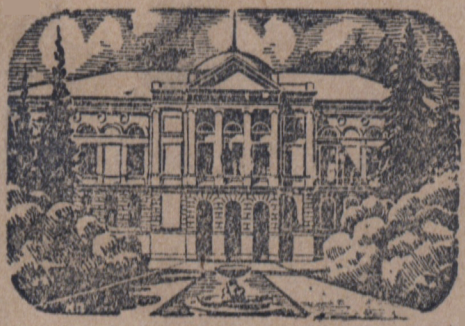
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В. В Куйбышева

Ученые записки



11

ТОМСК 1948

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В. В. КУЙБЫШЕВА

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

11

ТОМСК—1948

Отв. редактор проф. В. Т. Макаров
Ученый секретарь проф. В. А. Хахлов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Доц. А. Е. Абрамович, доц. Н. Ф. Бабушкин, проф. А. П. Бунтин, доц. М. С. Горохов, доц. А. И. Данилов, проф. Б. Г. Иоганзен, доц. П. В. Копнин проф. В. М. Кудрявцева (зам. отв. редактора), член-корреспондент Акад. Наук СССР проф. В. Д. Кузнецов, проф. П. П. Куфарев, доц. А. М. Лейкин, доц. Н. А. Нагинский, проф. В. А. Пегель (зам. отв. редактора), доц. А. А. Скворцова.

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
1948 УНИВЕРСИТЕТА имени В. В. КУЙБЫШЕВА № 11

ВЕКОВЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ ПЛАНЕТЫ ПАЛЛАДА ОТ ЮПИТЕРА

Доц. П. М. АЛАБУЖЕВ

В 1818 году Гаусс опубликовал теоретические обоснования нового метода вычисления вековых возмущений первого порядка. По Гауссу возмущающее действие планеты (возмутителя) можно наглядно представить себе так, что масса возмутителя распределена вдоль всей его орбиты и притом обратно пропорционально скорости в каждой точке этой орбиты; тогда притяжение, оказываемое таким сплошным, неоднородным кольцом на другое тело, и дает величину векового возмущения. Развивая идею Гаусса, французский математик Альфан предложил изящное решение поставленной задачи с применением эллиптических функций в форме Вейерштрасса (5). Однако метод Альфана на практике не применялся, вследствие ошибок, допущенных им. Профессор Томского университета Н. Н. Горячев нашел ошибки Альфана, показал применимость метода на практике (1) и дал таблицы, облегчающие получение некоторых величин (2).

Данная работа тесно примыкает к работе Н. Н. Горячева и выполнена под его руководством. Постановка этой работы была вызвана необходимостью выбора наиболее эффективных методов решения поставленной задачи с тем, чтобы в дальнейшей работе приступить к построению аналитической теории движения малых планет. Особый интерес к изучению возмущений астероида Паллада (открытого 28 марта 1802 г.) вызван тем, что у этой малой планеты слишком большой эксцентриситет e и наклонение i своей орбиты, вследствие чего возмущающее влияние других планет в данном случае особенно сильно.

Изучением движения этой планеты на кафедре астрономии ТГУ занималась Е. А. Киселева (4) и Н. Н. Горячев (3). Из последней работы и были взяты элементы Паллады в эпоху 1919 года; сентябрь 12, сред. Гринвич. время (равноденствие 1918).

	Паллада	Юпитер
Большая полуось	$\log a = \ ,44\ 0111;$	$\log a' = 0,7162374$
Эксцентриситет	$e = 0,234101;$	$i' = 0,048\ 3668$
Долгота восходящего узла орбиты на неподвижной эклиптике	$\Omega = 172^{0}52'33'',79;$	$\Omega = 99^{0}37'11'',50$
Угловое расстояние перигелия от восходящего узла	$\omega = 309^{0}42'47'',95;$	$\omega' = 273^{0}22'54'',30$
Долгота перигелия	$\Pi = 12\ ^{0}3\ '21'',74;$	$\Pi' = 13^{0}00'05'',80$
Наклон орбиты	$i = 3\ ^{0}44'28'',93;$	$i = 1^{0}18'27'',40$
Среднее суточное движение	$n = 768'',14539$	
Средняя аномалия в эпоху	$M_0 = 206^{0}07'59'',76;$	$m' = \frac{1}{1047,335}$

Вначале для Паллады было взято только 12 положений на ее орбите, но в результате двукратных вычислений (способом Альфана и Хилла с семизначными таблицами логарифмов) были получены одни и те же значения возмущений с недостаточной мерой точности (контролем чего является приближение к нулю выражения $\frac{da}{dt}$).

Это указывало на то, что для Паллады по ее орбите недостаточно 12 точек, поэтому вычисления были проведены еще для 12 промежуточных (способом Альфана).

Итог всей вычислительной работы объединен в нижеследующей таблице.

	Первые 12 положений (0^0, 30^0 . . . 330^0)	Промежуточные 12 положений (15^0, 45^0 . . . 345^0)	Среднее из 24 положений
$\frac{da}{dt}$	—0,01621	+ 0,01695	+ 0,00037
$\frac{d\Theta}{dt}$	—35'',4660	—35'',4712	—35'',4686
$\frac{di}{dt}$	+4,7870	+ 4,7965	+ 4,7917
$\frac{de}{dt}$	—10,5320	—10,5220	—10,5270
$\frac{d\pi}{dt}$	—9,1222	— 9,1479	— 9,1350
$\frac{dL}{dt}$	—22,4868	—22,4832	—22,4850
$\frac{dX}{dt}$	—2,7998	— 2,8246	— 2,8122

Полученный результат показывает, что точность вычислений значительно повысилась. Можно ручаться за три знака после запятой, и результатом, средним из 24 положений, можно пользоваться в течение 200—250 лет.

Характерно, что наклон орбиты i увеличивается (Юпитер как бы выворачивает плоскость орбиты Паллады); эксцентриситет же e уменьшается, т. е. орбита приближается к круговой; весьма характерно, что $-\frac{d\pi}{dt} < 0$.

