения, поскольку очевидно, что ни одна из трех основных точек зрения о возрасте их (доверхнемеловой, послезоценовой и послеверхнемеловой — доэоценовой) не могла быть признана истинной без проверки. Это положение, к сожалению, не было учтено Л. Н. Леонтьевым и В. Е. Хаиным, которые, ссылаясь на работу Л. М. Радопуло и А. А. Габриеляна [20], установили на основании этой инtruзии особый предпалеогеновый цикл (этап) инtruзивной деятельности на Малом Кавказе [16]. Как будет показано ниже, возрастное положение рассматриваемых пород у сел. Дашлу Л. М. Радопуло и А. А. Габриелян установили не совсем точно и в настоящее время следует отрицать существование предпалеогенового<sup>1</sup> инtruзивного цикла, так как самими авторами его существование инtruзий этого цикла на двух других участках<sup>2</sup> ставилось под сомнение [16, стр. 109].

<sup>1</sup> Судя по таблице (16, стр. 116—117) — предэоценового.

<sup>2</sup> Северо-восточное побережье оз. Севан и окрестности сел. Зод; каких-либо других пунктов, где были бы отмечены предэоценовые габбровые инtruзии, не указывалось.

По данным автора, основные породы у сел. Дашлу занимают наибольшую площадь, несколько более 1 км<sup>2</sup>, на холмах, расположенных к северу от селения. Западная, большая часть обнажений занята инtruзивными габбровыми породами — от роговообманковых габбро до габбро-амфиболитов. Структура этих пород обычно габбровая, иногда очень крупнокристаллическая, встречаются разности, структура которых близка к гранобластовой. Крупнокристаллические разности обладают порфирированной текстурой, обусловленной крупными (до нескольких сантиметров) кристаллами темнозеленых амфиболов, резко выделяющихся на белесовато-сером фоне плагиоклазов. В этих гидриоморфнозернистых разностях четко выделяется идиоморфизм плагиоклазов по отношению к амфиболу.

Основную массу породы слагают плагиоклазы и амфиболы, подчиненное значение имеют пироксены (моноклинные) и рудный минерал. Плагиоклаз представлен лабрадором, часто слегка пелитизированным; амфибол — обыкновенной роговой обманкой, обычно несколько измененной. В этих породах нередко амфибол преобладает над плагиоклазом. В восточной части выходов описанные породы сменяются порфиритами и лавобрекчиями. Как те, так и другие не отличаются от порфиритов в других разрезах хосровской толщи.

Несмотря на тщательные поиски, не удалось обнаружить участков прорывания габбро и амфиболитами у сел. Дашлу пород сенона. Кроющие порфириты (а не габбро) конгломераты, развитые на небольшом узком гребне, вытянутом к сел. Дашлу, скорее всего, являются четвертичными образованиями, но не эоценовыми, как полагали ранее [20]. Гальки основных пород, сходных с породами Дашлинской инtruзии, действительно [11] нередко встречаются в конгломератах верхнего турона. Наконец, следует напомнить о сходных с описанными выше амфиболитах, обнажающихся среди метаморфических сланцев арзаканского комплекса в ядре южной антиклинали Ераносского массива [6], где досенонский возраст их устанавливается совершенно точно.

Кроме того, нужно учесть указывавшуюся Ш. А. Азизбековым приуроченность некоторых габбро-амфиболитовых инtruзий к офиолитовой формации в других районах [1]. Все эти данные, как и сопоставление с однотипными фациями северо-восточного побережья оз. Севан и Амасийского района Армянской ССР [28], заставляют включить Дашлинскую инtruзию в состав верхнемеловой офиолитовой формации, установленной в настоящее время и для Еревано-Ордубадской зоны, в которую входит бассейн р. Веди.

Офиолитовая формация приурочена здесь к крупному древнему Гяуркаласинскому разлому, который является южным тектоническим ограничением Чатминского прогиба, отделяющим его от Нахичеванской складчатой зоны. Точно также офиолиты Севано-Акеринской зоны связаны с глубинным разломом (Севано-Акеринским), сравнительно поздним структурным отражением которого являются многочисленные надвижки третичного возраста, объединявшиеся К. Н. Паффенгольцем в „Главный надвиг“ Малого Кавказа. Существование такого разлома в Севано-Акеринской зоне допускал, по видимому, уже Л. Н. Леонтьев, указывавший на присутствие в этой зоне „... глубокого (глубинного? — В. Е.) разлома, ... обусловившего формирование офиолитового пояса“ [14, стр. 412]. В пределах Чатминского прогиба под верхнемеловыми отложениями лежит (как и на северо-восточном побережье оз. Севан — [28]) метаморфический арзаканский комплекс [6]. Складчатость мел-палеогенового комплекса этой зоны имеет простира- ния, близкие к широтным. В Нахичеванской зоне сразу же на левом

(южном) берегу р. Веди развиты мощные осадочные толщи среднего и верхнего палеозоя, складчатость которых по простиранию близка к общекавказской. Гяуркаласинский разлом проходит примерно в широтном направлении вверх по реке, но в среднем течении ее, в районе сел. Чиманкенд, резко отклоняется к югу. В верхнемеловое время этот разлом поднимался значительно выше по р. Веди, примерно до окрестностей сел. Джерманис, и затухал восточнее истоков реки, видимо не достигая бассейна р. Аргичи. С критическим периодом в жизни этого пограничного разлома в верхнемеловое время и были связаны эфузивные излияния и образование офиолитовой формации.

Основные и ультраосновные интрузии этой формации констатированы пока лишь в нижнем течении р. Веди (Боз-Бурун). Впрочем, Л. Н. Леонтьев в последней своей работе указывал: "...в 1950 г. мне пришлось наблюдать, что... эфузивы выше сел. Дагнас по облику своему вполне тождественны сапуну Мартунинского синклинория и тоже связаны с синхроничными им интрузиями габброндов" [17, стр. 75]. Факт этот вызывает у автора серьезные сомнения, тем более, что ни местонахождение интрузии, ни их состав не указываются. Автором, работавшим в этих районах в 1950—1952 гг., подобные интрузии на р. Веди, выше сел. Дагнас, еще не наблюдались. В настоящее время можно указать лишь на небольшие "вкрапленные" тела и дайки основных пород,<sup>1</sup> первые из которых связаны с упомянутым выше некомпом, расположенным в верховьях р. Кесуз, у гребня, отделяющего долину этой речки от долины р. Хосров. Эти породы можно рассматривать, вероятно, лишь как корневую фацию эфузивов.

Касаясь вопроса об этапе внедрения интрузий офиолитовой формации Севано-Акеринской зоны (прогиба), Л. Н. Леонтьев и В. Е. Хаин в своей первой работе, посвященной офиолитам этой зоны, указывали, что "...момент внедрения гипербазитов устанавливается весьма точно как предверхнесантонский, отвечающий времени одного из значительных поднятий Севано-Курдистанской тектонической зоны" [13, стр. 74]. Позднее эти же авторы отмечали, что для "...Севано-Курдистанской зоны... массовое внедрение гипербазитов совпадает со временем весьма резкого погружения этого прогиба" [16, стр. 108]. Впрочем, в этой же работе указывается, что внедрение гипербазитов "...отвечало моментам (? — В. Е.) смены погружения поднятием" [16, стр. 120]. Мы в этом вопросе приходим к несколько иному выводу, приведенному ниже.

### Заключение

На основании приведенных выше данных автор считает возможным сделать следующие выводы:

1. Говорить о самостоятельном обособленном нижнесантонском цикле вулканизма, отделенном от нижнетуронского крупным промежуточным временем, соответствующим верхнему турону и всему коньяку, в настоящее время уже не приходится. Точно также следует отказаться от предположения, что объем вулканогенной толщи во всех районах рассматриваемой области ограничивается нижним туроном (или даже туронским ярусом в целом). Имеется лишь один верхнемеловой эфузивный цикл, излияния которого начались с сеномана (в Грузии и Азербайджане, по видимому, с альба) и достигли наибольшего распространения в туроне-коньяке. Выше по разрезу площади проявления

<sup>1</sup> Образцы этих пород петрографически еще не изучены.

верхнемелового вулканизма быстро сокращаются и в верхнем сеноне он отмечается лишь на немногих, сравнительно небольших участках, так что к началу маастрихта верхнемеловой вулканизм затухает.

2. Время проявления верхнемелового вулканизма в различных тектонических зонах различно, но максимум его тяготеет к туронскому коньяку, и в большинстве разрезов верхнемеловая эфузивная толща либо иной своей частью соответствует этому периоду времени. Стратиграфическое положение эфузивов верхнего мела от зоны к зоне изменяется сравнительно плавно.

3. Ко времени наибольшей интенсивности верхнемелового вулканизма, к концу его, были приурочены по большей части мелкие, но многочисленные внедрения основных и, чаще, ультраосновных интрузий. Эти "вкрапленные" в эфузивную толщу интрузии образовали характерную для внутренних геосинклинальных областей офиолитовую формацию, в типичном своем выражении представленную в Севано-Акеринской и Еревано-Ордубадской зонах.

4. В обеих этих зонах образование офиолитовой формации было связано с древними крупными разломами: Севано-Акеринским — в одноименной зоне и Гяуркаласинским — в Еревано-Ордубадской.

5. Моменты внедрения интрузий совпадали с концом периода наиболее напряженной вулканической деятельности, развивавшейся в подводных условиях на фоне значительного и относительно быстрого погружения дна бассейна. В эти периоды времени (предшествовавшие интрузиям) вдоль берегов, иногда в значительном удалении от них, поднимались цепи вулканических островов (подобных, может быть, некоторым вулканическим островам Средиземноморского бассейна).

Вслед за этапом внедрения интрузий, частью же совпадая с ним, происходило резкое поднятие; параллельно с этим шло быстрое затухание вулканической деятельности уже в наземных условиях. Вдоль берегов вырастали крупные гряды, местами сливавшиеся с ними. (Подобную, но в больших масштабах, картину можно видеть в современной нам Курильской гряде). Кратковременное поднятие сменялось медленным, но длительным, стационарным опусканием, приводившим в конечном итоге к широкому развитию трансгрессии и отложению осадков сравнительно глубоководных и, главным образом, удаленных от берегов фаций (широко распространенные в сеноне фации известняково-мергельных илов и мела).

6. Образование офиолитовой формации и эфузивная деятельность в Еревано-Ордубадской и по всей вероятности Севано-Акеринской зонах ограничивались верхним туроном — нижним коньяком. Впрочем, во второй зоне, судя по некоторому запаздыванию верхнемеловой трансгрессии на северо-восточном побережье оз. Севан, эфузивная деятельность возможно местами задерживалась и до верхнего коньяка.

7. Оба эти пояса гипербазитов, Севано-Акеринский и Вединский, входят в единую меловую зону, протягивающуюся от восточных берегов Атлантического океана до западных берегов Тихого.

Остановимся в заключение в нескольких словах на некоторых результатах конференции по региональной геологии Закавказья, состоявшейся в гор. Баку в ноябре 1951 г. Конференция "... констатировала, что новейшая стратиграфия меловых отложений, разработанная В. П. Ренгартеном, нашла свое подтверждение в палеонтологических работах кавказских геологов (М. М. Алиева, А. Т. Асланяна<sup>1</sup>, А. Г. Халилова, А. Л. Цагарели, М. С. Эристави и других)". В ходе

<sup>1</sup> Небольшая неточность — А. Т. Асланян меловой фауной не занимается.

обсуждения докладов никем из выступавших существование отдельной, самостоятельной нижнесантонской фазы вулканизма по сути дела не оспаривалось, так что „вопрос о наличии в составе верхнемеловых отложений двух вулканогенно-обломочных серий (нижний турон и нижний сантон) ...не вызывал никаких споров и считался разрешенным положительным образом“ [16, стр. 157].

Однако в докладе В. П. Ренгартена, опубликованном в трудах конференции, говорится уже не о нижнесантонской, а о нижнесенонской, а для бассейна р. Веди — даже о нижнеконьякской эффузивной свите, поскольку указывается залегание на верхнемеловых порфири-тах р. Веди верхнего коньяка. Кроме того, отмечается и наличие галек порфиритов в верхнем коньяке Даралагеца. Наконец (для Приараксинской зоны) указывается, что „дайки и мощные интрузии габброидных пород внедряются в коньякскую толщу и пересекают более древние отложения, но нигде не переходят через границу верхнего коньяка“ [23, стр. 91, 92].

Автор с удовлетворением отмечает, что приведенные последние высказывания В. П. Ренгартена в общем подтверждают сделанные выше выводы о стратиграфическом положении верхнемеловой эффузивной толщи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ш. А. Азизбеков—Габбро-амфиболитовые интрузии офиолитовой формации юго-восточной части Малого Кавказа. Докл. АН Азерб. ССР т. VI, № 6, 1950.
2. А. Т. Асланян—Стратиграфия вулканогенных пород Приереванского района (Армянская ССР). Докл. АН Арм. ССР, т. XI, № 6, 1949.
3. А. С. Гинзбург —Петрография республики Армении. Изд. АН СССР, 1934.
4. Д. И. Джафаров, Д. А. Агаларова, Д. М. Халилов—Справочник по микрофауне меловых отложений Азербайджана. Азнефтеиздат, 1951.
5. Г. С. Дзоценидзе—Домиоценовый эффузивный вулканизм Грузии. Изд. АН Груз. ССР, 1948.
6. В. Л. Егоян—Некоторые новые данные о стратиграфии и структуре меловых отложений Ераносской антиклинали. Изв. АН Арм. ССР, т. V, № 1, 1952.
7. В. Л. Егоян —О возрастном положении хосровской свиты порфиритов бассейна р. Веди (Армянская ССР). Изв. АН Арм. ССР, т. V, № 3, 1952.
8. В. Л. Егоян—*Inoceramus gradatus* sp. nov. из айриджинского горизонта бассейна р. Веди. Изв. АН Арм. ССР, т. V, № 4, 1952.
9. В. Л. Егоян—К вопросу о верхнем туроне в бассейне р. Веди (Арм. ССР). Докл. АН Арм. ССР, т. XIV, № 5, 1952.
10. Г. М. Заридзе и Н. Ф. Татришвили—Введение в магматическую геологию Грузии. Гостехиздат Груз. ССР, 1947.
11. В. Ф. Захаров—Гидрогеология Эриванской низменности. Мат. к общей схеме использования водных ресурсов Кура-Араксинского бассейна, вып. 8. Тифлис, 1931.
12. М.-А. Кашкай—Основные и ультраосновные породы Азербайджана. Баку, 1947.
13. Л. Н. Леонтьев и В. Е. Хаин—Верхнемеловые гипер-базиты и офиолитовая формация на Малом Кавказе. ДАН СССР, т. LXIX, № 1, 1949.
14. Л. Н. Леонтьев—О так называемом „Главном надвиге“ Малого Кавказа. ДАН СССР, т. LXIX, № 3, 1949.
15. Л. Н. Леонтьев—Новые данные по мелу южного участка Севано-Курди-станской зоны (Малый Кавказ). ДАН СССР, т. LXX, № 2, 1950.
16. Л. Н. Леонтьев и В. Е. Хаин—К истории складкообразования и интрузивной деятельности на Малом Кавказе. Изв. АН СССР, серия геол., № 5, 1951.
17. Л. Н. Леонтьев—К. Н. Паффенгольц—Стратиграфия меловых отложений юго-восточной части Малого Кавказа. БМОИП, отд. геол., т. XXVII (2), 1952.
18. От редакции. Изв. АН СССР, серия геол., № 3, 1952.
19. К. Н. Паффенгольц—К стратиграфии меловых отложений восточной части Малого Кавказа. Изв. АН СССР, серия геол., № 1, 1951.
20. Л. М. Радопуло и А. А. Габриелян—О возрасте интрузии у сел. Ташлу Ведийского района Арм. ССР. Изв. АН Арм. ССР, т. 1, 1948.
21. В. П. Ренгартен—Верхнемеловые отложения Восточного Закавказья. Геология СССР, т. X, ч. 1, 1940.
22. В. П. Ренгартен—О вулканогенных горизонтах в меловых отложениях Вост. Закавказья. Изв. АН СССР, серия геол., № 2, 1949.

23. В. П. Ренгартен —Рудистовые фации меловых отложений Закавказья. Тр. Инст. геол. наук АН СССР, вып. 130, геол. серия (№ 51), 1950.
24. В. П. Ренгартен—Замечания к статье К. Н. Паффенгольца. Изв. АН СССР, серия геол., № 4, 1951.
25. В. П. Ренгартен—Задачи изучения стратиграфии меловых отложений Малого Кавказа. Труды конференции по вопросам региональной геологии Закавказья. Баку, 1952.
26. В. И. Славин—Стратиграфия и тектоника центральной части Карабахского хребта (Малый Кавказ). „Советская геология“, сб. 6, 1945.
27. А. Н. Соловкин—О меловом вулканизме и стратиграфии мела в Восточном Закавказье. Изв. АН СССР, серия геол., № 2, 1949.
28. Т. Ш. Гатевосян—К петрографии основных и ультраосновных пород Ама-сийского района Армянской ССР. Изв. АН Арм. ССР, т. III, № 2, 1950.
29. В. Е. Хаин—О некоторых особенностях верхнемелового вулканизма Зака-вказья. Докл. АН Азерб. ССР № 11, 1949.
30. Р. А. Халафова—Верхнемеловые отложения Шаумяновского района Азербайджана. Азнефтеиздат, Баку, 1946.

В. Л. Егоян

#### Кичик Гафгазын шэргиндэ үст тэбашир вулканизми вэ ултра-эсас интрузиялары

#### ХҮЛАСЭ

Мәгаләдә Кичик Гафгазын үст тэбашир вулканожен гатларынын яшы мәсәләси нәзәрдән кечирилир.

Мүәллиф чәнуб-гәрби Эрмәнистан үзрә әлдә әтдийи ени матери-аллардан да истифадә әтмишдир. Үст тэбашир эффузив комплекси ва-һид бир комплекс олуб, сеноманын әввәлиндә башламыш, турон-кон-ьякда максимуму чатмыш вә үст сенонда гуртармышдыр. Үст тэбашир вулканизми шиддәтләnmәсинин ахырларында эсас вә хүсүсән ултра-эсас интрузиялар (офиолит формасиясы) дахил олмасы гәйд әдилир. һәмин интрузиялар Севан-Әкәрә вә Каур Галасы кими ири чатлама-ларла әлагәдардыр (бу чатламалар илк дәфә олараг Веди чайы һөв-зәсиндә мүәллиф тәрәфиндән мүәййән әдилмишдир).

Севан-Әкәрә вә Веди гипербазит гуршаглары гипербазитләрин тә-башир зонасына дахилдирләр ки, бу зона да Атлантик океанынын шэрг саһилләриндән башлаяраг Сацит океана гәдәр узаныр.

Һипербазит дахилолмалары гуртардыгдан сонра галхмалар, бун-дан сонра исә чөкмәләр олмушдур. һәмин чөкмәләр нәтичәсиндә үст сенон трансгрессиясы баш вермишдир.

Н. И. БУРЧАК-АБРАМОВИЧ

### НАХОДКИ ЭЛАСМОТЕРИЯ НА АПШЕРОНСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ И ЮЖНОМ УРАЛЕ

Эласмотерий—своеобразное носорогообразное животное, стоящее по своей организации настолько обособленно от остальных носорогов, что его часто выделяют не только в отдельное подсемейство, но и отдельное семейство—*Elasmotheriidae*. Абель [28], например, надсемейство *Rhinoceroidea* делит на 5 семейств 1) *Hyracodontidae*, 2) *Amydonontidae*, 3) *Rhinocerotidae*, 4) *Elasmotheriidae* и 5) *Baluchitheriidae* или *Indricotheriidae*.

Семейство *Elasmotheriidae* в свою очередь делится на три рода: нижнеплиоценовый китайский *Sinotherium* (*Sinotherium Lagrelii* Rings.), нижнеплиоценовый южноазербайджанский *Iranotherium* (*Iranotherium morgani* Месс.) из Мараги и, наконец, третий род *Elasmotherium* (*Elasmotherium sibiricum* Fisch., *Elasmotherium caucasicum* Boriss.).

Полных скелетов эласмотерия до сего времени еще не находили и далеко не все кости его скелета описаны.<sup>1</sup> Наиболее полные остатки скелета [1] эласмотерия были найдены в 1938 г. на правом берегу р. Б. Караман (приток р. Волги) в серо-зеленых глинах, связанных с вторым горизонтом ископаемой почвы. Здесь найдены части черепа с зубами, позвонки, ребра, кости конечностей от одного экземпляра. Кости конечностей находятся в своем естественном сочленении. По этому скелету устанавливается наличие на передних ногах трех хорошо развитых пальцев и двух рудиментарных (присутствие рудиментарных Мтс V и Мтс I). На задних ногах было три средних пальца.

Весьма оригинально строение черепа эласмотерия. Зубов в каждой половине верхней и нижней челюсти только по 5 (два премоляра Р<sup>3</sup>, Р<sup>4</sup> и три моляра). Формула дефинитивных зубов:  $\frac{0 \cdot 0 \cdot 2 \cdot 3}{0 \cdot 0 \cdot 2 \cdot 3}$ , форму-

ла молочных зубов:  $\frac{0 \cdot 0 \cdot 2}{0 \cdot 0 \cdot 2}$ .

<sup>1</sup> В Палеонтологическом музее Палеонтологического института АН СССР в Москве в настоящее время при научной консультации Е. И. Беляевой монтируется сборный скелет эласмотерия из разрозненных костей, происходящих, главным образом, из Поволжья, но не все части скелета могут быть подобраны из оригинальных материалов.

В отличие от брахиодонтных зубов носорогов зубы эласмотерия призматические с пожизненным непрерывным ростом коронки. Благодаря редукции передних премоляров нижняя челюсть сильно изогнута. На середине лобной поверхности между орбитами поднимается значительное куполообразное возвышение, возможно служащее для прикрепления рога (?). Носовые и межчелюстные кости укорочены. На скуловых костях находятся своеобразные экзостозы неясного назначения.

Относительно количества рогов у эласмотерия среди палеонтологов нет единого мнения. Брандт считал его двурогим. На одном из рисунков (табл. V, рис. 3) его работы (1864 г.) изображено предположительно на черепе два рога—один на лбу и другой на носу [21].

Абель [28, стр. 672] также пишет о роге на фронтальных и носовых костях черепа эласмотерия.

Существуют [2] упоминания и об единственном роге, сидящем на лбу на особом вздутии.

Художник Ватагин изобразил эласмотерия, согласно указаниям Теряева [15], с небольшим рогом на носу и куполообразным вздутием на лбу, не имеющем рога. В дополнениях об эласмотерии, данном Л. Ш. Давиташвили к русскому переводу А. Ромера „Палеонтология позвоночных“ [18], говорится только о маленьком рожке на конце носовых костей. Что же касается куполообразного вздутия на лбу, то оно, по мнению Л. Ш. Давиташвили, благодаря крупноячеистой структуре и тонким наружным стенкам не могло служить для прикрепления рога и, повидимому, было покрыто лишь толстой кожей.

На обеих ногах по три пальца носорожьего типа.

По образу жизни эласмотерий, повидимому, был, как это полагают многие палеонтологи, земноводным млекопитающим, придерживающимся неглубоких водоемов.

В строении зубов хотя и сохранились все типические носорожьих черты, но благодаря сильно усложненной складчатости эмали и явственно выраженной ромбовидной форме коронки зубов они внешне значительно отличаются от типичных носорожьих зубов. На верхних зубах различаются типичные для носорогов гребни (lph), образовавшиеся от слияния четырех основных бугров (конов) коронки—паракона, протокона, метакона, гипокона. Передний поперечный гребень—protoloph, задний поперечный—metaloph и наружный продольный—ectoloph. В пространстве между гребнями на жевательной поверхности зуба лежит ямка praefossette. В последнюю от задней стенки протолофа вдается antecrochet, от передней стенки металофа—crochet (по Теряеву—postcrochet) и от внутренней стенки эктолофа—crista. Кроме того, обычно, на передней стенке крыты лежит небольшая складка эмали, так называемая cristella. Протокон, находящийся в передне-внутренней части протолофа, двумя складками эмали, идущими навстречу друг другу в виде значительных заливов, хорошо отделяется от остальной части протолофа. Передняя складка называется по терминологии В. А. Теряева [19], protosinus anterior, задняя—protosinus posterior.

Гипокон, лежащий в задне-внутренней части металофа, отделен от него аналогичными складками эмали, носящими, по В. А. Теряеву [19], наименование—hypoconus anterior и hypoconus posterior.

На эктолофе, впереди от паракона, находится наружная складка эмали, так называемый parastyl, кзади от метакона—metastyl, кзади от гипокона—hypostyl.

Кроме поименованных выше постоянных составных частей коронок

верхних зубов еще различаются временные элементы, имеющиеся на коронке в более молодом возрасте и исчезающие со временем, по мере истирания зуба. К последним относится задняя долинка—postfossette (по В. Теряеву), лежащая аборально от металофа. Первоначально задняя долинка бывает открыта кзади и окаймлена по задним углам метастилем и гипостилем. По мере истирания зуба мета- и гипостиль сближаются между собой и, наконец, сливаются в сплошной поперечный гребень, которому В. Теряев [19] дал наименование styloloph. На этой стадии postfossette представляет из себя замкнутую долинку, ограниченную спереди металофом, кзади стилолофом. Иногда внутри ее от наружного гребня вдается складка эмали, так называемая pseudocrista (по А. А. Борисяку) или metacrista (В. Теряев). Наконец, при еще более сильном истирании зуба postfossette исчезает совсем и металоф и стилолоф сливаются в общий stylometaloph (по В. Теряеву).

На нижних коренных зубах, подобно зубам настоящих носорогов, различают передний поперечный гребень—metalophid и задний—hypo-  
lophid.

Эласмотерий впервые был описан Г. Фишером фон Вальдгеймом в 1808 г. по фрагменту нижней челюсти [24], возможно привезенной откуда-то из Сибири и названной им *Elasmotherium sibiricum* (пластинный зверь). В 1820 г. Desmarest изменил название на *Elasmotherium Fischeri* [23].

В 1942 г. А. Keyserling [27] описал отдельный правый M<sup>3</sup> эласмотерия из казахстанских степей (берег Каспия, западнее г. Сурикова), являющийся второй находкой зубов этого животного. В том же 1842 г. Фишер данный зуб отнес к новому виду—*Elasmotherium Keyserlingii* [26].

В 1864 г. Брандт [21] свел *E. Keyserlingii* в синоним *Elasmotherium Fischeri*.

В 1855 г. Duvernoy описал затылочную часть черепа эласмотерия как принадлежащую новому роду—*Stereocerus Galli* [29].

В 1878 г. Брандт [22] свел его в синоним *Elasmotherium Fischeri*.

В 1915 г. А. А. Борисяк [4] по большой серии зубов описал новый вид эласмотерия *Elasmotherium caucasicum* из Тамани.

М. В. Павлова [16] в 1915 г. описала по одному зубу, найденному возле сел. Северное в б. Ставропольской губ., новый род *Enigmatherium (E. stavoropolitanum)*. Автор отметила, что по некоторым элементам строения зуб сходен с соответствующими образованиями коронки зуба носорогов и эласмотерия.

В. А. Теряев [19] в 1929 г. доказал принадлежность зуба *Enigmatherium stavoropolitanum* на самом деле правому M<sup>1</sup> эласмотерия, находящемуся на начальных стадиях стирания, когда все главные составные элементы жевательной поверхности уже оформились, но postfossette, заполненная цементом, только что замкнулась благодаря контакту метастиля и гипостиля в обособленную марку. В этой же работе Теряев отказывается признать самостоятельность вида *Elasmotherium caucasicum*, считая его за синоним *Elasmotherium Fischeri*. В главе „Источники ошибок видового определения“ автор доказывает, что видовой признак *E. caucasicum*—присутствие postfossette является лишь возрастным переходящим признаком, свойственным молодым индивидуумам всех эласмотериев. В более преклонном же возрасте все верхние зубы эласмотериев не имеют postfossette.

В. И. Громова в работе 1932 г. [9], посвященной описанию Поволжской хазарской фауны, останавливается и на эласмотерии. Автор не согласна с В. А. Теряевым, отождествляющим *E. caucasicum* и *E. sibi-*



*ricum*, и признает первый, по крайней мере, в качестве подвида, если в будущем не окажется признаков (краниологических или других), которые бы вернули ему видовое значение. В подтверждение своего мнения автор указывает на более крупные размеры зубов *E. caucasicum* и на более древний возраст отложений, в которых он встретился (доминдель—миндель), тогда как *E. sibiricum* из Поволжской хазарской фауны относится к более позднему времени (миндель—рисс).

Н. Х. Дампель [11] в работе 1939 г. согласен с В. И. Громовой относительно систематического положения *Elasmotherium caucasicum* Boriss.

В. И. Громов [7, 8] также признает два вида эласмотериев (*E. sibiricum* Fisch. и *E. caucasicum* Boriss.).

Таким образом, в настоящее время признается большинством исследователей два вида эласмотериев:

1. *Elasmotherium sibiricum* G. Fischer, 1808;

2. *Elasmotherium caucasicum* Boriss., 1914.

К синонимам *Elasmotherium sibiricum* Fisch. относятся:

а) *Elasmotherium Fischeri* Desmarest, 1820;

б) *Elasmotherium Keyserlingii* Fischer, 1842;

в) *Stereocerus galli* Duvernoy, 1855;

г) *Enigmatherium stavoropolitanum* M. Pavl., 1916.

Эласмотерий может считаться характерным представителем для нижнего квартера (до рисса) и самых верхов плиоцена.

Из верхнеплиоценовых находок эласмотерия известны: зуб, упоминаемый В. Д. Ласкаревым [14] из куяльницких отложений Куяльницкого лимана возле г. Одессы, найденный вместе с *Elephas meridionalis*, *Equus stenorhinus*, *Alces* sp., *Cervus* sp., *Rhinoceros* sp. Зуб, описанный Е. А. Гапоновым как *Elasmotherium sibiricum* F., происходит из тех же отложений Куяльницкого лимана окрестностей г. Одессы. Здесь же Гапоновым были собраны зубы *Elephas meridionalis*, *Equus (stenorhinus)*, челюсть *Cervus* sp. и обломки скорлупы яйца ископаемого страуса *Struthiolithus chersonensis*. По сообщению В. Г. Гниловского (in litt.) в 1952 г. зубы эласмотерия были найдены в песчаных карьерах возле станицы Ново-Петровской Ставропольского края в одних слоях вместе с зубами *Mastodon arvernensis*.

В. И. Громов [8] относит кавказского эласмотерия (*Elasmotherium caucasicum* Boriss.) к нижнечетвертичному возрасту или переходному от плиоцена к кварталу.

Для сибирского эласмотерия В. И. Громов считает нижнюю стратиграфическую границу, повидимому, проходящей непосредственно выше «таманских слоев» с *Elasmotherium caucasicum*, а верхнюю не выше хазарского яруса (миндель—рисс).

В. И. Громов [9] пишет: «остатков эласмотерия, относящихся к вюрмской эпохе, до сих пор неизвестно ниоткуда».

Е. А. Гапонов [5], по литературным данным, датирует находки эласмотерия временем миндельского оледенения и миндель-рисской межледниковой эпохой. Однако нахождение вместе с ними под г. Одессой «зубов *Elephas meridionalis* и особенно скорлупы *Struthiolithus chersonensis* отодвигает время появления эласмотерия ниже—к границе с верхним плиоценом» [5].

В связи с верхнеплиоценовыми находками эласмотерия, определяемого как *Elasmotherium sibiricum*, сейчас еще преждевременно говорить (как это делают некоторые палеонтологи), что *Elasmotherium caucasicum* является более древней формой, чем *Elasmotherium sibi-*

*icum* Fisch. *Elasmotherium caucasicum* известен пока лишь из «таманских слоев» Таманского полуострова. Возраст их, согласно исследованиям И. М. Губкина [10], сближается со слоями Бебеля, верхними слоями Джуржулента и бакинским ярусом, т. е. доминделем и минделем.

Находка эласмотерия под Баку, повидимому, также относится к бакинскому ярусу [2, 3]. Большинство остатков *Elasmotherium sibiricum* датируется промежутком времени между «таманскими слоями» и интергляциалом миндель—рисс, т. е. не выше хазарского яруса.

В. И. Громов даже высказывает [8] неуверенность в том, дожил ли *Elasmotherium sibiricum* до хазарского времени. С другой стороны, есть указания [8], правда, требующие проверки, на то, что эласмотерий из верховий р. Маныч (сел. Дивное) был найден вместе с палеолитическими каменными отщепами. Н. Х. Дампель [11] описывает зуб *M<sup>2</sup> sin. Elasmotherium sibiricum* с левого берега р. Урал у ст. Горской, найденный вместе с коренным зубом настоящего мамонта. Правда, остались невыясненными условия залегания костей, т. е. не было окончательно установлено, были ли они найдены in situ или во вторичном залегании. Предположительный возраст находки—слои хазарского века.

Описываемый нами в этой статье череп эласмотерия с р. Сакмары, по данным Н. Преображенского, был найден в отложениях третьей террасы, в которой попадают кости *Elephas aff. trogontherii*, *Rhinoceros antiquitatis* и *Elephas primigenius* (раннего типа). По соображениям Н. Преображенского, возраст отложений с черепом эласмотерия может охватывать рисс, рисс—вюрм, но вопрос о возрасте этих слоев еще требует более детального изучения.

Распространение эласмотерия ограничивается Советским Союзом и Западной Европой. Наибольшее число находок его приходится на южную Европейскую часть СССР и Поволжье. В одной из своих работ [9] В. И. Громова дает географическую карту распространения эласмотерия и список (стр. 159—162) всех известных до 1932 г. находок эласмотерия как по литературным данным, так и по известным автору музейным материалам. Всего в этом списке 29 местонахождений.<sup>1</sup>

В Западной Европе пока известно лишь несколько находок эласмотерия—пески Рейнской долины, Венгрия (Секзаару в комитате Толнок), вблизи Палермо в Сицилии. Наиболее восточным пунктом является указание В. И. Громовой [9] о находке фрагмента бедра возле г. Читы в Восточной Сибири и Ю. А. Орлова о находке возле г. Семипалатинска. Впрочем, на карте географического распространения эласмотерия В. И. Громовой указываемый ею пункт возле г. Читы оставила под знаком вопроса.

К наиболее северным относится описанный И. Кротовым [13] фрагмент черепа из устья р. Камы (сел. Мисы) и фрагмент черепа, найденный возле г. Ирбита [13], лежащие несколько южнее 60° с. ш.

Наиболее южными пунктами находок эласмотерия являются: указанные проф. В. Д. Ласкаревым верхнеплиоценовые отложения Куяльницкого лимана возле г. Одессы [14] и ряд находок эласмотерия по северному и восточному побережьям Азовского моря, отмечаемые В. И. Громовой [9] и И. Г. Пидопличко [17], затем большое количество зубов эласмотерия из Таманского полуострова, описанные акад.

<sup>1</sup> В работе Е. А. Гапонова [5], опубликованной в 1948 г., места находок остатков эласмотерия достигают уже 59.

А. А. Борисяком как отдельный вид *Elasmotherium caucasicum*, отдельные находки по Северному Кавказу (см. работы В. И. Громова, В. И. Громовой и М. В. Павловой).

Однако наиболее южной находкой в СССР является констатирование эласмотерия на Апшеронском полуострове, возле г. Баку. Первое упоминание о двух отдельных зубах было сделано М. В. Павловой [16] еще в 1916 г. Повидимому, эти зубы были найдены в известняках бакинского яруса возле г. Баку. Вторая находка происходит из окрестностей сел. Бинагады (8 км от Баку). О ней неоднократно упоминается в геологической литературе. Остатки представлены обломком нижней челюсти и одним зубом, несколько отличным по строению от *Elasmotherium sibiricum* Fisch. [2]. В другой работе этот же автор относит зубы к молочным [3]. Найдены они на глубине около 6 сажен в пл. XXVII, колодце № 19, в пропитанном нефтью суглинке. Материалы для изучения были переданы в Палеонтологический институт АН СССР, где и хранятся.

#### ОПИСАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

I. Изолированный левый молочный нижний коренной зуб *Elasmotherium* sp. из окр. сел. Бинагады на Апшеронском полуострове (рис. 7—10). Коллекция ПИН АН СССР в Москве, № 1—399.