Все это говорит об оригинальности планеты, трудности ее изучения и построения аналитической теории движения обычными методами.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Горячев Н. Н.—„Способ Halphen'a для вычисления вековых возмущений и применение его к Церере". Томск, 1937 г.
2. Горячев Н. Н.—„Таблица функций $\varphi(\xi)$ и $\varphi'(\xi)$ для вычисления вековых возмущений по способу Halphen'a" Труды ТГУ, том 91, 1939 год.
3. Горячев Н. Н. — „Исследование движения планеты (2) Pallas за 1920 -1924 гг. „Труды ТГУ, т. 86, 1934 г.
4. Киселева Е. А. „Опыт нахождения оскулирующей орбиты 2 Pallas из оппозиций 1914, 1915, 1918, 1919 гг." Русский Астрономический журнал, т. III, вып. III—12. Москва, 1926 г.
5. Halphen—Traite des fonctions elliptiques t. 2.

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
1948. УНИВЕРСИТЕТА имени В. В. КУЙБЫШЕВА № 11

НАПРЯЖЕННОСТЬ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЦИЛИНДРЕ С РАЗРЕЗОМ

Доц. Г. А. БЮЛЕР

§. 1. Цилиндр секторного сечения в продольном магнитном поле

Задача определения напряженности магнитного поля $\overline{H}$ в цилиндре, с поперечным сечением в виде кольцевого сектора (рис. 1), находящемся в переменном магнитном поле $\overline{H} = \overline{H}_0 e^{i\omega t}$, $(\omega = 2\pi f)$, была рассмотрена Эфросом, но приближенное выражение потока индукции, полученное им, является очень грубым приближением и не может быть использовано при анализе.

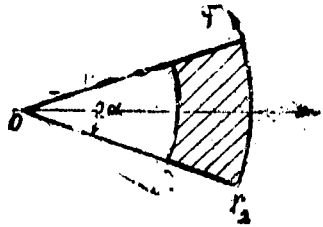


Рис. 1

Имея целью получить решение в более удобном для вычислений виде мы рассмотрим цилиндр, ограниченный координатными поверхностями:

$$r = r_1,\ r = r_2 \text{ и } \varphi = \pm\alpha. \tag{1}$$

Не повторяя выкладок, аналогичных [1], получим решение задачи в виде:

$$H(r,\varphi) = H_0 + H_0 \sum_{n=0}^{\infty} U_n(r,\lambda_n)\cos\lambda_n\varphi, \qquad \left(\lambda_n = \frac{2n+1}{2\alpha}\pi\right), \tag{2}$$

где

$$(3)\qquad U_n(r,\lambda_n)=\frac{(-1)^{n+1}k^2}{\lambda_n}\left|\begin{matrix}B\lambda_n\lambda_n\ (rk,r_1k)\\ B\lambda_n\lambda_n\ (r_2k,r_1k)\end{matrix}\right|\int_{r_1}^{r_2}B\lambda_n\lambda_n(\rho k,r_2k)\,\rho d\rho-$$
$$-\int_{r_1}^{r}B\lambda_n\lambda_n(\rho k,rk)\,\rho d\rho\Bigg|$$

и

(4) $B\lambda_n\lambda_n(x,y)=J\lambda_n(y)N\lambda_n(x)-J\lambda_n(x)N\lambda_n(y)$, $J\lambda_n(x)$ и $N\lambda_n(x)$ — функции Бесселя.

Интегрируя по площади поперечного сечения, получаем поток индукции,

$$(5)\qquad \bar{\varphi}=\mu\bar{H}_0\pi(r_2^2-r_1^2)+2\mu\bar{H}_0\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(-1)^n}{\lambda_n}\int_{r_1}^{r_2}U_n(r,\lambda_n)\,r\,dr.$$

§ 2. Для получения формул, соответствующих круговому сектору, достаточно в формулах (2) — (5) положить $r_1=0$, если же кроме того еще положить $\alpha=\pi$, то получим цилиндр с разрезом вдоль плоскости $\varphi=\pi$ до оси цилиндра. В последнем случае $\lambda_n=n+\frac{1}{2}$ и функции $U_n(r,\lambda_n)$ выразятся через функции Бесселя, так как $N_{n+\frac{1}{2}}(z)=(-1)^{n+1}J_{-n-\frac{1}{2}}(z)$, и интегралы Френеля $S(z)$ и $C(z)$ от комплексного аргумента $z=rk=r\sqrt{k}e^{-i\frac{\pi}{4}}$. Так например при $r_2=1$ будем иметь:

$$U_0=2\left\{J_{\frac{1}{2}}(rk)\left[kJ_{\frac{1}{2}}(k)-S(k)-\frac{J_{-\frac{1}{2}}(k)}{J_{\frac{1}{2}}(k)}\left(C(k)-kJ_{-\frac{1}{2}}(k)\right)\right]+\right.$$
$$\left.+J_{-\frac{1}{2}}(rk)\,C(rk)+J_{\frac{1}{2}}(rk)\,S(rk)-\frac{2}{\pi}\right\}$$

$$U_1=\frac{2}{3}\left\{J_{\frac{3}{2}}(rk)\left[kJ_{-\frac{1}{2}}(k)-3C(k)-\frac{J_{-\frac{3}{2}}(k)}{J_{\frac{3}{2}}(k)}\left(3S(k)-kJ_{\frac{1}{2}}(k)\right)\right]+\right.$$
$$\left.+3\left[J_{-\frac{3}{2}}(rk)\,S(rk)+J_{\frac{3}{2}}(rk)\,C(rk)+\frac{2}{\pi}\right]\right\}.$$

Как показали вычисления (см. таблицу 1) ряд (2), при φ равном нулю, знакопеременный и, следовательно, первое приближение $\overline{H}/\overline{H}_0 \cong 1 + U_0$ дает значение реальной и мнимой части H/H_0 с недостатком, а второе приближение $H/H \cong 1 + U_0 + U_1$ с избытком это подтверждалось вычислением третьего приближения $\overline{H}/\overline{H}_0 \cong 1 + U_0 + U_1 + U_2$.

Таблица 1

Значения функции U_n $(n = 0,1,2)$, при значении $|k| = 2$.

r	ReU_0	JmU_0	ReU_1	JmU_1	ReU_2/H_0	JmU_2
0,0	−0,0000	−0,0000	0,0000	0,0000	−0,0000	−0,0000
0,1	−0,1892	−0,3542	0,0031	0,0204	−0,0003	−0,0030
0,2	−0,2091	−0,4700	0,0082	0,0464	−0,0006	−0,0100
0,3	−0,2271	−0,5782	0,0154	0,0694	−0,0016	−0,0183
0,4	−0,2329	−0,5963	0,0176	0,0867	−0,0019	−0,0263
0,5	−0,2213	−0,5508	0,0200	0,0964	−0,0011	−0,0316
0,6	−0,1946	−0,4817	0,0200	0,0976	−0,0016	−0,0361
0,7	−0,1555	−0,3089	0,0177	0,0893	−0,0041	−0,0357
0,8	−0,1072	−0,2704	0,0131	0,0707	−0,0035	−0,0301
0,9	−0,0537	−0,1674	0,0069	0,0412	−0,0019	−0,0186
1,0	−0,0000	−0,0000	0,0000	0,0000	−0,0000	−0,0000

Значения $|\overline{H}/\overline{H}_0|$ при $|k| = 1.2$ и $\varphi = 0$, в первых трех приближениях, представлены таблицей 2, где, для сравнения, в четвертом столбце приведены значения $|H_б/H_0|$ для цилиндра без разреза.

Таблица 2

r \ $\|k\|=2$	Приближения $\|\overline{H}/\overline{H}_0\|$			$\|H_б/H_0\|$	Приближения $\|\overline{H}/\overline{H}_0\|$			$\|\overline{H}_б/\overline{H}_0\|$	$\|k\|=1$ \ r
	1-е	2-е	3-е		1-е	2-е	3-е		
0,0	1,0000	1,0000	1,0000	0,8137	1,0000	1,0000	1,0000	0,9847	0,0
0,1	0,9216	0,9168	0,9173	0,8197	0,9915	0,9912	0,9912	0,9847	0,1
0,2	0,9269	0,9115	0,9157	0,8140	0,9939	0,9929	0,9929	0,9847	0,2
0,3	0,9362	0,9104	0,9189	0,8153	0,9955	0,9937	0,9939	0,9848	0,3
0,4	0,9117	0,9094	0,9201	0,8189	0,9959	0,9947	0,9944	0,9851	0,4
0,5	0,9424	0,9093	0,9217	0,8263	0,9960	0,9937	0,9945	0,9857	0,5
0,6	0,9401	0,9117	0,9235	0,8397	0,9951	0,9939	0,9949	0,9867	0,6
0,7	0,9383	0,9195	0,9285	0,8614	0,9962	0,9941	0,9950	0,9884	0,7
0,8	0,9429	0,9353	0,9399	0,8958	0,9966	0,9955	0,9958	0,9910	0,8
0,9	0,9610	0,9615	0,9622	0,9394	0,9972	0,9972	0,9973	0,9948	0,9
1,0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0

Таблица 3

	$\|k\| = 2$		$\|k\| = 1$
	3-е прибл.	2-е прибл.	2-е прибл.
$\|\bar{\phi}\,\bar{\phi}_1\|$	0,9403	0,9399	0,9956
$\|\bar{\phi}_6\,\bar{\phi}_0\|$	0,846	0,846	0,988
$\|\bar{\phi}/\bar{\phi}_6\|$	111,2%	111,1%	100,8%

Кривые напряженности $|H|$ при различных φ и $|k| = 2$ изображены на рис. 2, где пунктиром показано первое и второе приближение при $\varphi = 0$.

Величина потока индукции $\bar{\phi}$ была получена численным интегрированием, по формуле трапеций, причем полученные зна-

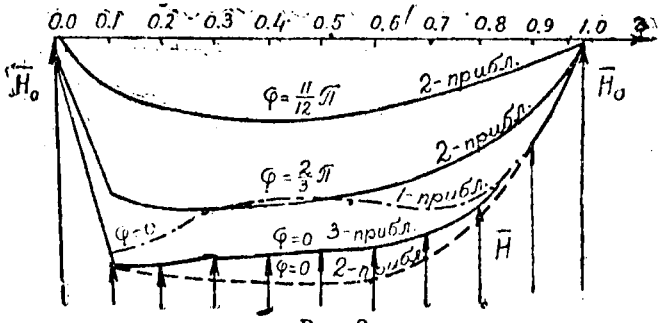


Рис. 2

чения меньше истинных, так как ряд (5) знакопостоянный, что видно и из сравнения второго и третьего приближения (таблица 3).

В таблице 3 приведены значения $|\bar{\phi}/\bar{\phi}_0|$, где $\bar{\phi}_0 = \pi\mu\bar{H}_0$, для цилиндра с разрезом и без разреза $|\bar{\phi}_6/\bar{\phi}_0|$, а также их процентного отношения $|\bar{\phi}\,\bar{\phi}_6|$.

Сравнивая первые две строки таблицы 3, видим, что поток индукции в цилиндре с разрезом значительно больше чем в цилиндре без разреза, причем эта разница возрастает с увеличением частоты f и проводимости σ, (так как $|k| = 2\pi\sqrt{2\sigma\mu f}$), что естественно, так как в связи с электрическим скинэффектом увеличивается сопротивление индукционным токам, и следовательно, относительно уменьшается встречный магнитный поток.

ЛИТЕРАТУРА

1] А. М. Эфрос, ж. т. ф. т. X; в. 6, ст. 467 (1940).

Сибирский Физико-Технический
Институт при Т. Г. У.

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
1948 УНИВЕРСИТЕТА имени В. В. КУЙБЫШЕВА № 11

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ИНДУКЦИОННЫХ ТОКОВ НА ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА

Доц. БЮЛЕР Г. А.