Зуб найден на глубине около 6 сажен в колодце № 19, на пл. XXVII в суглинке, пропитанном нефтью. Данная находка упоминается в геологической литературе [2, 3]. Вместе с зубом был еще найден обломок нижней челюсти. Время находки неизвестно, но во всяком случае оно раньше 1924 г.

По мнению автора упоминания [2], найденный зуб несколько отличается от характерных *Elasmotherium sibiricum* Fisch., в связи с чем есть основание думать, что в окр. г. Баку жила другая раса, чем на Волге, Дону и Кубани. Геологический возраст находки остался неопределенным.

Два отдельных зуба эласмотерия, описанные М. В. Павловой [16] в 1916 г. из Апшеронского полуострова (Бинагады), происходят из ракушечника, повидимому, бакинского яруса [2, 3, стр. 16].

В бинагадинской фауне, относимой большинством исследователей к верхнечетвертичному времени, эласмотерий не найден. Упоминания в составе бинагадинской фауны<sup>1</sup> эласмотерия несомненно основаны на неопределенности геологических условий известных нам двух случаев нахождения зубов эласмотерия в окр. Бинагадов.

Систематическое положение апшеронского эласмотерия (*Elasmotherium* sp.) ввиду фрагментарности остатков пока остается неуточненным. Был ли это типичный *Elasmotherium sibiricum* Fisch., или *Elasmotherium caucasicum* Bogiss., или какая-то новая еще неизвестная закавказская форма—эти вопросы до поступления более полных материалов остаются открытыми. Вполне возможно, что в Азербайджане, отделенном от общего ареала распространения рода *Elasmotherium* Кавказским хребтом, обособилась самостоятельная южная форма эласмотерия. Интересно, что в Южном Азербайджане (Марага) уже в нижнем плиоцене жил *Iranotherium morgani* Mersq., относящийся к одному семейству с эласмотерием—*Elasmotheriidae*.

Находки эласмотерия на Апшеронском полуострове являются наи-

более южными в Советском Союзе и одними из наиболее южных вообще. Только находка эласмотерия в Сицилии (Палермо) лежит южнее, чем Апшеронский полуостров [22].

Больше находок *Elasmotherium* на Апшеронском полуострове не известно, если не считать, например, такое неопределенное указание [3, стр. 29], что череп, найденный в Кировском районе (близ сел. Бинагады) на глубине 6—6,5 м, при заложении шахты, и достигавший в длину более 1 м (по рассказам рабочих), в связи с столь большими размерами мог принадлежать эласмотерии.

Описание зуба. Коронка зуба для рассмотрения деталей строения несколько ниже жевательной поверхности распиlena по горизонтальной плоскости поперек (рис. 7). В связи с отсутствием сравнительного материала описание зуба носит предварительный характер. На плоскости распила рельефно выделяются оба гребня: металофид (слева, рис. 7), гиполофид (справа, рис. 7) с двумя долинами между ними. На боковых стенках гребней хорошо выражены эмалевые складочки.

Наибольшая длина коронки зуба 38,3 мм, наибольшая ширина—23,7 мм. Толщина наружной периферийной эмали—около 1,8 мм, внутренней—около 1 мм.

Коронка зуба снизу открытая с полостью внутри и имеет снизу тонкие стенки с волнистыми складками (рис. 8). В общем очертание нижней прикорневой части зуба соответствует схеме строения его коронки (рис. 7—8). Нижняя часть долинки заполнена коричнево-бурым цементом. Боковые стенки коронки покрыты вертикальными мелкими бороздками, наибольшая из которых достигает 4 мм ширины и 2 мм глубины (рис. 9, 10). Боковые поверхности коронки коричнево-бурые. Прикорневая часть белая.

II. Череп эласмотерия (*Elasmotherium sibiricum* Fisch.) из Южного Приуралья (р. Сакмара).

Описываемый в настоящей работе череп *Elasmotherium sibiricum* Fisch. был найден геологом Н. Преображенским в 1940 г. в отложениях третьей террасы на левом берегу р. Сакмары, немного ниже сел. Пречистенки.

Привожу геологический профиль террасы и общую характеристику палеонтологических находок ее дословно по сообщению Н. Преображенского (in litt. 1942)<sup>1</sup>.

Левый берег р. Сакмары немного ниже сел. Пречистенка; третья терраса высотой 10 м.

Общий геологический профиль:

1. Чернозем.
2. Подпочвенный, белесоватый, обизвествленный горизонт.
3. Суглинок делювиальный, желтобурый, сильно трещиноватый.
4. Суглинок желтый, лёссовидный, слоистый, столбчатый, с буроватыми глинистыми прослоями.
5. Глина желтая, легкая, пористая, тонкослоистая, с тонкими линзами мелкой гальки и разнотерного, буроватого супеска. Видна до воды и в воде.

Часть черепа эласмотерия найдена in situ на контакте желтой глины и линзы песка на уровне 1 м над уровнем реки. Горизонт, в котором найден череп, вообще богат остатками ископаемых млекопитающих.

<sup>1</sup> За предоставление для описания черепа эласмотерия и сообщение геологических сведений приношу Н. Преображенскому свою благодарность. Череп эласмотерия в 1943 г. нами передан в Башкирский Центральный краеведческий музей в гор. Уфе.

<sup>1</sup> „Природа“ № 1, 1939; Доклады АН СССР, т. XXIII, № 3, 1939.

В разных частях западного склона Урала найдены: *Elephas aff. trogontherii* Pohl., *Rhinoceros antiquitatis* Blum.

Для сравнения приводим разрез той же третьей террасы р. Сакмары в пункте находки в 1940 г. (in situ) черепа шерстистого носорога, залегавшего в том же слое, что и череп эласмотерия:—правый берег р. Сакмары, в 3 км ниже устья р. Б. Ик: третья терраса, выс. 16 м.

Профиль:

1. Чернозем.
2. Суглинок делювиальный, буроватый, ореховатый.
3. Суглинок желтый, лёссовидный, слоистый, столбчатый с лидами и прослойками мелкой гальки.
4. Глина буровато-желтая, песчаная, с прослоями среднего и крупного галечника, лежащая на неровной поверхности 5-го слоя.
5. Супесок ржаво-желтый, мелкозернистый, тонкослоистый.
6. Галечник мелкий с гравием и разнозернистым песком, глинистый, желто-серый.
7. Песок ржавый сыпучий, разнозернистый, с прослойками гравия и мелкой галькой.

8. Галечник мелкий в желтом, разнозернистом песке.

9. Песок ржавый, слабо слоистый, с прослойками мелкой гальки.

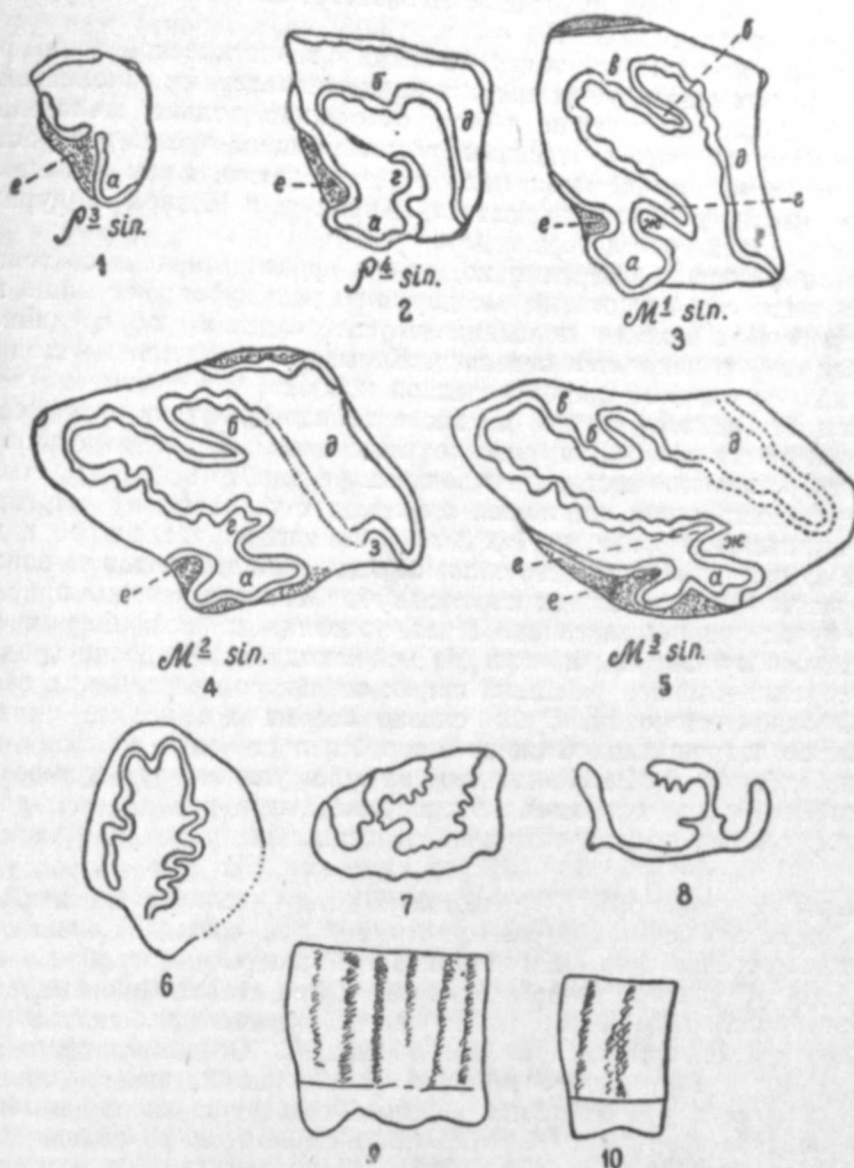
10. Глина серая, слоистая, с богатой акчагыльской фауной, видная на 2 м. Слои 3—10—аллювий третьей террасы; слой 11—морской акчагыл. Череп шерстистого носорога найден in situ в основании 4-го слоя, стратиграфически ни в коем случае не выше, чем череп эласмотерия.

Возраст третьей террасы на Южн. Урале и в Приуралье по палеонтологическим данным оценивается от конца миндель—рисса (темные глины нижнего горизонта с *Elephas trogontherii*) до начала вюрма; горизонт желтых глин и лёссовидных суглинков охватывает R—RW и, по видимому, W<sub>1</sub>. Этот горизонт содержит: внизу—*Elephas aff. trogontherii* Pohl., *Rhinoceros antiquitatis* Blum., *Elasmotherium sibiricum* Fisch.; выше—*Elephas primigenius* Blum., *Rhinoceros antiquitatis* Blum., *Equus* sp., *Bison priscus deminutus* W. Grom.; сверху—*Elephas primigenius* Blum., *Rhinoceros antiquitatis* Blum., *Bison priscus* Woj., *Equus* sp.

Заканчивая на этом цитирование данных Н. Преображенского о месте находки черепа эласмотерия, мы, со своей стороны, считаем необходимым сделать несколько добавлений по поводу геологической датировки данного черепа.

Н. Преображенский подчеркивает одновозрастность черепа эласмотерия и шерстистого носорога, найденных в одном и том же четвертом слое его геологического профиля третьей террасы, причем серию этих отложений относит к риссу и ресс—вюрму. Подтверждение одновременности существования эласмотерия и шерстистого носорога является для Урала интересным новым фактом четвертичной стратиграфии и заставляет изменить установившиеся взгляды на время вымирания эласмотерия, отнести верхние пределы его существования к более позднему геологическому времени.

В. И. Громов [8] склонен считать, что эласмотерий (*Elasmotherium sibiricum*) жил только в нижней половине квартала, не поднимаясь выше хазарского яруса (миндель—рисс). Даже присутствие его в составе хазарской фауны В. И. Громов оставляет под вопросом, высказывая предположение, что к этому времени *E. sibiricum* уже должен был вымереть. Тут же В. И. Громов приводит факт находки *E. sibiricum* из сел. Дивное (верховья р. Маныч) вместе с каменными отщепами, т. е.



*Elasmotherium sibiricum* Fisch.

1—5—Зубы левой верхней челюсти черепа с р. Сакмара. Южное приуралье. Оральный край коронки слева, латеральный сверху; 6—Изолированный зуб. Актюбинский музей. Казахстан; 7—*Elasmotherium* sp. Левый молочный нижний коренной зуб № 1—399. ПИН. Сел. Бинагалы. Горизонтальный разрез коронки; 8—То же, прикорневая часть зуба. Вид снизу; 9—То же, наружная боковая поверхность коронки. Верхняя линия образована поверхностью горизонтального распила коронки; 10—То же, задняя боковая поверхность коронки.

Обозначения: a—protocon; б—cristella; s—stylometaloph; z—protosinus anterior; д—protosinus posterior; e—hyposinus anterior; ж—cr. sta; з—antecrochet.

На рисунках самые мелкие волнистости эмали до некоторой степени схематизированы. Все рисунки в 2/3 натуральной величины

вместе с остатками палеолитической культуры. Правда, В. И. Громов относится к последней находке очень осторожно, с замечанием, что эти факты требуют проверки.

Так или иначе, но время исчезновения с геологической арены рода *Elasmotherium* еще не может считаться установленным окончательно и всякие новые наблюдения в этом отношении только желательны. Вполне возможно, что в отдельных частях общего ареала распространения это исчезновение произошло в разное время, и как реликтовый элемент фауны род мог удержаться, например, в Южном Приуралье, до начала верхнего квартала.

**Описание черепа.** Череп находится в фрагментарном состоянии. Лучшее всего сохранилось небо с двумя рядами зубов; нет лишь правого  $P^3$ . Правая и левая половины черепа разделены по срединному небному шву и находятся отдельно. Кроме того, отдельно находится несколько фрагментов костей черепной коробки, три фрагмента левой орбитальной области черепа, имеющие хороший контакт между собой (соединяющиеся вместе) и еще сохранившие ясно видный шов со скуловой и височной костями. Остальные фрагменты неопределимы.

Поверхность кости светложелтого цвета с черноватыми марганцевыми пятнышками (разм. до  $1 \times 3$  мм), имеющими звездчатые и дендритовые очертания. Особенно обильны скопления дендритов на поверхности эмали боковых стенок коронки зубов. К кости местами пристала желто-бурая супесчаная глина. Левая половина небной поверхности сохранилась лучше, чем правая. На ней находится на уровне середины  $M^3$  отверстие—*foramen palatinum majus* овального очертания с заостренной одной стороной. Зубы сильно стертые и эмалевые складки местами не сохранились. Степень стертости постепенно убывает спереди назад (от  $P^3$  к  $M^3$ ). Ни на одном из зубов уже нет так называемой *postfossette*<sup>1</sup> (задней долинки) и задние поперечные гребни—металоф и стилолоф слились в один сплошной относительно широкий стилометалоф<sup>2</sup>.

Самый передний зуб ( $P^3$ ) настолько стерт, что на жевательной поверхности его исчезли почти все структурные составные части. На  $P^4$  частично срезан стиранием самый задний поперечный гребень—стилолоф. На  $M^1$  срезана краевая эмалевая кайма стилолофа и передне-наружные части протолофа. На  $M^2$  уже не сохранилась большая часть передней краевой эмалевой каймы протолофа. Стиллометалоф значительно стерт и контуры его эмали неясны. Обрывки задней эмалевой каймы стилометалофа находятся на самой периферии коронки. У  $M^3$  срезан передне-наружный угол протолофа. Стиллометалоф сильно стерт со слабо заметной эмалевой каймой.

Ни на одном из зубов не видно *hyposinus posterior* (задний залив металофа по терминологии В. А. Теряева). Криста не сохранилась у  $P^3$ , коротка у  $P^4$ , у остальных зубов хорошо выражена. Кристалла выражена нерезко (за исключением  $M^3$ ); у  $P^3$  она не сохранилась.

$P^3$  сильно стерт. Жевательная поверхность гладкая, светложелтая, с черноватыми пятнышками (разм. до нескольких миллиметров), вогнутая в поперечном и продольном (передне-заднем) сечениях. В первом вогнутость более слабая. Эмалевая кайма по аборальному краю коронки не сохранилась. Цвет ее серовато-белый, краевые контуры мелковолнистые. На жевательной поверхности еще можно определить

<sup>1</sup> По мнению В. А. Теряева [19], *postfossette* свидетельствует о более молодом возрасте животного и находится на не сильно стертых зубах.

<sup>2</sup> По терминологии В. А. Теряева [19].

очертания паракона, протокона, наружной эмалевой каймы эктолофа и протолофа (рис. 1). Хорошо виден так называемый *protosinus anterior* в виде довольно значительного заливчика (рис. 1).

$P^4$  стерт относительно меньше, чем  $P^3$ . Краевая эмалевая кайма отсутствует лишь по аборальному краю металофа (в медиальной части). Плохо сохранилась она в орально-наружном углу протолофа (рис. 2).

*Protosinus anterior* несколько шире, чем *protosinus posterior*, но глубина их приблизительно одинакова. Антекрохет имеет контуры округлого выступа, который более чем в два раза шире по сравнению с соседним с ним *protosinus posterior*.

Криста относительно короткая, закругленная. Кристалла, находящаяся при оральном основании кристы, выражена слабо и имеет контуры маленького полого-округлого выступа (рис. 2). В аборально-медиальном углу протокона находится неглубокая входящая складочка эмали.

$M^1$  (рис. 3). Периферийная эмалевая кайма жевательной поверхности зуба стерт по аборальному краю последней (по стилометалофу), по оральному краю латеральной половины протолофа, и плохо сохранилась по наружному краю задней половины эктолофа. Правый  $M^1$  стерт несколько больше, чем левый, так как у него эмалевые складки кажутся относительно выше, а пространство между ними глубже. Кроме того, на правом  $M^1$  по аборальному краю металофа еще сохранилась краевая эмалевая кайма, имеющая вид тонкой острой стенки (толщиной до 0,2 мм), впереди от которой расположена глубокая впадина жевательной поверхности.

Протокон хорошо обособлен от протолофа заливами *protosinus anterior* и *protosinus posterior*. Первый приблизительно раза в два меньше второго. Разделяющая их перемычка шириной до 3,5 мм. Антекрохет к вершине заострен и направлен медио-аборально. Передний край его слегка вогнут, задний слегка выпуклый. По аборальному краю протолофа лежит пять эмалевых выступов-складок внутрь *praefossette*.