§ 1. Поместим пластинку, ограниченную плоскостями $z=0$ и $z=-\delta$ в поле витка радиуса R, по которому течет ток $I(t)=I_m e^{i\omega t}$, $(\omega=2\pi f)$. Рассмотрим задачу при следующих предположениях: 1) Сечение витка настолько мало, что виток можно считать линейным. 2) Виток находится на расстоянии a от поверхности пластинки $z=0$ и ось витка совпадает с осью $0z$ цилиндрической системы координат r, φ, z. 3) Внешней средой $z>0$ и $z<-\delta$ является диэлектрик ($\sigma=0$, $\mu=1$).

Введем следующие обозначения:

$H_0(r, z)$—напряженность магнитного поля витка,

$H_1(r, z)$ — напряженность магнитного поля индукционных токов в среде $z>0$,

$H_2(r, z)$ — напряженность результирующего магнитного поля в металлической пластинке $-\delta\leqslant z\leqslant 0$,

$H_3(r, z)$ — напряженность результирующего магнитного поля в среде $z<-\delta$; σ —проводимость и μ—магнитная проницаемость металла.

Проекции H на оси координат r, φ, z будем обозначать соответственно через H_r, $H\varphi$ и H_z ($H_\varphi=0$ в силу симметрии относительно оси oz).

Известно [1], что:

$$H_{0,r}(r, z)=-\int_0^\infty f(\lambda)J_0(\lambda r)e^{-\lambda(a-z)}\lambda d\lambda; \tag{1}$$

$$H_{0,z}(r, z)=\int_0^\infty f(\lambda)J_1(\lambda r)e^{-\lambda(a-z)}\lambda d\lambda,$$

где

$$f(\lambda)=2\pi I_m R J_1(\lambda, R). \tag{2}$$

Напряженность магнитного поля $H_j(r, z)$ удовлетворяет волновому уравнению:

$$\Delta H_j + k^2 H_j = 0, \quad (k^2 = -i\,4\pi\omega\gamma\mu) \tag{3}$$

и подчиняется граничным условиям:

$$\begin{aligned} &H_{2,r}(r, o) = H_{0,r}(r, o) + H_{1,r}(r, o); \quad \mu H_{2,z}(r, o) = H_{0,z}(r, o) + H_{1,z}(r, o); \\ &H_{2,r}(r, -\delta) = H_{3,r}(r, -\delta); \qquad\qquad \mu H_{2,z}(r, -\delta) = H_{3,z}(r, -\delta) \end{aligned} \tag{4}$$

и условию неразрывности на поверхности $z = 0$ и $z = -\delta$.
Подставляя в граничные условия (4) решения уравнения (3):

$$\begin{aligned} H_{1,z}(r, z) &= -\int_0^\infty f_1(\lambda) J_0(\lambda r) e^{-\lambda z}\,\lambda d\lambda; \\ H_{1,r}(r, z) &= -\int_0^\infty f_1(\lambda) e^{-\lambda z} J_1(\lambda r)\lambda d\lambda, \\ H_{2,z}(r, z) &= \int_0^\infty [f_2'(\lambda) e^{mz} + g_2'(\lambda) e^{-mz}] J_0(\lambda r) d\lambda; \\ H_{2,r}(r, z) &= \int_0^\infty [f_2(\lambda) e^{mz} + g_2(\lambda) e^{-mz}]\, J_1(\lambda r) d\lambda \\ H_{3,z}(r, z) &= -\int_0^\infty f_3(\lambda) e^{\lambda z} J_0(\lambda r)\lambda d\lambda; \\ H_{3,r}(r, z) &= \int_0^\infty f_3(\lambda) e^{\lambda z} J_1(\lambda r)\lambda d\lambda, \quad (m = \sqrt{\lambda^2 - k^2}) \end{aligned} \tag{5}$$

найдем, при помощи интеграла Фурье-Бесселя, неизвестные функции:

$$\begin{aligned} f_1(\lambda) &= -\frac{2}{\Delta} f(\lambda)\left(\mu - \frac{m^2}{\lambda^2}\right) \operatorname{Sh} m\delta \cdot e^{-\lambda a}, \\ f_3(\lambda) &= \frac{4m}{\lambda\Delta} f(\lambda) e^{\lambda(\delta - a)} \\ f_2'(\lambda) &= \frac{2\lambda}{\Delta} f(\lambda)\left(\mu + \frac{m}{\lambda^2}\right) e^{m\delta - \lambda a}, \\ g_2'(\lambda) &= -\frac{2\lambda}{\Delta} f(\lambda)\left(\mu - \frac{m}{\lambda}\right) e^{-m\delta - \lambda a} \\ f_2(\lambda) &= -\frac{2m}{\Delta}\left(\mu + \frac{m}{\lambda}\right) f(\lambda) e^{m\delta - \lambda a}, \\ g_2(\lambda) &= -\frac{2m}{\Delta} f(\lambda)\left(\mu - \frac{m}{\lambda}\right) e^{-m\delta - \lambda a}, \end{aligned} \tag{6}$$

где

$$\Delta = \left(\mu + \frac{m}{\lambda}\right)^2 e^{m\delta} - \left(\mu - \frac{m}{\lambda}\right)^2 e^{-m\delta}.$$

Если пластинку $-\delta \leqslant z \leqslant 0$ поместить в поле соленоида длины l, состоящего из n витков радиуса R с диаметром поперечного сечения d, то рассматривая поле соленоида как геометрическую сумму полей всех его витков получим путем элементарных вычислений, что достаточно функции (6) умножить на множитель,

$$S_n = (1 - e^{-\lambda l}) : (1 - e^{-\lambda d}) \tag{7}$$

для получения величин H_j в случае соленоида.