Криста направлена по длинной оси почти параллельно антекрохету, медиально-аборально. Вершина ее закруглена с незначительной выемкой в переднем углу. Задний край кристы без заметных складок, оральный образует 3—4 складочки эмали, из которых наиболее оральная является наибольшей и может быть принята за кристаллу. Задние две слабо выражены. По оральному краю металофа находится до 6 складок—выступов эмали, из которых наибольшими являются 4 средних. Все складки-выступы направлены вершинами орально-медиально.

*Hyposinus anterior* по размеру несколько меньше, чем *protosinus anterior* и по контурам более угловат, чем последний.

Высота коронки левого  $M^1$  над небной поверхностью по аборальному медиальному углу около 23 мм.

$M^2$  *sin.* (рис. 4). Протокон имеет форму продолговатого (по сагитальной оси) овала. По медиальному краю протокона две широкие пологие выемки краевой эмали. Оральная краевая эмалевая кайма протолофа и передняя часть латеральной каймы эктолофа не сохранились. Жевательная поверхность на большей части площади стилометалофа сильно стерт и ее эмалевые складочки весьма слабо видны (рис. 4).

*Protosinus posterior* несколько шире, чем *protosinus anterior*. Сохраняющаяся латеральная сторона *protosinus anterior* имеет одну неглубокую эмалевую складку (залив, входящий в площадь протолофа). Антекрохет довольно широкий, на латеральной стороне образует

глубокую складку (залив) и за ней непосредственно лежащую орально мелкую складочку. На аборальной стороне протолофа 6 глубоких складок (заливов) и одна наиболее латеральная мелкая складочка. Криста продолговатой формы с заостренной вершиной. Хорошо выраженной кристаллы нет. На оральной стороне кристы лежат 7 эмалевых складок (заливов), ограничивающих 6 эмалевых выступов внутри *praefossette*. Из них два или три наиболее латеральных выступа могут быть приняты за кристаллу. Кроме того, на медиальной стенке эктолофа, между протолофом и кристой, находится довольно значительный выступ эмали, вдающийся в *praefossette*. Оральная стенка стилометалофа складчатая, но, благодаря сильной стертости большей части ее, количество складок не может быть подсчитано. В латеральной части стилометалофа и прилежащей к нему медиальной стенке эктолофа сохранилось 4 эмалевых выступа внутри *praefossette*. Граница между стилометалофом и эктолофом вдоль *praefossette* неясная.

*Hyposinus anterior* имеет контуры широкого и глубокого залива, но очертания его, благодаря сильной стертости жевательной поверхности этого участка зуба, не вполне ясны.

В наружно-заднем углу стилометалофа сохранилась краевая эмалевая кайма с 4 эмалевыми выступами наружу.

$M^3$  sin. (рис. 5). Третий моляр сильно стерт. Очертания большей части металофа и стилолофа видны плохо. Не сохранилась наружная эмалевая кайма эктолофа и орально-латеральная половина протолофа. Медиальная сторона протокона образует два глубоких залива. *Protosinus anterior* более узок, чем *protosinus posterior*. На латеральной стороне *protosinus anterior* две эмалевых складки. Аборальная сторона протолофа образует 10 эмалевых входящих складок (заливов). Ширина складок постепенно увеличивается к наружному краю. На оральной стороне стилометалофа находится до 7 эмалевых складок (заливов), глубина которых меньше аборальных складок протолофа. Явственного крохета не видно (в этой части стилометалоф сильно стерт). Аборальная сторона стилометалофа видна неясно благодаря стертости. На ней намечаются две мелкие, но широкие эмалевые складки. Криста с заостренной вершиной. При основании оральной стороны ее лежит хорошо выраженная кристалла, ограниченная справа и слева довольно глубокими заливами. Медиальная половина оральной стенки кристы образует три мелких складки эмали. На медиальной стенке эктолофа, между протолофом и кристаллой, находится мелкая складочка эмали (заливчик, вдающийся наружу в стенку эктолофа). *Postfossette* исчезла. Металоф и стилолоф слились в стилометалоф. Вследствие сильной стертости жевательной поверхности очертание его медиально-аборальной части неясно. Антекрохет с заостренной вершиной.

\* \* \*

По размерам верхних коренных зубов описываемый череп вполне сходен с *Elasmotherium sibiricum* Fisch. и отличается от *Elasmotherium caucasicum* Boriss. меньшими размерами (см. таблицу 1).

В Естественно-историческом музее в г. Алма-Ата хранится довольно значительное число изолированных зубов эласмотерия, не имеющих никакой этикетки. Известно только, что они были переданы в этот музей из Оренбургского музея. Последний же был составлен главным образом из коллекций б. Оренбургской Ученой архивной комиссии, собиравшихся в пределах б. Оренбургской губернии и Южного Урала.

В фондах Естественно-исторического музея г. Молотова (б. Пермь) в 1938 г. я видел один изолированный зуб эласмотерия без точных указаний места находки.

В г. Ташкенте осенью 1943 г. мне пришлось мельком видеть один изолированный зуб эласмотерия, происходящий из окр. г. Ташкента. Кажется, он был найден в 1943 г. при земляных работах на Фархадстрое. Мне не удалось установить ни точного пункта находки, ни стратиграфического положения ее.

В Краеведческом музее г. Актюбинска (Казахская ССР) хранится изолированный зуб эласмотерия неизвестного происхождения (см. рис. 6). Жевательная поверхность несет следы окатывания, зуб с боков частично обломан. Прикорневая часть более или менее сохранилась. Общая высота зуба около 130 мм.

Остановимся на главных литературных сведениях об уральских эласмотериях.

И. Кротов [13] упоминает об изолированном зубе эласмотерия из дер. Тляунбетево (б. Стерлитамакского уезда, Башкирия). Этим же автором указывается находка черепа эласмотерия из б. Ирбитского уезда Свердловской области.

А. Штукенберг [20] пишет о коренном зубе эласмотерия с р. Урал, в 85 км ниже г. Чкалова (б. Оренбург).

В одной из работ И. Кастанье [12], посвященной описанию ископаемых костей Музея б. Оренбургской Ученой архивной комиссии, напечатанной в малоизвестном журнале и поэтому оставшейся до сих пор почти неизвестной палеонтологам, упоминается о следующих находках эласмотерия: 1) зуб эласмотерия, найденный на берегу р. Урал на „устричном песке“ в даче Кардаиловской станицы; 2) один зуб, найденный в обрыве речки Свежей около сел. Антоновка б. Алексеевской волости; 3) один зуб из б. Оренбургского уезда; 4) задняя часть черепа, найденная в Кичлу, б. Карачандагской волости, Темирского у., Уральской области.

Н. Х. Дампель [11] описывает несколько находок эласмотерия: 1) изолированный левый коренной зуб  $M^3 E. sibiricum$ , происходящий с левого берега р. Урал, у пристани в 4 км ниже ст. Горской (в 12 км от Индерского озера); вместе с ним был найден коренной зуб

Таблица 1

Промеры зубов верхней челюсти в мм	<i>Elasmotherium sibiricum</i> Fisch.				<i>Elasmotherium caucasicum</i> Boriss
	Череп с р. Сакмары	По А. Бран- дту [21, 22]	По В. И. Громовой [19]	По Н. Х. Дампелю [11]	По А. Борисюку [4]
1. Длина $P^3$ . . .	22	—	—	—	—
2. Ширина $P^3$ . . .	28	—	—	—	—
3. Длина $P^4$ . . .	43	43	—	—	48—62
4. Ширина $P^4$ . . .	41	50	—	—	50—57
5. Длина $M^1$ . . .	46	48	—	—	43—65
6. Ширина $M^1$ . . .	51	58	—	—	63—75
7. Длина $M^2$ . . .	60	68	57	65	69—86
8. Ширина $M^2$ . . .	51	61	42	55	70—76
9. Длина $M^3$ . . .	79	80	—	—	77—113
10. Ширина $M^3$ . . .	47	52	—	—	60—65

Таблица 2

Промеры фрагмента черепа *E. sibiricum* с р. Сакмары

1. Общая длина ряда зубов (P <sup>3</sup> —M <sup>3</sup> ) левой половины по жевательной поверхности	241	мм
2. То же, на уровне альвеол	ок. 248	"
3. Общая длина зубов левой половины (без P <sup>3</sup> )	220	"
4. То же, правой половины	ок. 218	"
5. Ширина горизонтальной пластинки на уровне аборального края M <sup>3</sup>	85	"
6. То же вместе с M <sup>3</sup> (т. е. от наружной стенки M <sup>3</sup> до средней сагиттальной линии небной поверхности)	130	"
7. Ширина неба (левой половины) на уровне наиболее выступающего медиального края M <sup>3</sup>	70	"
8. Расстояние от оральной вершины левого foramen palatinum majus до ближайшего основания левого M <sup>3</sup>	ок. 27	"
9. Расстояние от той же вершины foramen palatinum majus до наиболее орально расположенного пункта вырезок аборального края левой горизонтальной пластинки небной кости	ок. 47	"
10. Расстояние между наиболее глубокими (орально) частями вырезок аборального края обеих небных костей	ок. 26	"
11. Ширина всего черепа на уровне основания M <sup>3</sup>	244	"

Таблица 3

Промеры зубов черепа эласмотерия с р. Сакмары (в мм)	P <sup>3</sup>		P <sup>4</sup>		M <sup>1</sup>		M <sup>2</sup>		M <sup>3</sup>	
	правый	левый	правый	левый	правый	левый	правый	левый	правый	левый
1. Длина жевательной поверхности зуба по наружному краю	22	43	43	46	46	61,5	60	79	79	
2. То же, длина по внутреннему краю	ок. 11	30	29	38	38	53	52	50 <sup>1</sup>	47 <sup>1</sup>	
3. Наибольшая длина жевательной поверхности зуба по диагонали	32	50	51	69	67	85	84	79	80	
4. Наибольшая ширина жевательной поверхности зуба	28	40,5	41	53	51	50	51	47	47	
5. Промер 1-й на уровне альвеол	ок. 22	38	ок. 37	46	46	63	62	ок. 80	ок. 80	
6. Промер 2-й на уровне альвеол	—	33	31	37	37	52	52	48	53 <sup>1</sup>	
7. Промер 3-й на уровне альвеол	31	46	49	71	66	84	85	80	80	
8. Промер 4-й на уровне альвеол	29	42	41	52	50	51	55	49	49	
9. Наибольшая высота зуба по прямой линии	68	>150	—	>195	—	>195	>205	>190	>190	

<sup>1</sup> Измерено от аборального угла зуба до углового выступа на внутренней поверхности, расположенной приблизительно на уровне срединной длины всего зуба.

*Elephas primigenius* Blum.; осталось неясным, находились ли оба зуба вместе или они оказались уже переотложенными; 2) задняя часть черепа эласмотерия из Южн. Урала, найденная около сел. Александровка Каширинского района (в 70 км к с.-в. от г. Оренбурга) на берегу р. Чебенки (правый приток р. Сакмары) в основании лёссовидных желто-бурых глин.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Е. И. Беляева—Новая находка остатков эласмотерия. „Природа“ № 10, 1939.
2. Послетретичные млекопитающие на Апшеронском полуострове. АНХ № 7—8, 1924.
3. Картины первобытной природы Апшерона (Бинагады). Баку, АЗФАН, 1940.
4. А. Борисьяк—О зубном аппарате *Elasmotherium caucasicum* n. sp. Известия АН, серия 6, № 8, 9, 1914.
5. Е. А. Гапонов—Находка зубов *Elasmotherium sibiricum* F. в долине Куяльницкого лимана у г. Одессы. Праці Одеського Державного Університету ім. І. І. Мечнікова. Рік XXVII, т. II, вып. 2(54), 1498, стр. 39—47.
6. В. И. Громов—Новые данные о четвертичных и верхнетретичных млекопитающих Сев. Кавказа. Труды Советской секции Международной ассоциации по изучению четвертичного периода, вып. 1, 1937.
7. В. И. Громов—Краткий систематический и стратиграфический обзор четвертичных млекопитающих. Сб. „Академику В. А. Обручеву к пятидесятилетию научной и педагогической деятельности“, т. II, 1939.
8. В. И. Громов—Палеонтологическое и археологическое обоснование стратиграфии континентальных отложений четвертичного периода на территории СССР (Млекопитающие, палеолит). Труды Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 64, геол. серия, № 17, 1948.
9. Громова Вера—Новые материалы по четвертичной фауне Поволжья и по истории млекопитающих Вост. Европы и Сев. Азии вообще. Труды комиссии по изуч. четвертичного периода, т. II, 1932.
10. И. М. Губкин—О возрасте слоев с *Elasmotherium*. Изв. АН, 1914.
11. Н. Х. Дампель—Новые находки эласмотерия. Бюлл. комис. по изуч. четвертичного периода, № 5, 1939.
12. И. Кастанье—Палеонтологические древности, собранные в Музее Оренбургской Ученой архивной комиссии. Вестник Оренбургского учебного округа, № 1, 1912.
13. И. Кротов—Новая находка черепа *Elasmotherium sibiricum* Fisch. в Вост. Европе. Ежегодник по геологии и минералогии России, т. XII, вып. 1—2, 1910.
14. В. Д. Ласкарев—Заметка о новых месторождениях ископаемых млекопитающих в третичных отложениях Южной России. Зап. Новорос. об-ва естествоисп., т. XXXVIII, 1911.
15. М. А. Мензбир—Очерки истории фауны Европейской части СССР. 1934.
16. М. В. Павлова—Находки *Elasmotherium sibiricum* в Ставропольской губернии и других местах. Записки геол. отд. о-ва любителей естествознания, антроп. и этнографии, т. 5, 1916.
17. І. Г. Підопличко—Матеріали до вивчення минулих фаун УРСР, вип. 1, Огляд палеонтологічних знахідок за 1917—1937 роки. АН УРСР, 1938.
18. А. Ромер—Палеонтология позвоночных. 1939, стр. 298.
19. В. А. Теряев—О строении зубов и синонимике *Elasmotherium* Fisch. и *Enigmatherium* M. Pavlow. Bull. de la Soc. des Nat. de Moscou, sec. geol., t. VII (4), № 3, 1929.
20. А. Штукенберг—Остатки постплиоценовых животных музея Оренбургской архивной комиссии. Приложение к протоколам заседания об-ва естествоисп. при Казанском университете, № 185, 1899—1900.
21. A. Brandt—Observationes de Elasmotherie reliquis. Mem. de l'Acad. imp. des sciences de St.-Peterb., VII serie, t. VIII, № 4, 1864.
22. A. Brandt—Mitteilungen ueber die Gattung Elasmotherium, besonders den Schädelbau derselben. Mem. de l'Acad. imp. des sciences de St.-Peterb., VII serie, t. XXVI, № 6, 1878.
23. Desmarest—Mammologie ou description des especes de mammiferes. 1820.

24. G. Fischer—Programme d'invitation à la seance publique de la Societé Naturalistes. 1808.  
 25. G. Fischer—Sur l'Elasmotherium. Mem. de la Soc. des Nat. de Moscou, t. 2, 1809.  
 26. Fischer von Waldheim—Nachtrag zur Geschichte des Elasmotherium. Bull. de la Soc. des Nat. de Moscou, t. 15, 1842.  
 27. A. Keyserling—Beobachtung eines Elasmotherium. Bull. de la Soc. des Nat. de Moscou, t. 15, 1842.  
 28. M. Weber—Die Säugethiere. Bd. II. Systematischer Teil. O. A b e l—Über familie Rhinocerotidea, стр. 671—672, 1928.  
 29. Duvernoy—Nouvelles études sur les Rhinoceros fossiles. Arch. du Mus. d'hist. nat., t. 7, 1855.

Н. И. Бурчак-Абрамович

### Абшерон ярымадасында вэ Чэнуби Уралда эласмотерия тапынтылары

#### ХҮЛАСЭ

*Elasmotherium* чинсіндэн Сибир эласмотериясы (*Elasmotherium sibiricum* Fisch.) вэ Гафгаз эласмотериясы (*Elasmotherium caucasicum* Boriss.) олмага ики нөв эласмотерия тапылмышдыр. Бунлардан биринчи нөв ССРИ эразисиндэ кениш яйылмышдыр. О, надир халларда Гэрби Европада да раст кэлир. Икинчи нөв хэлэлик тэкчэ Таман ярымадасында тапылмышдыр. Ставропол өлкэсиндэ *Elasmotherium sibiricum* Fisch. тапылыб тэсвир эдилмишдир.

Загафазия дахилиндэ эласмотерия тапылмыш ментэгэ, ялныз Абшерон ярымадасыдыр. Бурада, мүхтэлиф вахтларда олмага, ики дэфэ эласмотерия галыглары (айры-айры дишлэри) тапылмышдыр.

Эласмотериянын тапылдыгы кеоложи шэраит тамам айдынлашдырылмышдыр. Энтимал ки, эласмотерия Баки мэртэбэсинин эхэнкдашы вэ килличэ тэбэгэлэри арасында тапылмышдыр.

Абшерон эласмотериясынын систематикада мөвгөн индийэдэк гэт'и мүэйян эдилмэмишдир.

Бу мэгалэдэ Абшерон ярымадасында тапылмыш эласмотериянын бир сүд диши вэ Сакмара чайынын (Чэнуби Уралдадыр) үчүнчү террасасы чөкүнтүлэриндэ тапылмыш Сибир эласмотериясынын кэллэси тэсвир эдилир.

НУРЭДДИН КЭРЭМОВ

### ДЭВЭЧИ РАЙОНУНУН НОҺУРЛАР КЭНДИ ЭРАЗИСИНДЭКИ КӨЛЛЭР ҺАГГЫНДА

Ноһурлар<sup>1</sup> кэнди Дэвэчи районунун гэрб хиссэсиндэ, Гонагкэнд районунун сэрхэддиндэ ерлэшир.

Дэвэчичайын<sup>2</sup> сағ голу олан Туричанчай Ноһурлар кэнди эразисиндэн башланыр.

Кетидаг сыра дагынын шэрг ямачында ерлэшэн Ноһурлар кэнди үч (гэрб, чэнуб вэ шимал) тэрэфдэн дағларла эһатэ олунмуш, ялныз шэрг тэрэфдэн бир гэдэр ачыгдыр.