§ 2. Плотность индукционных токов в пластинке получим из уравнения Максвелла $rot_\varphi \overline{H} = 4\pi \overline{I_\varphi}$, так как $I_z = I_r = 0$.

$$I_\varphi(r, z, \sigma, \mu, f, \delta) = -\frac{1}{2\pi} \int_0^\infty \frac{m^2 - \lambda^2}{\Delta} f(\lambda) e^{-\lambda a} \left[\left(\mu + \frac{m}{\lambda}\right) e^{m(z+\delta)} + \right. \tag{8}$$

$$\left. + \left(\mu - \frac{m}{\lambda}\right) e^{-m(z+\delta)}\right] J_1(\lambda r) d\lambda.$$

В предельном случае $\delta \to \infty$ и полагая $\mu = 1$, получим плотность тока в бесконечно толстой не ферромагнитной пластинке (задача, рассмотренная Строгановым) [1]:

$$I_\varphi(r, z, -\infty, \sigma, 1, f) = -RI_m \int_0^\infty (\sqrt{\lambda^2 - k^2} - \tag{9}$$

$$- \lambda) J_1(\lambda R) J_1(\lambda r) e^{z\sqrt{\lambda^2 - k^2} - \lambda a} \lambda d\lambda,$$

но у Строганова отсутствует множитель λ, очевидно, по недосмотру.

Для выяснения распределения плотности индукционных токов на поверхности $z = 0$ были проведены вычисления полинтегрального выражения (9) и затем численное интегрирование для значений $a = 1$ и $R = 1$. Таблица 1 дает численные значения реальной и мнимой части величины $-I_\varphi / I_m$ а также модуль этого отношения для различных значений r и x.

$$x = 2\pi \sqrt{2\sigma f}. \tag{10}$$

Вычисления для $r=0{,}5$; 1,0; 2,0; 3,0 проводились в пределах от $\lambda=0$ до $\lambda=4$, а для $r=5{,}0$ только до $\lambda=3{,}1$, с целью сравнения приведены значения для $r=3$ также до $\lambda=3{,}1$, что отмечено единичкой. Как видно из таблицы и рисунка 1, максимум

Значения реальной и мнимой части и модуля величины $-I_\varphi/Im$ при $a=R=1$ в пределах от $\lambda=0$ до $\lambda=4$ или до $\lambda=3{,}1$ [1])

Таблица 1

r \ X	0,2	0.4	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	10,0
0,5	0,0000 0,0017 0,0017	0,0002 0,0067 0,0067	0,0052 0,0388 0,0391	0,0184 0,1286 0,1342	0,0991 0,2361 0,2561	0,1751 0,3376 0,3801	0,2598 0,4401 0,5109	0,3474 0,5410 0,6429	0,7150 0,9360 1,1778
1,0	0,0000 0,0025 0,0025	0,0001 0,0098 0,0098	0,0080 0,0565 0,0573	0,0604 0,1794 0,1893	0,1478 0,3167 0,3495	0,2528 0,4520 0,5178	0,3651 0,5848 0,6895	0,4831 0,7155 0,8633	0,9676 1,2273 1,563
1,5	0,0000 0,0023 0,0023	0,0005 0,0092 0,0092	0,0104 0,0507 0,0517	0,0620 0,1554 0,1627	0,1383 0,2501 0,2858	0,2229 0,3472 0,4126	0,3104 0,4720 0,5619	0,3992 0,5967 0,6681	0,7595 0,9054 1,182
2,0	0,0000 0,0018 0,0018	0,0006 0,0069 0,0069	0,0102 0,0357 0,0371	0,0508 0,0922 0,1053	0,1001 0,1421 0,1738	0,1488 0,1887 0,2403	0,1936 0,2346 0,3061	0,2437 0,2802 0,3713	0,4303 0,4034 0,6323
3,0	0,0001 0,0014 0,0014	0,0006 0,0036 0,0036	0,0076 0,0149 0,0168	0,0250 0,0274 0,0375	0,0387 0,0384 0,0546	0,0515 0,0494 0,0714	0,0623 0,0612 0,0873	0,0754 0,0780 0,1059	0,1238 0,1210 0,1737
3,01)	0,0001 0,0014 0,0014	0,0006 0,0037 0,0037	0,0076 0,0148 0,0167	0,0274 0,0250 0,0371	0,0373 0,0385 0,0536	0,0477 0,0508 0,0693	0,0588 0,0614 0,0850	0,0701 0,0749 0,1019	0,1155 0,1203 0,1658
5,01)	0,0001 0,0003 0,0003	0,0001 0,0012 0,0013	0,0029 0,0026 0,0039	0,0052 0,0036 0,0069	0,0068 0,0053 0,0086	0,0083 0,0071 0,0109	0,0097 0,0087 0,0130	0,0118 0,0107 0,0160	0,0190 0,0178 0,0200

модуля (I_φ/I_m) достигается при $r=1$ или в окрестности этого значения, т. е. под вигком. В действительности максимум еще более резко выражен, так как при более точном подсчете (таблица)(2), где интеграл вычислялся в пределах от 0 до $\lambda=6{,}8$

Таблица 2

r \ X	1,0	10,0
0,5	0,0052 0,0379 0,0382	0,6874 0,8792 1,1159
1,0	0,0089 0,0571 0,0578	0,9831 1,2598 1,5980
2,0	0,0357 0,0101 0,0371	0,4598 0,1257 0,6250

Таблица 3

X \ — z	0,0	0,01	0,1	1,0
1,0	0,0089 0,0566 0,0573	0,0090 0,0555 0,0562	0,0094 0,0183 0,0192	0,0084 0,0128 0,0152
X \ — z	0,0	0,01	0,05	0,1
10,0	0,9676 1,2273 1,563	0,9798 0,9825 1,3876	0,8103 0,3011 0,8658	0,4839 0,0153 0,4861

максимум (I_φ/I_m) увеличивается, а значения в окрестности его убывают. При возрастании x, что может быть связано с увели-