Кэнд эразисинин орта хиссэси, бир гэдэр чөкмүш далғалы рел'ефэ маликдир. Лакин гүввэтли эрозия бу рел'ефи хейли дэйишдирмиш вэ этраф дағлары бир гэдэр ашындырмышдыр.

Бу саһэ кеоморфоложи чэхэтдэн "...нисбэтэн яхшы мүшаһидэ эдилэн һамарланмыш сэтһлэри олан орта дағлыг зона<sup>3</sup>" аиддир.

Сүрүшмэлэр вэ көллэр саһэси олан Ноһурлар кэнди эразисиндэ тэбашир системинэ аид гум, кил, меркел сүхурлары даһа чох яйылмышдыр. Бэ'зи саһэдэ эхэнкдашылар вэ назик лайлардан ибарэт гумдашлары да вардыр. Сүрүшмэлэр саһэсиндэ эсасэн боз, сонра күл рэнкли, гырмызымтыл киллэр үзэ чыхмышдыр.

Ноһурлар кэндинин эразиси сых мешэ илэ өртүлү олан заман, сүрүшмэ дар золаг шэклиндэ, кичик бир саһэдэ олмушдур. Мешэ гырыландан сонра сүрүшмэнин сүр'эти даһа да артмышдыр. Бурада эн гүввэтли сүрүшмэ XX эсрин эввэллэриндэ (1904—1906-чы иллэр) вэ 1920—1921-чи иллэрдэ баш вермишдир ки, бунун нэтичэсиндэ кэнд өз ерини дэйишмэйэ мачбур олмушдур.

Һазырда кэндин гэрбиндэ—Агдагда бөйүк бир саһэдэ (эни 0,5 км, узунлуғу 1,5 км) гүввэтли сүрүшмэ кедир. Сүрүшмэ нэтичэсиндэ Агдадын суайырычы тирэси ики ерэ айрылмыш, онун шэрг ярысы тамамилэ учмуш (шэкил 1. Шэкилдэ Агдадын шэрг ямачынын ашағы

<sup>1</sup> Бу ад кэндэ, этрафында чохла көл (ноһур) олдуғу үчүн верилмишдир.

<sup>2</sup> Дэвэчичай, эсасэн ики голдан: Гарачай (Ноутбашы дагындан башлайыр) вэ Туричанчай голларындан ибарэтдир. Бу голлар Хэлфэлэр кэндиндэн шэргдэ бирлэшир вэ Дэвэчи гэсэбэсинэ кими Туричанчай, ондан шэргэ, Агзыбир көлүнэ кими (Хэзэр дэнизи саһилиндэтир) Дэвэчичай адланыр.

<sup>3</sup> Азербайжан ССР-нин чография атласы, 1-чи чилад. Азерб. ССР ЭА Нэшрийаты, Баки, 1949-чу ил.

хиссәси вә сүрүшмә көрүнүр) вә буна көрә дә дағын зирвә хиссәси шәргә—Ноһурлар кәндинә тәрәф хейли әйилмишдир. Сүрүшмә районунун үст хиссәсиндә сую асанлыгга кечирән сүхурлар вардыр. Сүрүшмәләри кениш тәсвир этмәк вә онларын әмәлә кәлмә сәбәбләрини көстәрмәк мәгсәдини тә'гиб этмәдийимиздән, онлар һаггында дәнйшмаячагыг. Анчаг гейд этмәк олар ки, буранын рел'ефинин дәнйшилмәсинин мүнүм вә Агдагдыкы сүрүшмәнин әсас сәбәбләриндән бири, дағын үстүндәки чөкәклә ерләшмиш Агкөл суюнун алтдан шәргә тәрәф сүзүлмәсидир. Сүзүлән бу су бир гәдәр дәринликдә маили ятмыш кил гатларыны исладыр ки, бу да кил гатлары үзәриндә олан башга лайлары сүрүшмәсинә сәбәб олур (шәкил 2. Агдагы шәрг ямачында, сүрүшмә сәһәсиндә әмәлә кәлмиш кичик көлләрдән бири көрүнүр).



Шәкил 1

Сүрүшмә илин бүтүн айларында давам әдир (язла даһа гүвәәтли олур). Дағын суайырычысыны шәргә доғру бир гәдәр ярмагга көлүн суюну ахытмаг мүмкүндүр ки, бунун да нәтичәсиндә бу сәһәдә хейли әкин ерләрини ярарсыз һала салмыш сүрүшмәнин гаршысы мүййән гәдәр алынмыш олар<sup>1</sup>.

Ноһурлар кәнди әразисиндә адлары ашағыда язылан 18 көл (ноһур) вардыр: 1. *Агкөл* (Субраноһур). 2. *Гаракөл* (Сийәноһур). 3. *Кичик Гаракөл* (Вечәсийәноһур). 4. *Хырданоһур*<sup>2</sup> (3 әдәддир). 5. *Талаларноһуру* (Ханларноһур). 6. *Султанәлиноһуру*. 7. *Шаһпәләнкноһур*. 8. *Әйриноһур* (Шәфтәноһур). 9. *Гәмишлиноһур*. 10. *Ишғыноһур* (мешәдәдир). 11. *Исбатноһур*. 12. *Юсифлыгы* (тамамилә батаглыға чеврил-

<sup>1</sup> Су ахыдылан архын кәнарына сых сөйүд паялары басдырмаг лазымдыр, чүнки сөйүд көк системи с-р'әтлә артан ағачдыр. Бу көк торпагы бәркидир вә архда суюн сүзүлмәсини әәйфләдир.

<sup>2</sup> Сәһәчә чөх кичик олан хырда көлләр халг арасында ноһур адланыр. Адәтән ноһурларын чохунун әтрафы отла, гамышла вә батаглыгга сарынмыш олур.

мишдир). 13. *Гызылноһур* (Сурхәноһур). 14. *Обаноһур*. 15. *Пашаноһур*. 16. *Дәнярноһур*. 17. *Гуруноһур* (Хишкәноһур). 18. Сүрүшмә ериндә әмәлә кәлән хырда ноһурлар.

Бу көлләрин дәнйз сәвийәсиндән олан йүксәкликләри беләдир: Агкөл 1400 м, галанлары исә 1200 м-ә гәдәр.

Учма вә сүрүшмәләр ериндә әмәлә кәлән бу көлләр ики паралел хәтт үзрә дүзүлмүшдүр. Онларын бир нечәси хейли даязлашмыш, бә'зиләринин (Юсифлыгы, Гуруноһур, Гызылноһур вә б.) әтрафыны сых галын гамыш, саз отлары басмыш вә онлар батаглыға чеврилмишдир (бах: шәкил 3. Орада Ноһурлар кәндиндән 2 км чәнуб-шәргдә олан вә әтрафыны сых гамышлыг вә от басмыш вә батаглыға чеврилмәкдә олан көлләрдән бири—Гәмишлиноһур, арха планда исә Ноһурлар кәнди вә ону гәрбдән вә шималдан әһатә әдән сыра дағлары бир хиссәси көрү-



Шәкил 2

нүр). Үмумийәтлә бу көлләрин бир хиссәси гочалыг, бир хиссәси исә көлүн ән ахырынчы дөврү олан сөнмә вә я өлүм дөврүнү кечирир.

А. А. Крубер<sup>1</sup> тамамилә батаглыға чеврилмиш белә көлләри *пруд* (сүн'и көл) адландырыр. О, бурада *пруд* сөзүнү шәрти көтүрүр вә бунула сүн'и дүзәлдилмиш көлләри нәзәрдә тутмур.

Ортадаг зонасынын учма вә сүрүшмәләр сәһәсиндәки көлләрдән (ноһурлардан) нисбәтән бөйүйү Агкөл вә Гаракөллүр.

Агкөл (шәкил 4) Ноһурлар кәндиндән 1,2 км узагда, Агдагдан гәрбә доғру, суайырычы тирәйә яхын, дағ үзәриндә әмәлә кәлмиш чухурда ерләшир. Агкөл чухурунун әмәлә кәлмәсиндә, вахтилә баш верән учма вә сүрүшмәләрдән башга, денудасия гүввәләринин дә (хүсусилә эол гүввәләринин) мүййән дәрәчәдә ролу олмушдур. Көл эллипсонд шәклиндә олуб, сәһилдән ичәрийә доғру тәдричән дәринләшир. Көлүн орта хиссәсиндә дәринлийи тәгрибән 2 м олуб, сәһилә

<sup>1</sup> А. А. Крубер—Общее землеведение. Москва, 1938, сәһ. 215.



яхын ерлерде хейли даяздыр. Көл шимал-гәрбдә бир гәдәр дәринләшир, чәнуб-гәрб һиссәсиндә олан дәринлик исә 2 м-дән бир артыгдыр (көл 11 август 1950-чи илдә өлчүлмүшдүр). Көл яғыш вә гар суларындан башга, ералты суларла да тә'мин олунур. Көлү су илә тә'мин этмәкдә Ағкөлүн чәнубунда чыхан гайнаманын (шәкил 5)<sup>1</sup> ролу бөйүкдүр. Бу гайнаманын дебити аз сулу вахтда санийәдә 0,5 м, чох сулу вахтда исә 1 м-дән артыгдыр.

Көлүн гидаланмасы илә әлагәдар оларәг онун сәвийәси ил бою аз да олса дәйишир. Март вә апрел айларында суюн сәвийәси юхарыда гәйд этдийимиздән 0,6—0,7 м, октябрь-ноябр айларында исә 0,3—0,4 м



Шәкил 3

йүксәк олур. Көлүн сәвийәсинин чох сулу дөврдә аз йүксәлмәсинә сәбәб, бу вахт көлдә алт ахымын гүввәгләнмәсилер ки, бу да һәммин дөврдә Ағлагдакы сүрүшмәләри сүр'әтләндирир. Көлүн суюн ширин, рәнки шәффафдыр. Лакин көлүн кәнарында суя гарышан битки галыглары суюн бурада (саһилдә) шәффафлығыны позур. Көлүн диби юмшаг кил чөкүнтүләри илә өртүлмүшдүр вә орада, сейрәк дә олса, йосун биткиләри вардыр. Көлүн саһилинә яхын ерләрин һүндүрлүйү (шәкил 4--5) 10—16 м-ә гәдәрди (көлдән бир гәдәр кәнарда олан тәпәләр вә дағ ямачлары нәзәрә алынмыр). Бу һүндүрлүкләрин мейнликләри дә чох аздыр. Этраф һиссәдәки юмшаг көл чөкүнтүләри онун вахтилә бир гәдәр кениш саһә тутдугуну көстәрир.

Ағкөлүн термик режими, башга көлләрдә олдуғу кими, ону әһәтә әдән һава вәзийәгинин тә'сирилә әлагәдардыр. Көл суюнун температура август айында 24°C-дир (көл суюнун температура башга фәсилләрдә дә бир нечә дәфә өлчүлмүшдүр).

<sup>1</sup> Шәкилдә Ағкөлүн үмуми көрүнүшү, чәнубда исә көлә ахан гайнаманын бир һиссәси көрүнүр.

Ағкөл ерләшән саһәйә гар ноябрын ахырында (бә'зән исә декабрда) яғмаға башлайыр. Көл декабр айындан донмаға башлайыр (бә'зән донма ноябрын ахырында да ола биләр). Ән галын бузбағлама (35—45 см) январда олур. Март айында көл буздан тамамилә азад олур. Лакин бә'зи илләрдә көлүн буздан там азад олмасы апрелин биринчи ярысына гәдәр узаныр. Көлүн даяз олмасына бахмаяраг орада гарышыг (дәйишән) термик стратификасия мүшаһидә әдилер. Яз вә пайыз фәсилләринин мүәййән дөврүндә исә гыса мүддәтли һомортерм вәзийәт баш верир. Яйда гызма, гышда исә союма көлүн дибинә кими кедир.

Ноһурлар кәндинин шәргиндә дәниз сәвийәсиндән 1200 м йүксәкликдә ерләшән Гаракөл Ағкөлдән бөйүкдүр. Гаракөлүн сәтһи вахтилә даһа бөйүк олмушдүр.



Шәкил 4

Инди онун кәнарларынын бир һиссәсиндә сых гамышыг әмәлә кәлмишди. Орта һиссәсиндә дәринлийи 7,5 м-дир. Кәнарлара тәрәф даязлашыр, гәрб һиссәсиндә саһилә 3 м галмыш дәринлик 3 м, 1 м галмыш исә 1,5 м-дир. Бә'зи ерләрдә саһил даяз, бә'зи ерләрдә исә диңк вә дәринди (шәкил 6).

Көлүн диби лил вә даш гырынтылары илә өртүлмүшдүр. Көлүн дибиндә дәрин һиссәләрдә йосун биткиләри аз вә сейрәкди, кәнарлара тәрәф о чохалыр вә сыхлашыр. Саһил хәттинин киринти вә чыхынтылары аздыр.

Көл гар вә яғыш сулары, әйни заманда көлүн дибиндән чыхан ералты суларла тә'мин олунур. Көлүн союг сәтһиндә кәдән конденсациянын аз да олса ролу вардыр.

Кечмишдә ерли әһали арасында бу көл һагғында бир чох әфсанәләр сөйләнилмишди. Бу әфсанәләрә көрә, Гаракөл о гәдәр дәринди ки, онун „диби йохдур“. Куя онун дибинә әвләр вә саир шейләр батмышдыр. Бизим 10 август 1950-чи илдә Гаракөлдә апардығымыз өлчү

ишлэри бу эфсанэлэрэ тамамилэ сон гойду вэ келүн һэгиги дэринли-йини мүййән этди.

Агкөлдө олдугу кими, бу көлдө дэ суюн сөвиййәси ил бою дөйишир. Язда (март, апрел вэ майыи бириичи ярысында) суюн сөвиййәси 1—1,3 м вэ пайызда (октябр, ноябр) 1 м галхыр. Суюн сөвиййәси галхан заман су архла чәнуба (Кичик Гараноһура) ахыр вэ беләликлэ о мүйвэггәти олараг ахар көлө чевриллр.

Көлүн сую аз сулу вахта өз дадына (тәминә) көрә башга ади ширин сулардан бир гэдәр фэргләнлр. Көл ахарсыз олам заман онун суюнда минераллашма айдын һисс олунур. Суюн рәнки исә ачыг-көйдүр. 1950-чи илдә 10 августда саат 12-дә көл суюнун үст гатда температура 25°C олмушдур.



Шәкил 5

Агкөлдә олдугу кими, бурада да көл суюнун температура башга фәсилләрдә дэ өлчүлмүшдүр.

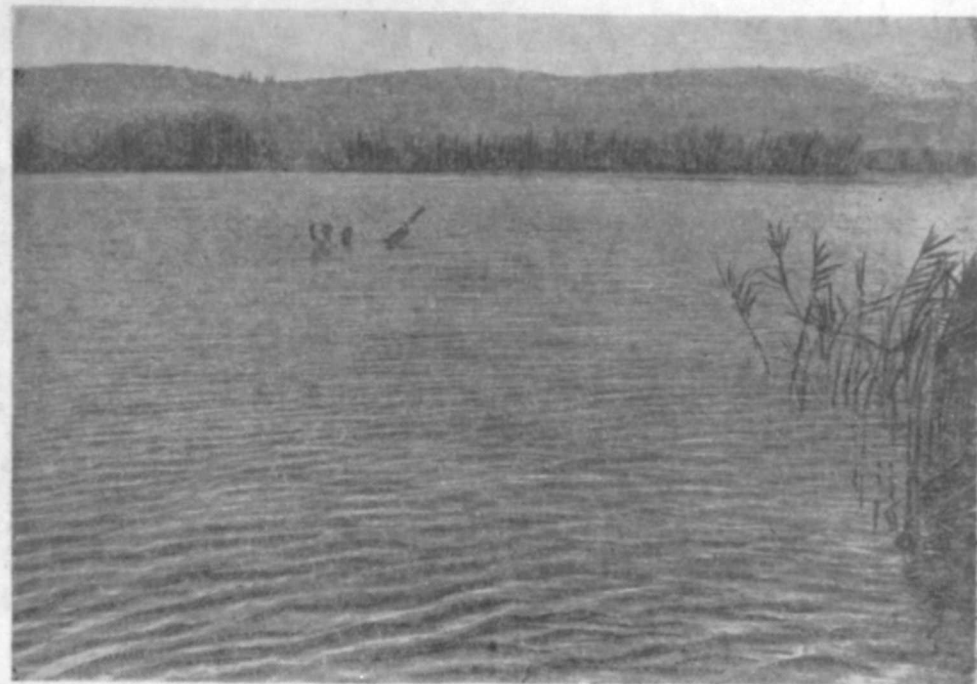
Гаракөл ерлэшән эразийә гар әсасән декабр айында (бә'зән ноябрдан) яғмаға башлайыр. Гыш мүддәтиндә гарын галынылығы 40—50 см-ә чатыр. Көл декабрын икинчи ярысындан (бә'зән һатта ноябрын ахырындан) донмаға башлайыр. Көл сәтһиндә бузун галынылығы январда 30—40 см-ә чатыр. Март айында көл буздан тамамилә азад олур. Чох тәсадүфи һалларда буздан азадолма апрелин әввәлләринә гэдәр узаныр.

Адәтән ширин сулу көлләр 0°-дә донур. Дузлу көлләрдә исә бу донма 0°-дән ашағыда олур. Мәсәлән: көл суюнда дузлулуг 10% оlanda су—0,6°-дә, 20% оlanda—1°-дә вэ и. а. донур. Суюн нә дәрәчәдә минераллашмасы донма шәраитинә, аз да олса, тә'сир көстәрмәлидир. Чох тәәссүф ки, бу мәсәлә бизим көлләримиздә һәлә дә өйрәнилмәмишдир.

Гаракөлдә дэ, Агкөлдә олдугу кими, дөйишән стратификасия үстүндүр. Бурада гышда тәрс, яйда дүз термик стратификасия кедир. Яз

вэ пайызын мүййән дөврүндә һомотерм вәзиййәти яраныр. Үмумийәтлә һәм дүз вэ һәм дә тәрс термик стратификасия Агкөлә һисбәтән Гаракөлдә даһа айдын мүшәһидә олунур. Агкөлә һисбәтән Гаракөлүн хейли дәрин олмасына бахмаяраг, бурада да яйда газма, гышда исә союма көлүн дибинә кими кедир.

Гаракөл илә бир сырада (ондан 35 м чәнуб-шәргдә) ерлэшән көлләрдән бири дә Кичик Гараноһурдур<sup>1</sup>. Бу көлүн әтрафы даһа чох гымышылыгыдыр. Гара көлә һисбәтән Кичик Гараноһур хейли кичик вэ даяздыр (3 м). Көлүн орта һиссәсиндә әмәлә кәлмиш гымышылыг, онсуз да кичик олан бу көлү ики ерә (көлә) айырмышдыр. Көл ахмаз олдуғундан орада битки вэ башга органик маддәләрин чүрүнтүләри чох



Шәкил 6

дур, буна көрә дә суюнун рәнки сарымтыл, бә'зи ерләриндә исә гонура чалыр. Судан үфунәтли гоһу һисс әдиллр (әдәбийятда бу тип көлләр—дистроф көлләр адланыр)<sup>2</sup>. Белә көлләр тез бир вахта батаглыға чевриллр. һазырда, зәиф дә олса, көлүн кәнарларына яһын ерләрдә торф ястыглары әмәлә кәлмишдир. Бурада бә'зи ерләрдә торф ястыгларынын галынылығы 0,6—0,8 м-ә чатыр.

Гаракөлүн вэ Кичик Гаракөлүн саһәләринин мүхтәлиф олмасына вэ бир-бириндән аралы ерлэшмәсинә бахмаяраг, һәр ики көлдә суюн сөвиййәси бәрабәрдир.

Белә бир вәзиййәтә сәбәб бириичи көлүн (Гаракөлүн) дибинин даһа дәриндә, икинчи көлүн (Кичик Гаракөлүн) дибинин исә бир гэдәр йүксәкдә ерлэшмәси вэ бу көлләрин сулары арасында әлагәнин олмасыдыр (йә'ни сүхур лайлары арасы илә суюн бириичидән икинчийә сүзүл-

<sup>1</sup> Буна Бала Гараноһур да дейиллр.

<sup>2</sup> С. В. Калесник—Основы общего землеведения. Москва—Ленинград, 1947, сәһ. 105.

мәсидир). Кичик Гаракөлүн дибн лил вә чохлу йосунларла өртүлмүшдүр.

Кичик Гаракөлдән бир гәдәр кәнарда даһа бир сыра хырда көлләр вардыр.

Кичик Гаракөлүн термик режими Гаракөлдә олдуғу кимидир. Лакин юхарыда гейд этдиймизүкими, термик стратификасиялар Гаракөлдә даһа айдын нәзәрә чарпыр.

Кичик Гаракөлүн дә сәвийһәсиндә ил бою дәйишмә кедир. Чох сулу дөврдә көлүн айнасы (саһәси) бөйүйүр вә көл мүвәггәти олараг ахар көлә чеврилди.



Шәкил 7

Бу көлләрдән Гаракөл вахтилә даһа бөйүк олмушдур. Мә'лумдур ки, һәр һансы саһәни сувармаг үчүн ишләдилән суларын кимйәви тәркибләринин өйрәнилмәси хейли әһәмийәтлидир. Әкәр суда минераллашма чох оларса, о, суварылан саһәйә мәнфи тә'сир кәстәрәр вә белә сулары суварма үчүн ишләтмәк олмаз.

Юхарыда гейд әтмишдик ки, Гаракөлдә суюн ән аз олан вахтында, йә'ни көл ахарсыз олан заман, онун суюнда аз да олса минераллашма һисс олунур. Лакин көлдә су чох олан дөврдә, йә'ни көл ахар вәзийәтдә олан мүддәтдә суда минераллашма һисс олунур. Она көрә дә Гаракөлүн суюндан тәсәррүфатда истифадә әтмәк мүмкүндүр (көл суюндан мүхтәлиф дөврләрдә нүмунәләр көтүрүб лабораторияда кимйәви чәһәтдән тәһлил әтмәклә, айры-айры вахтларда минераллашманын вәзийәтини даһа дәгиг тә'йин әтмәк олар).

1940-чы илдә бу көлләрн суларындан тәсәррүфатда истифадә әдилмишдир. Гаракөл илә Кичик Гаракөлүн арасы дар арх васитәсилә бирләшдирилмиш вә беләликлә Гаракөлүн сую, Кичик Гаракөлә вә бурадан да башга көлләрә ахыдылмышдыр. Бунунла да көлләр силсиләси гуртаран зонадан ашағыда хейли әкин саһәси суварылмышдыр. Буна көрә дә Гаракөлүн сәвийһәси сүн'и сурәтдә ашағы салынмыш вә онун саһәси бир гәдәр кичилмишдир.

Көлүн әтрафы йүксәкликдир (шәкил 7. Шәкилдә Гаракөлүн бир һиссәси вә онун яхынлығында башга кичик ноһур, юхарыда исә Ноһурлар кәнди әразисини шималдан әһәтә әдән сыра дағлар көрүнүр).

Бу көлүн ялыз чәнубу, Кичик Гаракөлә олан тәрәфи алчагдыр. Бурада сүн'и сәдд чәкиләрсә, кәнддә олан булаг суларыны, күчлү яғышлар заманы ахан сулары, гар суларыны көлә ахытмагла, онун сәвийһәсини 3—4 м галдырмаг олар ки, бу васитә илә йығылмыш судан яйда, гураг вахтларда хейли әкин саһәсини сувармаг, бостан вә тәрәвәз етишдирмәк мүмкүндүр.

Ноһурлар кәндиндәки көлләрн чохунун сую шириндир. Онларын әсас гидасыны (су илә тә'мин олунмасыны) яғыш вә гар суларындан башга, грунт сулары да тәшкил әдир.

Көлләрн флорасы фаунасына нисбәтән зәнкиндир. Биткиләрдән гамышлыг, йосун (бир нечә көлдә йосун аздыр) вә сайрәни кәстәрмәк олар.

Ширин сулу дағ көлләриндә олдуғу кими, Гаракөлдә дә гиймәтли балыглар етишдирмәк мүмкүндүр.

Көлләр ерләшән әразидә яғынтылары бәрәбәр бөлүнмүш мүлайим исти (аз бир һиссәсиндә—Ағкөл әразисиндә исә гышы гураглыг кечән союг) иглим һакимдир.<sup>1</sup>

Үмумийәтлә Ноһурлар кәнди әразисиндә гар әсасән ноябр вә бә'зи һалларда декабр айындан яғмаға башлайыр. Апрельдә исә гар тамамлә әрийиб гуртарыр. Көлләрн сәтһиндә әсас донма декабрдан, көлүн саһилиндән башлайыр. Бу көлләрн бә'зи илләрдә ноябрда назик буз бағламасы мүшаһидә әдилмишдир.

Бу бузларын ән союг илдә белә максимум галынлығы 0,5—0,6 м-дән артыг олмур вә онлар апрелдә тамамлә әрийиб гуртарыр.

Нуреддин Керемов

### Об озерах селения Ноурлар Дивичинского района

#### РЕЗЮМЕ

Сел. Ноурлар расположено в западной части Дивичинского района у границ Конахкендского района.

Истоки Турджанчая, являющейся правым притоком Дивичичая, начинаются на территории сел. Ноурлар.

Сел. Ноурлар, расположенное на восточном склоне хребта Кетандаг, с запада, юга и севера окружено горами. Эта часть Дивичинского района относится к средневысотной горной зоне, где относительно ясно прослеживается пенепленизированная поверхность.

По своему рельефу средняя часть территории селения представляет частично пониженное волнистое пространство, где рельеф сильно изменен воздействием внешних агентов.

Территория селения изобилует озерами (селение получило свое название от обилия озер, Ноурлар означает—озера) и является ареной проявления оползневых явлений. В районе распространения оползней обнажены серые, красноватые глины, в остальной же части распространены относящиеся к меловой системе пески, глины и мергели, частично, в некоторых местах прослойки песчаника и известняка.

<sup>1</sup> Азербайжан ССР-нин чография атласы, 1-чи чилд, Бақы, 1949.

В прошлом, когда район селения был покрыт густым лесом, оползни имели небольшое распространение и наблюдались на незначительном пространстве в виде узкой полосы. С вырубкой же лесов оползни расширились. Самые сильные из них имели здесь место в 1904—1906 и 1920—1921 гг. После них сел. Ноурлар вынуждено было переменить свое местоположение.

В настоящее время на западе от селения, в Агдаге, на довольно большом пространстве шириною в 0,5 и длиной в 1,5 км наблюдается значительный оползень, в результате чего водораздельный хребет Агдаг разделился на две части и восточная его часть совершенно разрушилась.

Вследствие этого вершинная часть горы сильно наклонена к востоку, в сторону сел. Ноурлар.

В поверхностной части оползневого района распространены водопроницаемые породы. Оползни наблюдаются во все времена года, особенно же сильно они проявляются весной.

На территории сел. Ноурлар имеется 18 озер, которые расположены двумя параллельными рядами (большинство из них лежит на высоте 1200—1250 м над уровнем моря).

Эти озера имеют незначительную глубину и небольшую водную скатерть; сравнительно большую скатерть имеют озера Акгель и Карагель. Максимальная глубина Карагель достигает 7,5 м.

Озера сел. Ноурлар образовались на местах провалов и оползней.

В образовании котловины оз. Акгель (1400 м над ур. моря) некоторую роль сыграли и процессы поднятия, ибо относительно понижения, где расположено озеро, окружающая местность испытала более сильное поднятие. Последующие же провалы и выветривание создали современный вид котловины озера.

Часть из этих озер находится в стадии старости, а часть в стадии угасания и смерти, и они превращаются в болота. Некоторые уже стали болотами, среди них имеются торфяники, как, например, Юсифлыги, Эйриноур, Исбатноур и др.

Воды озер сел. Ноурлар пресные. Только в оз. Карагель имеется незначительная минерализация (когда оно становится бессточным), но когда оно становится полноводным (сточным), минерализация почти отсутствует.

Озера в районе сел. Ноурлар в основном бессточные, но некоторые из них, как, например, Карагель, Кичик Караноур, при поступлении в них весной талых и дождевых вод становятся сточными.

Замерзание озер сел. Ноурлар начинается с декабря (а иногда и с ноября).

В марте лед совершенно стает, в очень редких случаях остатки льда держатся в озерах до конца марта и начала апреля.

Как мелководные озера, они зимой и летом охлаждаются и нагреваются до дна, поэтому в них господствует смешанная термическая стратификация. Исключением является оз. Карагель, где в зимнее время заметно наблюдается обратная, а летом прямая стратификация.

Воды оз. Карагель сел. Ноурлар можно частично использовать в целях орошения.

Местоположение оз. Карагель дает возможность запрудить воды этого озера плотиной и поднять уровень его воды на 3—4 м за счет талых и ливневых вод.

Такое водохранилище обеспечит поливом часть полей сел. Ноурлар и даст возможность развить огородничество, что является чрезвычайно существенным для местного населения.

В оз. Карагель можно разводить ценные породы рыб, характерные для горных пресноводных озер. Кроме того, вокруг этих озер можно заниматься птицеводством с разведением водоплавающей птицы (уток и гусей).

А. Х. ТАГИ-ЗАДЕ

### ВЛИЯНИЕ ОТРАБОТАННОГО ГУМБРИНА НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ ХЛОПЧАТНИКА

Основные массивы хлопковых посевов Азербайджанской ССР сосредоточены в Кура-Араксинской низменности. Почвы этих районов тяжелые; после полива они заплывают и образуют корку, труднопроходимую для всходов хлопчатника. Вследствие этого нарушается нормальный ход роста и развития растений и заметно понижается урожай.

Для улучшения водного режима почвы, борьбы с коркообразованием, а также для повышения урожайности сельскохозяйственных культур Д. М. Гусейнов [1] рекомендует применение отработанного гумбина.

На основании опытов, проведенных в производственных и лабораторных условиях, установлено, что отработанный гумбрин обладает рядом свойств, имеющих практическое значение, а именно: повышает температуру почвы, препятствует испарению воды из почвы и образованию корки после полива, создавая тем самым благоприятные условия для получения на тяжелых почвах своевременных и дружных всходов хлопчатника.

Исследованиями Д. М. Гусейнова [1], В. Д. Михайлова [2] и Р. Гусейнова [4] было установлено, что при внесении отработанного гумбина в почву в условиях Азербайджанской ССР и Средней Азии повышается урожайность хлопчатника, пшеницы, люцерны и других культур.

Опыты, проводимые И. М. Рзакулиевым с отработанным гумбрином, с целью улучшения качества шафрана в условиях Апшерона, показали, что отработанный гумбрин в значительной степени улучшает качество посадочного материала, а также повышает урожай шафрана до 40%. Лаборатория Института микробиологии Академии наук СССР выяснила, что отработанный гумбрин способствует увеличению количества микроорганизмов в почве, в частности азотобактерий.

Наши [3] исследования показали, что отработанный гумбрин в значительной степени улучшает водный режим почвы и растений.

Исходя из положительного действия отработанного гумбина на урожай хлопчатника, мы поставили перед собой в 1951 г. задачу изучить влияние отработанного гумбина на водный режим этого растения. Опыты проводились в Уджарском районе на экспериментальной базе Института агрохимии и почвоведения Академии наук Азербайджанской ССР, в трех сериях.

В первой серии обработанный гумбрин внесен на рядки после посева; во второй серии обработанный гумбрин был внесен сплошь в почву, по всей ее поверхности из расчета 2,5; 5,0; 10,0; 20,0 *т/га*; в третьей серии обработанный гумбрин был внесен по всей поверхности почвы до посева, с последующей вспашкой, из расчета 5,0; 10,0; 20,0 и 40,0 *т/га*. Опыты по третьей схеме проводились на неудобренной почве и на фоне азота, фосфора и азотофосфора.

Для определения влажности почвы пробы были взяты в зонах, где была расположена основная масса корневой системы опытных растений, а листья брались с пятого яруса сверху.

Результаты опытов приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Влияние обработанного гумбина на влажность почвы  
(в % от абсолютно сухого веса)

Способ внесения отработанного гумбина	Пробы, взятые в днях после полива	В а р и а н т ы				
		Контр.	Количество отработан. гумбина (в <i>т/га</i> )			
			2,5	5,0	10,0	20,0
Рядковое поверхностное внесение (после посева)	До полива					
	—	21,1	20,61	22,53	24,7	26,3
	После полива					
	7	29,55	30,95	31,08	31,83	31,74
	14	23,5	24,9	27,1	29,5	30,8
	Сплошное поверхностное внесение (после полива)	До полива				
—		21,2	25,08	—	25,6	29,6
После полива						
7		25,57	28,19	29,77	—	31,29
14		22,64	26,1	29,11	30,5	31,0

Приведенные данные со всей очевидностью показывают положительное действие отработанного гумбина на повышение влаги в почве. Это видно из того, что содержание влаги в почве контрольного участка достигает 21,1%, а в пробе, взятой с опытного участка при рядковом внесении отработанного гумбина из расчета от 2,5 до 20 *т/га*, — содержание 26,3%, т. е. на 5,2% больше.

Аналогичная закономерность получена и для других вариантов нашего опыта. Однако следует отметить, что большое значение имеет

и способ внесения отработанного гумбина в почву. Согласно нашим данным, при прочих равных условиях, сплошное внесение отработанного гумбина повысило количество влаги в почве больше, чем рядковое внесение. Если содержание влаги в почве при рядковом внесении отработанного гумбина колеблется от 20,61 до 26,3%, то при сплошном внесении оно достигает 25,09—29,6%, т. е. на 3,3—4,44% больше, чем при рядковом внесении.

С практической точки зрения большой интерес представляет также защитное действие отработанного гумбина на сохранение влаги в почве после полива. Для выяснения этого вопроса почвенные пробы брались через 7 и 14 дней после полива. Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что сплошное внесение отработанного гумбина больше способствует удержанию влаги в почве, чем рядковое внесение. Это видно из того, что при прочих равных условиях, через 7 и 14 дней после полива при рядковом внесении отработанного гумбина содержание влаги в почве между первым и вторым определениями колеблется от 1,63 до 6,06%, а при сплошном внесении это расхождение составляет от 0,29 до 2,09%.

Нет сомнения, что изменения, происходящие в почве под влиянием отработанного гумбина, должны найти свое отражение и в физиологических процессах растений, в том числе и его водном режиме.

Результаты наших исследований показали, что отработанный гумбрин вызывает усиленное испарение воды растениями. Из данных, приводимых в таблице 2, видно, что количество испаряемой растениями воды за единицу времени во всех случаях у опытных растений выше, чем у контрольных, причем эти расхождения между контрольными и опытными растениями находятся в зависимости от способа внесения отработанного гумбина.

Если количество испаряемой контрольными растениями воды на единицу сухого веса за одну минуту принять за 100, то при рядковом внесении отработанного гумбина из расчета от 2,5 до 20 *т/га* количество испаряемой растением воды колеблется от 139,3 до 175,8%, а при сплошном внесении — от 138,8 до 163,8 и, наконец, при сплошном внесении до посева с последующей вспашкой почвы — от 187,6 до 293,7%.

Таблица 2

Влияние отработанного гумбина на количество испаряемой растением воды (на единицу сухого веса за одну минуту в %)

Способ внесения отработанного гумбина	Контроль	В а р и а н т ы			
		колич. внесенного отработ. гумбина (в <i>т/га</i> )			
		2,5	5,0	10,0	20,0
После посева на поверхность рядков Сплошное поверхностное внесение (после посева) Поверхностное сплошное внесение с последующей вспашкой почвы (до посева)	100	148,8	139,3	139,3	175,8
	100	158,3	138,8	141,1	163,8
	100	187,5	250,0	293,7	250,0

Одним из важнейших показателей водного режима растений является содержание воды в растении. Результаты наших исследований показали, что внесение отработанного гумбина сильно сказывается на повышении содержания воды в листьях хлопчатника.