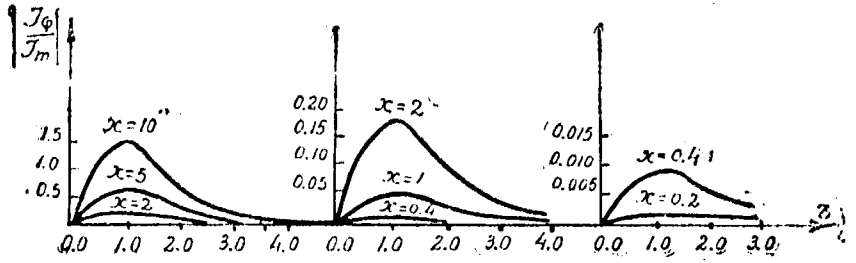


Рис. 1

чением проводимости σ или частоты f, плотность тока очень быстро увеличивается на поверхности, но вместе с тем имеет

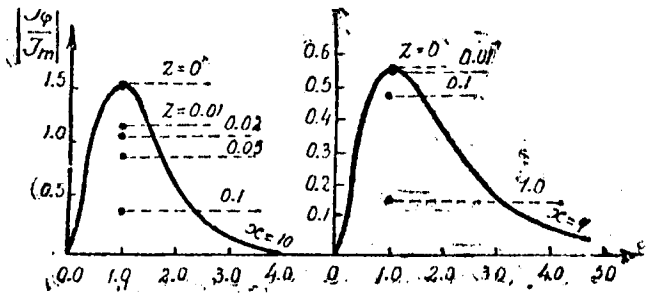


Рис. 2

место более резко выраженный скиннэффект, что можно видеть из таблицы 3 и рисунка 2. Заметим, что на расстоянии 0,01 от поверхности ($z = -0{,}01$) плотность индукционных токов составляет 98,1% при $x = 1$ и 88,8% при $x = 10$, если же $z = -0{,}1$, то — 85,4% при $x = 1$ и 31,1% при $x = 10$, тогда как даже при $z = -1$ и $x = 1$ она составляет только 26,5% плотности тока на поверхности $z = 0$.

ЛИТЕРАТУРА

Строганов, Труды физико-математического института им. Стеклова т. IV (1933 г.)

Сибирский физико-технический институт при ТГУ.

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
1948 УНИВЕРСИТЕТА имени В. В. КУЙБЫШЕВА № 11

К ВОПРОСУ О ВОЗРАСТЕ НЕКОТОРЫХ ГОРИЗОНТОВ КОРАЛЛОВЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ ДЕВОНА СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ОКРАИНЫ КУЗБАССА.

Доц. В. А. ИВАНИЯ

Как известно, в строении девона северо-западной окраины Кузбасса большое участие принимают горизонты коралловых известняков.

Так например, по данным Тыжнова А. В. (1931 г.) нижнекаменноугольные и девонские отложения этой области включают целый ряд известняков.

Из них коралловыми являются следующие:

1) Зарубинский известняк, выступающий в ядрах антиклинальных складок у с. Зарубино на рч. Стрельной (прав. приток р. Томи) и, возможно, на р. Томи у дер. Пожарищевой.

2) Глубокинский известняк (в понимании Тыжнова А. В.), обнажающийся в р не дер. Соломиной (близ ст. Топки, Кемеровской области) и у дер. Глубокой по рч. Глубокой (правому притоку р. Томи).

3) Коралловые известняки, выступающие восточнее села Лебедянского (Анжеро-Судженского р-на, Кемеровской обл.).

4) Коралловый известняк высоты „Голый мыс" близ дер. Абышевой (Падунского р на Кемеровской области и др).

Имеющаяся сейчас стратиграфическая схема средне и верхнедевонских отложений северо западной окраины Кузбасса основана на изучении ископаемых брахиопод и поэтому стратиграфическое положение вышеперечисленных горизонтов коралловых известняков, кроме известняков с. Лебедянского, определяется лишь по общегеологическим данным.

Между тем, ископаемые кораллы имеют не меньшую, чем брахиоподы, стратиграфическую ценность. Последняя прекрасно доказывается в целом ряде русских и иностранных работ.

Например, в работах проф. Сошкиной Е. Д. (1939 и др.) по силуру и девону Урала; Добролюбовой Т. А. (1935) по карбону и перми Урала и Подмосковного бассейна; Горско-

го И. И. (1935) по палеозою севера Сибири; проф. Радугина К. В. и Бульванкер Э. З. (1940) по девону Кузбасса; Frech'a F. (1885) Wedekind'a R. (1924) по девону Германии; FentonC. Land Fenton M. A. (1924) и Smith'a St. (1945) по девону США и Канады; Hill, D. (1935) по палеозою Австралии и т. д.

Одним из важнейших горизонтов коралловых известняков является Зарубинский известняк. Под ним понимаются коралловые известняки, представленные 2 пачками, около 10 *м* мощности каждая, выступающие в ядре антиклинальной складки у дер. Зарубиной на рч. Стрельной. Нижняя пачка состоит из плотных массивных темносерых известняков с бедной фауной кораллов.

Верхнюю пачку составляют сильно перебитые, более глинистые известняки, очень богатые кораллами. Фауну Зарубинского известняка впервые изучал Петц Г. (1901 г.), описавший оттуда *Favosites polymorpha* Goldf., *Cyathophyllum caespitosum* Goldf., *Phillipsastraea ananas* Goldf., *Alveolites suborbicularis* Lam., *Pachypora cervicornis* Blainv. и брахиоподы: *Spirifer zickzack* Röem., *Atrypa reticularis* Linn., *Atrypa aspera* Schloth., *Rhynchonella* sp., *Reticularia urii* Flemm.

Автор на основании этого установил средне-девонский возраст горизонта.

Затем все последующие исследователи до 1938 г. определяли возраст Зарубинского известняка как среднедевонский, живетский, по общегеологическим данным—залеганию выше него известняков с верхнедевонской фауной.

В 1944 г. на средства Горно-Геологического Института Западно-Сибирского Филиала Академии Наук под руководством проф. Халфина Л. Л. была организована экспедиция для сбора материала по палеонтологии и стратиграфии девона северо-западной окраины Кузбасса.