Таблица 3

Влияние отработанного гумбина на содержание воды в листьях хлопчатника в зависимости от фона минеральных удобрений (на единицу сухого веса в %)

Дозы отработанного гумбина	Ф о н			
	на удобрение почвы	N	P	NP
Без отр. гумбина . . . . .	100	119,8	103,6	104,6
С отр. гумбин. из расчета 5 т/га .	133,3	140,6	136,6	123,0
"      "      10      "	139,8	135,4	137,8	131,6
"      "      20      "	139,9	126,1	137,6	135,4
"      "      40      "	137,6	120,0	104,6	127,8

Как видно при приведенных в таблице 3 данных, если содержание воды в листьях хлопчатника у контрольных растений принять за 100%, то при внесении отработанного гумбина в почву из расчета 5, 10, 20 и 40 т/га влажность достигает 133,0—139,9%, т. е. увеличивается на 33—39,9%. Минеральные удобрения также оказывают положительное влияние на содержание воды в листьях хлопчатника, но значительно более слабое, чем отработанный гумбин. Это видно из того, что если содержание воды в листьях хлопчатника на фоне отработанного гумбина выше, чем у контрольных растений на 39,9%, то на фоне азота превышение достигает только 19,8%.

Большой интерес представляет выяснение влияния одновременного внесения в почву отработанного гумбина с минеральными удобрениями на содержание воды в листьях хлопчатника. Наши исследования показали, что сочетание отработанного гумбина с минеральными удобрениями также улучшает водный режим растений. Это видно из того, что если содержание воды в листьях хлопчатника на фоне азотного удобрения превышает контрольные показатели на 19,8%, то при совместном внесении отработанного гумбина с азотным удобрением превышение достигает 40,6%, с фосфорными удобрениями—37,8% и с азот-фосфорными удобрениями—35,4%. Что же касается зависимости между содержанием воды в листьях хлопчатника и дозой отработанного гумбина, то нам не удалось установить определенной закономерности. Однако многочисленные определения, которые проводились нами, говорят за то, что наиболее эффективной по результатам является доза 5—10 т/га.

На основании полученных нами данных можно сделать следующие выводы:

1. Отработанный гумбин является мощным фактором для сохранения влаги в растении и в почве как до полива, так и после полива.
2. При правильном применении отработанного гумбина вместе с минеральными удобрениями, в особенности с азотным, можно улучшить водный режим растений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Д. М. Гусейнов—Применение отработанного гумбина в целях повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Баку, 1951.

2. В. Д. Михайлов—Опыт изучения эффективности нефтеотходов и ферганских битуминозных пород на повышение урожая хлопчатника. ДАН Узб. ССР № 2, 1951.
3. А. Х. Таги-заде—Влияние отработанного гумбина на содержание воды в листьях хлопчатника. ДАН Азерб. ССР, т. VII, № 12, 1951.
4. Р. Гусейнов—Влияние смеси сульфата аммония с отработанным гумбином на урожай хлопка-сырца и капусты. ДАН Азерб. ССР, т. VIII, № 6, 1952.

А. Х. Тагызаде

### Ишлэнмиш гумбринин памбыг биткисинин су режиминә тәсири ХҮЛАСӘ

Кәнд тәсәррүфат биткиләринин мәһсулдарлығыны артырмаг үчүн әсас агротехники тәдбирләрдән бири дә битки вә торпағын су режимини яхшылашдырмагдыр. Проф. Ч. М. Гүсейнов торпагда су вә һәрарәт режимини яхшылашдырмаг үчүн сәпиндән сонра әкин саһәсинә ишлэнмиш гумбрин верилмәсини мәсләһәт көрүр.

Торпағын су режимини яхшылашдырмасына ишлэнмиш гумбринин тәсири нәзәрә алараг, 1951-чи илдә Көйчай вә Учар районларында ишлэнмиш гумбринин памбыг биткисинин су режиминә тәсири өйрәнмәк мәгсәдилә ашағыдакы шәраитдә тәчрүбә апарылды:

а) сәпиндән сонра тарлая чәркә илә, йә'ни анчаг тохум сәпилән чәркәләрә, һәр һектара 2,5; 5,0; 10,0 вә 20,0 тон һесабилә ишлэнмиш гумбрин верилди;

б) сәпиндән сонра һәр һектара 2,5; 5,0; 10,0 вә 20,0 тон һесабилә бүтүн саһәйә ишлэнмиш гумбрин верилди;

в) сәпиндән әввәл һәр һектара 2,5; 5,0; 10,0 вә 20,0 тон һесабилә бүтүн саһәйә ишлэнмиш гумбрин вериләрәк, шумландыгдан сонра сәпилди.

Биткинин су режиминә ишлэнмиш гумбринин тәсири өйрәнилркен, әйни заманда, торпағын да су режиминә тәсири ишимизлә әлағадар олан һәчмдә өйрәнилрди. Бу мәгсәдлә дә саһә суварылмаздан әввәл вә суварыландан 7, 14 күн сонра 20 см дәринликдән нүмунәләр көтүрүлүб, рүтүбәти тәйин әдилрди.

Биткинин су режимини характеризә әтмәк үчүн транспирасия просеси вә ярпагда суюн мигдары һесаба алынды.

Апарылан тәдгигатдан мәлум олду ки, ишлэнмиш гумбрин торпағын вә биткинин су режимини яхшылашдырдыр. Лакин әлдә әдилән нәтичәләр ишлэнмиш гумбринин торпаға верилмәси үсулундан асылы олараг дәйишир. Апардығымыз тәчрүбәләрдә ән яхшы нәтичә, ишлэнмиш гумбринин сәпиндән сонра чәркә илә верилдийи вариантларда алынды. Белә ки, ишлэнмиш гумбринин чәркәләрә верилдийи саһәдә 18 күндән сонра торпаг нүмунәсинин тәркибиндә суюн мигдары мугайисә үчүн айрылмыш саһәдәкинән тәхминән ики дәфә артыг олдуғу һалда, башдан-баша верилән саһәдә бу фәрг чох чүз'и олур.

Ишлэнмиш гумбрин әксәр һалларда битки ярпағында суюн чохалмасына бөйүк тәсир кәстәрир. Мугайисә үчүн айрылмыш саһәдә битки ярпағынын тәркибиндәки суюн мигдары 100% гәбул әдиләчәк олса, ишлэнмиш гумбрин верилән саһәдә памбыг биткисинин ярпағындакы суюн мигдары 133,0—133,9%-ә чатар.

Минерал күбрә, хүсусән азот күбрәси ишлэнмиш гумбринлә бирликдә торпаға верилдикдә, биткидә суюн мигдары тәкчә минерал күбрә верилмиш саһәдән артыг олур. Демәли, ишлэнмиш гумбриндән сәмәрәли истифадә әтмәклә битки вә торпағын су режимини яхшылашдырмаг олар.

Г. Г. КУРБАНОВ

СВЯЗЬ МЕЖДУ ОСМОТИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ  
КЛЕТОЧНОГО СОКА ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ И СТЕПЕНЬЮ  
ИХ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ХЛОПКОВОГО  
ПАУТИННОГО КЛЕЩА (*TETRANUSCHUS URTICAE* КОСН)

Работами проф. В. В. Яхонтова в Узбекистане (1947) и нашими (1952) доказана избирательная способность хлопкового паутинного клеща по отношению к питающим растениям, хотя этот вредитель и весьма многояден (в Ширванской зоне Азербайджана нами выявлено 32 вида культурных и 121 вид сорных растений, на которых он может питаться и размножаться). Поражаемые клещом растения были классифицированы в обоих случаях по 4 группам в зависимости от степени поражаемости.

Для выяснения причин избирательной способности паутинного клеща и различных темпов его размножения в июне 1952 г. нами было произведено, по предложению проф. В. В. Яхонтова, определение осмотического давления клеточного сока различных растений. Всего было подвергнуто исследованию 88 видов культурных и сорных растений, принадлежащих 3 группам по степени привлекательности их для вредителя (сильно поражаемые, обладающие средней степенью привлекательности и избегаемые клещом). Каждый вид исследовался четырехкратно.

Осмотическое давление клеточного сока в листьях растений определялось рефрактометрическим способом. Растения для анализа брались по краям оросительных каналов, по краям хлопковых полей, на межах, в самом хлопковом поле, в огородах и садах, в местах массового размножения паутинного клеща. Анализу подвергались не пораженные вредителем листья, расположенные в верхнем, среднем и нижнем ярусах. Каждый ярус листьев всех видов растений исследовался одновременно. Пробы брались в утренние часы.

Листья тщательно очищались от пыли и в плотно закрытых пробирках нагревались текучим паром. После пятиминутной экспозиции пробирки охлаждались и из листьев, завернутых в марлю, обыкновенными плоскогубцами выжимался клеточный сок. Несколько капель сока переносились на призму рефрактометра, и показатель концентрации жидкости переводился по таблице Вальтера в показатель осмотического давления.

Наши исследования показали, что клещ охотнее поражает растения с меньшим осмотическим давлением клеточного сока (таблица 1).



Таблица 1

Осмотическое давление клеточного сока и опушенность растений, пораженных паутинным клещом, в Ширванской хлопковой зоне

Название растений		Степ. предпони- таем. раст. кле- щами по группам	Концентрация клеточного сока	Осмотическое давление в атм	Средняя опушен- ность на 1 мм <sup>2</sup>
русское и азербайджанское	латинское				
Дурнишник, колючка (пыт- раг)	<i>Xanthium strumarium</i> L.	I	3,45	2,64	0,9
Шавель (авелик)	<i>Rumex pulcher</i> L.	I	3,6	2,91	0,3
Огурец (хияр)	<i>Cucumis sativus</i> L.	I	4,35	3,43	6,6
Кукуруза (гаргыдалы)	<i>Zea mays</i> L.	I	4,8	3,7	0
Дыня (гоув)	<i>Cucumis melo</i> L. V. cultz Kur z.	I	5,0	3,96	6,6
Бодяк (эшшег гангал)	<i>Cirsium ciliatum</i> (Mur.) M. B.	I	5,0	3,96	2,3
Гречишник (кызылджиг)	<i>Polygonum persicaria</i> L.	I	4,2	3,17	0,4
Провирияк (эмен кемеджи)	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	I	5,1	3,96	7,8
Гумай (камыш)	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	I	5,2	3,96	0
Фасоль (маш)	<i>Phaseolus aureus</i> (Roxb.) Piper.	I	5,2	3,96	3,0
Томат (памадор)	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	I	5,4	4,22	12,1
Бешеный огурец (итхияры)	<i>Ecballium elaterium</i> (L.) Rich.	I	5,5	4,22	7,7
Лобия (лоби)	<i>Dolichos lablab</i> L.	I	5,65	4,48	6,6
Мелколепестник	<i>Erigeron canadensis</i> L.	I	5,65	4,48	1,8
Цикорий (касны)	<i>Cichorium intybus</i> L.	I	5,65	4,48	1,2
Подсолнечник (гюнебахан)	<i>Helianthus cultus</i> Wenzl.	I	5,7	4,48	3,8
Вьюнок полевой (сармашыг)	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	I	5,8	4,48	0,6
Тыква (бораны)	<i>Cucurbita pepo</i> L.	I	5,65	4,48	20,3
Посконник коноплевый	<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	I	6,2	4,75	5,8
Марь (тере)	<i>Chenopodium</i> sp.	I	6,2	4,75	0,9
Вика (лерге)	<i>Vicia dasycarpa</i> Ten.	I	6,3	4,75	11,0
" "	<i>Vicia angustifolia</i> L.	I	6,3	4,75	3,5
Павой (чепер сармашыгы)	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	I	6,3	4,75	0,2
Бодяк (эшшег гангал)	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	I	6,4	5,01	0
Гречишник (кызылджиг)	<i>Polygonum patulum</i> M. B.	I	6,45	5,01	0,2
Подорожник (багарпагы)	<i>Plantago major</i> L.	I	6,45	5,01	0
Алтей (гюлхетми)	<i>Althaea officinalis</i> L.	I	6,45	5,01	16,7
Арбуз (гарпыз)	<i>Citrullus edulis</i> Pang.	I	6,5	5,01	5,7
Вербена (ахавнич)	<i>Verbena officinalis</i> L.	I	6,5	5,01	1,3
Клоповник (бозалах)	<i>Lepidium draba</i> L.	I	7,0	5,29	10,6
Вьюнок полевой (сармашыг)	<i>Convolvulus</i> sp.	I	7,0	5,29	0
Марена (баяг оту)	<i>Rubia petiolaris</i> (s. et L.) G. Wor.	I	7,0	5,29	6,7
Василек	<i>Centaurea iberica</i> Trev.	I	7,5	5,86	3,2
Люцерна посевная (йонджа)	<i>Medicago sativa</i> L. et Vass.	I	7,65	5,86	6,8
Верблюжья колючка (агтик- кен)	<i>Alhagi pseudoalhagi</i> (M. B.) Dsv.	I	7,8	6,14	0,9
Осот (гангал)	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.	I	7,8	6,14	0
Осот полевой	<i>Sonchus arvensis</i> L.	I	8,0	6,14	0
Дурман (делибенк)	<i>Datura stramonium</i> L.	I	7,45	5,86	0,2
Клевер (чemen йонджасы)	<i>Trifolium echinatum</i> M. B.	I	8,0	6,14	1,4
Гелиотроп европейский	<i>Heliotropium europaeum</i> L.	I	8,0	6,14	5,6
Циннахум ластовен (япыш- ган оту)	<i>Cynanchum acutum</i> L.	I	8,0	6,14	0
Ляденец (гурд оту)	<i>Lotus tenuis</i> Kit.	I	8,25	6,42	0,5
Клевер (чemen йонджасы)	<i>Trifolium medium</i> L.	I	8,3	6,42	1,1
Стахус (памбыглы)	<i>Stachus lanata</i> Jacq.	I	8,3	6,42	10,4

Окончание таблицы 1

Название растений		Степ. предпони- таем. раст. кле- щами по группам	Концентрация клеточного сока	Осмотическое давление в атм	Средняя опушен- ность на 1 мм <sup>2</sup>
русское и азербайджанское	латинское				
Провирияк (эменкемеджи)	<i>Malva silvestris</i> L.	I	8,3	6,42	1,2
Зюзник	<i>Lycopus europaeus</i> L.	I	8,6	6,7	0,4
Редька	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	I	8,85	6,98	1,0
Фасоль (пахла)	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	I	8,85	6,98	10,3
Торлиас	<i>Torilis arvensis</i> (Huds) Link.	I	8,85	6,98	8,0
Шелковица (чекил)	<i>Morus nigra</i> L.	I	8,7	6,98	2,2
Хлопок (памбыг)	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	I	8,8	6,98	2,84
Павой	<i>Smilax exelsa</i> L.	I	8,9	6,98	0
Тута (аг тут)	<i>Morus alba</i> L.	I	9,0	6,98	3,0
Черноголовка (богазоту)	<i>Brunella vulgaris</i> L.	II	9,5	7,55	2,0
Солодка (биян)	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	II	9,5	7,55	2,1
Вика (лерге)	<i>Vicia peregrina</i> L.	II	9,8	7,84	0,3
Воробейник	<i>Lithospermum officinale</i> L.	II	9,65	7,55	35,8
Паслен черный (гуш узюму)	<i>Solanum nigrum</i> L.	II	9,75	7,84	1,9
Канатник "	<i>Abutilon Theophrasti</i> Med.	II	10,0	7,84	9,1
Донник (хешенбул)	<i>Mellilotus officinalis</i> (L.) Dsr.	II	10,0	7,84	3,3
Зверобой (дазы)	<i>Hypericum perforatum</i> L.	II	10,4	8,13	0
Инжир	<i>Ficus carica</i> L.	II	10,45	8,13	19,1
Вязель (аджи йонджа)	<i>Coronilla varia</i> L.	II	10,6	8,42	0
Лапчатка (гайтарма)	<i>Potentilla reptans</i> L.	II	10,65	8,42	7,0
Ежевика (бегюртикен)	<i>Rubus ibericus</i> Luz.	II	10,7	8,42	8,9
" "	<i>Rubus sanguineus</i> Friv	II	10,7	8,42	7,8
Виноград (узюм)	<i>Vitis silvestris</i> Gmel.	II	10,7	8,42	0,5
Одуванчик (аджиговух)	<i>Taraxacum Vulgare</i> (L. am.) Schreb.	II	10,7	8,42	0,4
Тополь (говак)	<i>Populus nigra</i> L.	III	10,95	8,71	0
Астрагал (гевен, аджи ге- вен)	<i>Astragalus glycyphullus</i> L.	III	10,95	8,71	15,6
Ежевика (бегюртикен)	<i>Rubus</i> sp.	III	11,6	9,29	22,6
Морковь дикая (кек, гада гайтаран)	<i>Daucus carota</i> L.	III	11,5	9,29	3,9
Молочай (сюджен)	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	IV	11,5	9,29	1,1
" "	<i>Euphorbia boissieriana</i> (g. Wor) Proch.	IV	11,6	9,29	0
Абрикос (ерик)	<i>Armeniaca Vulgaris</i> L.	III	11,85	9,58	2,9
Стахус (памбыглы)	<i>Stachus germanica</i> L.	III	11,85	9,58	3,8
Хмель (мая оту)	<i>Humulus lupulus</i> L.	IV	12,1	9,58	6,7
Карагач (карагач)	<i>Ulmus foliacea</i> Gilib.	III	12,3	9,85	5,8
Гебелля лисохвостная (ад- жибиян)	<i>Goebelia alopecuroides</i> (L.) Bge.	III	14,4	11,74	22,6
Гранатник (нар)	<i>Punica granatum</i> L.	IV	14,9	12,37	0
Конопля сорная (ябаны кен- дир)	<i>Cannabis sativa</i> L.	III	11,4	9,0	36,3
Лопух (говалах)	<i>Arctium transcasicum</i> D. Sosn.	IV	5,3	4,22	43,0
Мята лесная (ярпыз)	<i>Mentha longifolia</i> (L.) Huds	IV	8,2	6,42	43,8
Лебеда (унлуча)	<i>Atriplex nitens</i> Schkuhr.	IV	8,0	6,14	0
Ива южная (сеюд)	<i>Salix australior</i> Anderss	IV	12,1	9,58	20,7
Вишня (гилавар, дели гилас)	<i>Cerasus avium</i> (L.) Mo- ench.	III	12,35	9,87	0,4
Персик (шафталы)	<i>Persica vulgaris</i> Mill.	III	12,2	9,87	0
Золототысячник (кызыл четир)	<i>Centaurium umbellatum</i> Gilib.	III	12,5	10,17	0

Из таблицы видно, что растения, принадлежащие к первой (наиболее предпочитаемой вредителем) группе, имели осмотическое давление клеточного сока от 2,64 до 6,98 атм; растения, включаемые во 2 группу, обнаружили осмотическое давление клеточного сока от 7,55 до 8,42 атм. Растения 3 и 4 групп за исключением трех видов, имели осмотическое давление клеточного сока от 10,95 до 12,37 атм.