Принимая участие в экспедиции в качестве геолога мы собрали довольно обширную коллекцию кораллов из Зарубинского известняка. Кроме того, нам, благодаря любезности Горбунова М. Г., была передана богатая коллекция кораллов, собранная им в Зарубинском известняке на средства Томского государственного университета им. В. В. Куйбышева в 1937 г.

Нами изучена коллекция Rugosa и некоторых Tabulata из верхней пачки Зарубинского известняка (1944).

Определены и монографически описаны такие виды кораллов:

1. *Megaphyllum pashiense* Soshk.
2. *Spinularia sedgwicki* M. Edwards et Haime J.

3. *Spinularia lateseptatum* n. sp.
4. *Spinularia lazutkini* Bulvanker
5. *Spinularia strelniensis* n. sp.
6. *Spinularia zarubinskiensis* n. sp.
7. *Alveolites suborbicularis* Lam.
8. *Pachypora cervicornis* Blainv.

Первый из названных видов—генотип франского рода *Megaphyllum* Soshkina (1939), руководящий для нижней половины франского яруса Южного Урала (Сошкина, 1939). *Spinularia sedgwicki* M. Edw. et H.—генотип франского рода *Spinularia* Soshkina (1947) и широко распространен в верхнедевонских отложениях Англии, в франских отложениях Германии, Малой Азии, Урала (Сошкина, 1939 г.) и в нижнефранских отложениях Кузбасса. *Spinularia lazutkini* Bulv. описан ею (Бульванкер, 1940) как *Prismatophyllum schafferi* Pen. var. *lazutkini* из нижнефранских отложений р. М. Изылы близ дер. Вассиной (Кузбасс).

Таким образом, верхнедевонский и франский возраст описанных видов Rugosa не вызывает сомнения, как не противоречат ему и Tabulata, имеющие широкое вертикальное распространение от среднего до верхнего девона.

Следовательно, геологический возраст Зарубинского известняка, по крайней мере его верхней пачки, должен быть определен не среднедевонским, как это считалось до сих пор, а франским и точнее нижнефранским.

Нижнефранский возраст имеют и известняки с кораллами Черепанова брода на р. Яя, в 10 км выше речки Омутной, близ пос. Антоновского.

Здесь доц. Рагозин Л. А. в 1946 г. собрал небольшую коллекцию кораллов, любезно переданную нам для изучения. Он наблюдал здесь такой разрез девона сверху вниз:

1. Тонкослоистые известняки с богатой фауной кораллов. Направление падения 310—320° ∠ 50—60°. М = 10 м.
2. Песчанистый известняк мощностью 5 м.
3. Толстослоистый известняк с редкой фауной кораллов, М = 10 м.

Кораллы были собраны преимущественно из верхнего слоя, а также и из бичевника на берегу.

Переданная нам коллекция кораллов представлена видами:

1. *Tabulophyllum mcconnelli* (Whiteaves)
2. *Pachyphyllum ibergensis* F. Röemer
3. *Pachyphyllum devoniensis* M. Edw. et H. J.

Первый из названных видов известен из верхнедевонских отложений басс. р. Мэкензи Канады (Smith, 1945), из франских отложений Ferques известняка близ Булони во Франции и проф. Сошкиной Е. Д. указан из франских отложений Полярного Урала и Тимана.

P. ibergensis F. Röem. распространен в нижнем и верхнем девоне Германии (Frech., 1885). Проф, Сошкиной Е. Д. он указывается и из верхней части франского яруса.

P. devoniensis M. Edv. et H. известен из франских отложений Англии и Германии.

Нижнефранский возраст Черепанова брода в 1931 г. прекрасно доказан проф. Халфиным Л. Л., изучившим оттуда брахиоподовую фауну. Значит, здесь мы можем твердо говорить о нижнефранском возрасте и изученных нами кораллов, которые, возможно, явятся руководящими формами и для других районов Кузбасса и Сибири.

Следующим горизонтом известняков, откуда мы изучили соответствующую фауну кораллов и брахиопод, является коралловый горизонт Голого мыса у дер. Абышевой (СЗ окраины Кузбасса).

Летом 1941 г. Изылинская геолого-съемочная партия Западно-Сибирского Геологоразведочного треста Министерства нефтяной промышленности под руководством доц. Рагозина Л. А. и доц. Васильева Д. А. производила геологическую съемку в масштабе 1:50000 в северо-западной части Инского залива Кузбасса, в его Абышевского-Изылинском районе,

В задачи партии входило уточнение абышевской структуры, показанной на геологической карте Яворского В. И. в 1938 г.

Абышевская структура „Голого мыса", как показали геологические исследования, доцента Рагозина Л. А. и доц. Васильева Д. А. и изучение богатой фауны брахиопод проф. Халфиным Л. Л. (1942) и частично нами (1944), сложена верхнедевонскими породами, расчленяемыми на такие стратиграфические горизонты снизу:

1. Атриповый, } франский ярус
2. Глубокинский, } франский ярус
3. Монстровый, } франский ярус
4. Коралловый, } фаменский ярус
5. Брахиоподовый, } фаменский ярус
6. Брахиоподово-моллюсковый, } фаменский ярус

Коралловый горизонт, около 100 *м* мощности, представлен средне- и крупнозернистыми серыми чистыми коралловыми извест-

няками, сплошь переполненными колониальными тетракораллами.

Последние никем не изучались и точное стратиграфическое положение горизонта оставалось неясным. Его условно помещали между франскими и фаменскими осадками. Собранная из элювия и делювия на пашне фауна кораллов, как и часть шлифов в 1946 г. была любезно нам передана доц. Рагозиным Л. А.

В октябре 1946 г. нам удалось на несколько дней выехать в р-н „Голого мыса" и произвести там дополнительные сборы фауны. Кроме кораллов удалось найти и несколько обломков известняка с брахиоподами.

Нами описаны такие виды кораллов:

Spinularia pentagona Goldf.
Spinularia pentagona Goldf. var. *micrommata* Roem. F.
Schlüteria ceriosa n. sp.
Endophyllum abditum M. Edw. et H.
Endophyllum abditum M. Edw. et H. var. *sibirica* n. v.