Осмотическое давление клеточного сока в листьях растения зависит не только от его видовой принадлежности, но и от ряда других причин—стадии развития, поливов, удобрений, структуры почвы, севооборота и других факторов.

Наша работа показала, что одни и те же виды растений при изменении осмотического давления клеточного сока листьев в различной степени подвергаются нападению клеща. Так, вика (*Vicia dasycarpa* Ten и *V. angustifolia* L.) при 4,75 атм заражается сильно, а при 7,84 атм заражается слабее. Ежевика (*Rubus ibericus* Juz. и *R. sanguineus* Frib.) при 8,42 атм заражается в средней степени, а при 9,29 атм—слабо. Солодка (*Glycyrrhiza glabra* L.) при 7,55 атм заражается значительно, тогда как при 11,74 атм она не заражается совершенно. Павой (*Calystegia sepium* (L.) R. Br.) при 4,75 атм заражается намного сильнее, чем при 7,55 атм. Шелковица (*Morus nigra* L.) при 6,98 атм заражается сильнее, чем при 7,55 атм.

Из наших наблюдений выяснилось, кроме того, что не раз отмеченный в литературе и наблюдавшийся нами в Азербайджане факт вертикального перемещения паутинного клеща по питающему растению в значительной мере зависит от разницы осмотического давления клеточного сока в разных ярусах листьев. Паутинный клещ совершает миграции в места с меньшим осмотическим давлением.

Это подтверждает и уточняет предположение, высказанное Г. Ф. Рекком (1950), о том, что вертикальные перемещения акариозности на растениях в летнее время обусловлены в основном физиолого-биохимической неоднородностью листьев различных ярусов.

Изложенные здесь материалы дают нам право, вопреки мнению Н. В. Бондаренко (1949), утверждать, что различие в осмотическом давлении клеточного сока растений является весьма важной причиной различной повреждаемости сорных и культурных растений паутинным клещом.

Интересно отметить, что К. М. Логинова (1949) для совершенно другого вида клеща (*Tarsonemus pallidus* Wapks—прозрачный клещ) устанавливает такую же закономерность. Она пришла к выводу, что все сорта земляники поражаются этим клещом, когда осмотическое давление клеточного сока по тем или иным причинам понижено, и чем оно ниже, тем сильнее проявляется деятельность клеща.

А. М. Соколов и Р. А. Соколова (1952), изучая роль осмотического давления клеточного сока в устойчивости яблони к зеленой яблонной тле (*Aphis pomi* Deg.), также установили, что питание, развитие и размножение зеленой яблонной тли обуславливается величиной осмотического давления клеточного сока. Относительная устойчивость сортов яблони к этой тле определяется величиной осмотического давления клеточного сока листьев и побегов. В зависимости от изменения осмотического давления изменяется численность яблонной тли и ее вредность.

Эти данные совершенно аналогичны результатам наших опытов и потому могут служить лишним подтверждением правильности наших выводов.

Поскольку в литературе имеются указания (Плотников, 1929; Сиязов, 1930; Лебедева, 1931), что на избирательную способность паутинного клеща оказывает влияние опушенность листьев, на растениях, которые подвергались изучению в отношении концентрации клеточного сока, определялось также число волосков на единице площади листа. Опушенность выражалась средним количеством волосков, приходящихся на один квадратный миллиметр.

Наши материалы опровергают высказанные в литературе предположения о наличии такой связи. Не отмечал этой связи в отношении винограда также Г. Шек (1936).

Из таблицы I видно, что паутинный клещ интенсивно размножается как на растениях с сильно опушенными листьями, например, на тыкве (*Cucurbita pepo* L.), алтее (*Althaea officinalis* L.), клоповнике (*Lepidium draba* L.), томатах (*Lycopersicon esculentum* M.), стахусе (*Stachys lanata* Jacq) и др., так и на растениях со слабо опушенными листьями, например, на вике (*Vicia angustifolia* L.), лобии (*Dolichos lablab* L.), фасоли (*Phaseolus aureus* Piper.), дыне (*Cucumis melo* L. v. *cultus* Kurz.), дурнишнике (*Xanthium strumarium* L.), клевере (*Trifolium echinatum* M. B.), люцерне посевной (*Medicago sativa* L. et. Vass), шелковице (*Morus nigra* L.) и др. и, наконец, на растениях, где листья совершенно лишены волосков, например, на полевом выюнке (*Convolvulus arvensis* L.), павое (*Smilax exselsa* L.), диантусе ластовене (*Cynanchum acutum* L.), осоте (*Sonchus asper* (L.) Hill), *S. arvensis* L.), подорожнике (*Plantago major* L.) и др. (см. в таблице I растения первой группы).

Среди растений, включаемых во вторую группу, также имеются как сильно опушенные, например, воробейник (*Lithospermum officinale* L.), инжир (*Ficus carica* L.), канатник (*Abutilon Theophrasti* Med.), так и слабо опушенные, например, солодка (*Glycyrrhiza officinalis* Desr.), и имеющие совсем неопушенные листья, например, вязель (*Coronilla varia* L.), зверобой (*Hypericum perforatum* L.) и др.

То же самое можно констатировать и для растений III и IV групп. Например, стахус (*Stachys germanica* L.), гебелия лисохвостая (*Goebelia alopecuroides* (L.) Bge.), конопля (*Cannabis sativa* L.), лопух (*Arctium transcasicum* D. Sosn.) имеют очень сильно опушенные листья, а черный тополь (*Populus nigra* L.), молочай (*Euphorbia boissieriana* Proch.), гранатник (*Punica granatum* L.) имеют голые листья.

Проведенная нами работа показала, что, в зависимости от кормового растения, самки паутинного клеща как за сутки, так и в течение всей жизни откладывают неодинаковое количество яиц. Так, например, на хлопчатнике самки откладывали в наших опытах от 1 до 17 яиц за сутки и от 160 до 211 яиц за всю жизнь (в среднем 177), на шелковице соответственно от 1 до 19 и от 69 до 166 (в среднем—102), на *Lepidium draba* L.—от 1 до 14 и от 96 до 173 (в среднем—123), на *Convolvulus arvensis* L. от 1 до 8 и от 23 до 143 (в среднем—71), на *Malva neglecta* Wallg.—от 1 до 14 и от 97 до 167 (в среднем—118), на солодке—от 1 до 8 и от 27 до 84 (в среднем—45).

Анализ данных, приведенных в таблицах 2 и 3, заставляет предположить зависимость плодовитости паутинного клеща не только от химического состава клеточного сока кормового растения, но и от величины его осмотического давления. Так, например, на вишне,

Таблица 2

Количество яиц, отложенных самками хлопкового паутинного клеща в зависимости от кормового растения в полевых условиях

Растения	Отложено яиц одной самкой за всю жизнь						Плодовитость				
	1 самка	2 самка	3 самка	4 самка	5 самка	в среднем	минимум	максимум	среднесуточная	минимальная	максимальная
Просвирия ( <i>Malva neglecta</i> W.)	97	167	102	121	106	118	97	167	5	1	14
Клоповник ( <i>Lepidium draba</i> L.)	173	126	122	101	96	123	96	173	6	1	14
Шелковица ( <i>Morus nigra</i> L.)	69	83	90	102	166	102	69	166	6	1	19
Вьюнок полевой ( <i>Convolvulus arvensis</i> L.)	23	52	71	143	66	71	23	143	4	1	8
Зюзник ( <i>Lycopus europaeus</i> L.)	77	68	129	73	58	81	58	129	4	1	8
Тыква ( <i>Cucurbita pepo</i> L.)	69	161	112	55	140	107	55	161	5	1	11
Лобия ( <i>Dolichos lablab</i> L.)	135	85	81	93	87	96	81	135	4	1	9
Донник ( <i>Melilotus officinalis</i> Dsr.)	83	42	49	37	48	51	37	83	2	1	7
Солодка ( <i>Glycyrrhiza glabra</i> L.)	84	39	41	27	34	45	27	84	2	1	8
Вишня ( <i>Cerasus avium</i> (L.) M.)	15	24	21	18	63	28	15	63	2	1	3
В среднем	82	84	81	77	86	82	—	—	—	—	—
Минимум	15	24	21	18	34	—	15	—	—	—	—
Максимум	173	167	129	143	166	—	—	173	—	—	—

Таблица 3

Количество яиц, отложенных самками хлопкового паутинного клеща по пятидневкам на хлопчатнике в полевых условиях

Температура	22°,5	22°	24°	25°,5	24°,5	26°	Всего отложено яиц
	Относительная влажность	65%	68%	67%	64%	60%	
	Количество яиц, отложенных за пятидневку						
	I	II	III	IV	V	VI	
1 самка	50	41	50	28	—	—	169
2 самка	24	52	51	24	—	—	175
3 самка	31	41	48	40	—	4	160
4 самка	41	50	43	39	—	—	173
5 самка	10	52	49	40	20	—	211
В среднем	39	47	48	34	8	1	177
Минимум	24	41	43	24	20	—	160
Максимум	50	52	51	40	—	—	211

принадлежащей III группе, средняя плодовитость—только 28 яиц, а максимальная—63, на солодке и доннике, включаемых во II группу,

средняя плодовитость—45 и 37 яиц, а максимальная—84 и 83. В то же время на растениях, принадлежащих I группе, наименьшая плодовитость (на вьюнке) была равна 71 яйцу, а наибольшая плодовитость (на хлопчатнике) до 177 яиц. Максимальная плодовитость на растениях первой группы колебалась от 129 до 211 яиц. При большем осмотическом давлении клеточного сока плодовитость снижается.

Конечно, допустимо предположить, что кроме химического состава и осмотического давления клеточного сока на плодовитость клеща влияют и еще какие-то дополнительные внешние и внутренние факторы.

В литературе не раз отмечалось, что применение минеральных удобрений способно снизить потери урожая культурных растений от повреждений паутинного клеща. Это обычно приписывалось повышению сопротивляемости растений.

В. А. Лебедева (1931), изучая влияние различных удобрений на хлопчатник при повреждении его паутинным клещом, отмечает, что "... несомненно, удобрения должны повысить сопротивляемость хлопчатника против паутинного клещика и сыграть большую роль в деле общего повышения урожая".

К. Н. Завадовский (1936) пришел к заключению, что средняя относительная разность процента заражения растений паутинным клещом в начале массового распространения вредителя выражается по N в 27% и по NP в 38% и в период интенсивного развития этого вредителя—по N в 9% и по NP в 12% по отношению к соответствующим процентам зараженных удобрением растений. Разница в заражении растений, по мнению этого автора, является результатом косвенного влияния удобрения, вызвавшего проявление у паутинного клеща избирательной способности к неудобренным растениям.

Н. В. Бондаренко (1949), изучавший поведение паутинного клеща в тепличных условиях под Ленинградом, находит, что на огурцах влияние повышенных доз минеральных удобрений сказалось на плотности заселения листа клещами. Установлено, что чем лучше были условия для роста и развития растений (при оптимальных дозах удобрений), тем меньше плотность клещика и, наоборот, чем больше растения страдали от недостатка или избытка питательных веществ, тем выше была плотность клещика.

В. С. Чувахин (1951) пишет, что особенно сильно страдает от клеща хлопчатник, посеянный на истощенных, неудобренных и плохо обработанных почвах, или ослабленный недостаточными поливами.

Как показывают наши данные, влияние минеральных удобрений сказывается не только в повышении сопротивляемости повреждениям, но и в увеличении осмотического давления клеточного сока листьев растений.

К. М. Логинова (1949) в отношении клеща *Tarsonemus pallidus* В а п к s., поражающего землянику, пришла к аналогичному выводу. По ее мнению, внесение соответствующих количеств удобрений изменяет концентрацию клеточного сока, повышая его осмотическое давление. Клеточный сок становится непригодным для питания прозрачного клеща, и на таких растениях он вымирает. Логинова пишет: "... более целесообразным является внесение комплексных удобрений. Численность клещей при повышении осмотического давления под влиянием комплексных удобрений резко уменьшается. При внесении высоких норм солей клещи погибают почти полностью".

## Выводы

1. Как показали наши наблюдения, различные растения поражаются паутинным хлопковым клещом в разной степени.

2. Проведенные нами эксперименты показали, что паутинный клещ тем охотнее поражает растения, чем меньше осмотическое давление клеточного сока.

3. Осмотическое давление клеточного сока неодинаково в листьях различных ярусов одного и того же растения. С этим связаны вертикальные перемещения паутинного клеща на питающих растениях.

4. Изменение осмотического давления клеточного сока в листьях растений зависит от ряда причин—стадии развития растения, поливов, удобрений, структуры почвы, севооборота и других факторов.

5. Рациональные агромероприятия, улучшая условия существования растений, способствуют повышению осмотического давления клеточного сока и, тем самым, меньшей поражаемости их паутинным клещом.

6. Анализ данных наших опытов заставляет предположить зависимость плодovitости паутинного клеща не только от химического состава клеточного сока кормового растения, но и от величины его осмотического давления. С увеличением осмотического давления плодovitость клеща снижается.

7. Наши материалы опровергают высказанные в литературе предположения о связи между опушенностью листьев растений и степенью привлекательности их для паутинного клеща. Паутинный клещ интенсивно размножается как на сильно, так и на слабо опушенных листьях.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Н. В. Бондаренко—Паутинный клещик как вредитель тепличных культур в условиях Ленинградской области. Ленинград, 1949.
2. К. Н. Завадовский—Влияние минеральных удобрений на развитие вредителей и болезней хлопчатника, Мат. по защите растений. Научный бюлл. Союз. НИИХИ, № 7 (27), Ташкент, 1936.
3. Г. Г. Курбанов—Сорняки, как резерваторы паутинного клещика в Ширванской хлопковой зоне Азербайджана. Изв. АН Азерб. ССР № 9, 1951.
4. В. А. Лебедева—Опыт агрономического учета вреда от паутинного клещика (*Eritetranychus althaea* V. N. sp. n.) на хлопчатнике. Ташкент, 1931.
5. К. М. Логнинова—Разработка методов борьбы с прозрачным клещом на землянике. Ленинград, 1949.
6. В. И. Плотников—К вопросу о борьбе с главными вредителями хлопчатника. „Хлопковое дело“ № 1—2, Москва, 1929.
7. Г. Ф. Рекк—О факторах, обуславливающих изменение численности паутинных клещей. Сообщения АН Груз. ССР, т. XI, № 2, 1950.
8. М. М. Сиязов—Вредители хлопчатника. Тифлис, 1930.
9. А. И. Соколов и Р. А. Соколова—Роль осмотического давления клеточного сока в устойчивости яблони к зеленой яблонной тле—*Aphis pomi* Deg. Доклады ВАСХНИЛ № 2, 1952.
10. В. С. Чувахин—Как проводить борьбу с вредителями хлопчатника. М., 1951.
11. Г. Х. Шек—О вредоносности клещика на винограде в б. Ганджинском районе. „Защита растений“, сб. 11, изд. ВИЗР, Ленинград, 1936.
12. В. В. Яхонтов—К познанию избирательной способности хлопкового паутинного клещика по отношению к питающим растениям. Изв. АН Узб. ССР № 1, 1947.

h. h. Гурбанов

Битки яргагындакы хүчейрэ ширэсинин осмотик тэзийги илэ бу тэзийгин памбыг тор кэнэчийини өзүнэ чэлб этмэк дэрэчэси арасындакы элагэ

## ХҮЛАСЭ

Азербайчанын Ширван зонасында памбыг тор кэнэчийинин 32 нөв мэдэни вэ 121 нөв ябаны битки үзэриндэ яшадыгы мүэййэн эдилмишдир.

Памбыг тор кэнэчийинин мүхтэлиф биткилэрэ янашмасы вэ элэчэдэ онун айры-айры битки үзэриндэ мүхтэлиф сүр'этлэ чохалмасы сәбәбини айдынлашдырманын бөйүк тәчрүби әһәмийәти вардыр. Бунун үчүн 1952-чи илин июн айында 88 нөв мэдэни вэ ябаны биткинин хүчейрэ ширэсинин осмотик тэзийги мүэййэн эдилмишдир. Тор кэнэчийи илэ йолухма дэрэчэсинэ көрә мэдэни вэ ябаны битки нөвләри 4 група бөлүнүр.

Биткиләрин яргагындакы хүчейрэ ширэсинин осмотик тэзийги рефректометрик үсулла тә'йин эдилмишдир.

Тәдгигат көстәрмишдир ки, мүхтэлиф биткиләр өз хүчейрэ ширәләринин осмотик тэзийгиндән асылы олараг, памбыгын тор кэнэчийи илэ мүхтэлиф дэрэчэдә йолухурлар.

Белә ки, тор кэнэчийи хүчейрэ ширәси аз осмотик тэзийгә малик олан биткиләрә даһа чох зәрәр верир.

Һәмчинин мүэййэн эдилмишдир ки, биткинин мүхтэлиф ярусларында ерләшән яргагынын хүчейрэ ширэсинин осмотик тэзийги дә мүхтэлифдир, бундан асылы олараг айры-айры вахтларда тор кэнэчийи өз ерини дәйишир.

Биткиләрин хүчейрэ ширэсинин осмотик тэзийги биткинин инкишаф дэрэчэсиндән, суварма вэ күбрәләнмэдән, торпагынын структурасында, әкинин нөвбәләшмәсиндән вэ башга амилләриндән асылы олараг дәйишир.

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:** Алиев М. М. (редактор), Волобуев В. Р.,  
Газиев Г. Н., Гусейнов И. А., Караев А. И., Кашкай М.-А., Мамед-  
алиев Ю. Г., Нагиев М. Ф. (зам. редактора), Топчибашев М. А., Усейнов  
М. А., Халилов З. И., Ширалиев М. Ш., Эфендизаде А. А.

Подписано к печати 16/VI 1953 г. ФГ 26549. Бумага  $70 \times 108^{1/16} = 5^{11/16}$

Печ. лист. 10,1. Уч.-изд. лист. 10. Заказ № 212. Тираж 575.

Типография «Красный Восток» Министерства Культуры Азербайджанской ССР.  
Баку, Ази Асланова, 80.

800

8 руб.