и брахиоподы:

Cyrtospirifer tenticulum Vern.
Cyrtospirifer subconoideus Khalf.
Cyrtina heteroclyta Defr.
Spirifer ales Khalfin.
Spirifer ex gr. *bouchardi* Murch.
Douvillina paracayuta Khalf.
Athyris concentrica Buch.
Athyris angelica Hall.
Anathyris pentagona Khalf.

Род *Spinularia* Soshk. характерен лишь для франского яруса верхнего девона (Сошкина, 1947).

Spinularia pentagona Goldf. известен из Ferques Франции, Torquay Англии, является руководящей нижне-верхнедевонской формой Германии (Gürich, 1909); Венюковым П. Н. он найден в франских отложениях Мугоджарских гор (1889 г.), Гюрихом в нижнем горизонте верхнего девона Польши.

Spinularia pentagona Goldf. var. *micrommata* Frech. описана им из нижних горизонтов верхнего девона Германии (Frech, 1885), Ромером Ф. из Ferques Франции и Torquay Англии. Бульванкер он указывается из верхнедевонских отложений рч. Стрельной у дер. Соломиной и франских отложений р. Алчедат у дер. Абышевой.

Род *Endophyllum* M. Edw. et H. и его вид *E. abditum* M. Edw. et H. известен из верхнедевонских отложений Англии.

Cyrtospirifer tenticulum Vern. один из руководящих видов для нижне-и среднефранских отложений окраин Кузбасса (Халфин. 1931—1932; 1946 г.)

C. subconoideus Khalfin, *Ahathyris pentagona* Khalf. и *Douvillina paracayuta* Khalf. описаны им из среднефранских отложений Голого мыса, а последний из названных видов—руководящий среднефранский вид „Голого мыса".

Не противоречат D_3 возрасту кораллового горизонта и другие, вышеуказанные виды кораллов и брахиопод.

Следовательно, изученная нами фауна кораллов и брахиопод позволяет понизить возраст кораллового горизонта Голого мыса до среднефранского.

Последним горизонтом коралловых известняков, откуда мы изучили соответствующую фауну, является горизонт Глубокинского известняка, в понимании Тыжнова А. В. (1931) и щелкинского по Кузьмину А. М., выступающий по прав. берегу рч. Стрельной у дер. Соломиной.

Девонские известняки дер. Соломиной изучались особенно детально Тыжновым А. В. и проф. Кузьминым А. М. в связи с разведкой Соломинского м-ния известняков. Каждый из упомянутых высокоавторитетных исследователей построил свою геологическую карту, основанную на тщательной разведке.

Там, где Тыжнов А. В. изобразил систему изоклинальных складок, профессор Кузьмин А. М. рисует моноклинально падающую толщу, сложенную целым рядом разновозрастных стратиграфических горизонтов (Халфин 1947).

Известняки Соломинского месторождения содержат богатую фауну кораллов и брахиопод и только тщательное изучение последней и поможет правильно решить вопрос о структуре м-ния, а значит и о запасах известняков. Фауну брахиопод изучил проф. Халфин Л. Л.

Мы поставили себе целью изучить коралловую фауну, особенно важную для определения геологического возраста, потому, что некоторые горизонты не содержат брахиоподовой фауны.

Летом 1944 г. из р-на Соломинского месторождения палеонтолого-стратиграфическая экспедиция Зап. Сиб. Филиала Акад. Наук СССР собрала богатую брахиоподовую и коралловую фауну.

Часть этой фауны из Щелкинского горизонта, была нам передана проф. Халфиным Л. Л. для обработки.

Щелкинский или „Глубокинский", по Тыжнову А. В., горизонт известняков является одним из верхних горизонтов по Кузьмину А. М. (1942 г.). Он подстилается верхним красноизвестковистым горизонтом с пока не изученной фауной и перекры-

вается косоутесинским горизонтом черно-серых известняков с фауной кораллов и брахиопод.

Щелкинский горизонт представлен серыми и светлосерыми грубозернистыми известняками с большим количеством ветвистых и массивных кораллов, члениками криноидей и брахиопод.

Нами определены и монографически описаны следующие виды Rugosa:

1. *Spinularia pentagona* Goldf.
2. *Spinularia pentagona* Goldf. var. *micrommata* Frech
3. *Spinularia micractraea* Penecke
4. *Peneckiella darwini* Frech
5. *Solominella soshkini* n. gen. et n. sp.
6. *Endophyllum* sp.

Род *Spinularia* Soshkina установлен автором для франских отложений Зап. Европы и Урала (Сошкина, 1947). Его виды: *Spinularia pentagona* Goldfuss и *Spinularia pentagona* Goldfuss var. *micrommata* Frech характерны для франских отложений Германии (Frech, 1885), Мугоджарских гор (Венюков, 1889), Кузбасса (Иванин, 1946).

Endophyllum M. Edwards et Haime род тоже типичный для франских отложений Западной Европы, хотя его отдельные виды проф. Горским указаны и для этренских слоев (Горский, 1935). Нами он найден в среднефранских отложениях Голого мыса у д. Абышевой.

Spinularia micrastraea Penecke описан автором из франских отложений Малой Азии (Penecke, 1903).

Peneckiella darwini Frech на Урале известен из франского и верхов живетского ярусов. Не противоречит франскому возрасту и новый род *Solominella* n. g., изучение онтогенеза которого показало, что его предком является среднедевонский род *Neocolumnaria* Soshkina (Сошкина, 1939).

Так как виды: *Spinularia pentagona* Goldfuss, *Spinularia pentagona* Goldfuss var. *micrommata* Frech и р. *Endophyllum* M. Edwards et Haime нами встречены в среднефранских отложениях „Голого мыса" у д. Абышевой (СЗ Кузбасс) (Иванин, 1946), вероятно, и „Щелкинский" горизонт тоже среднефранского возраста.

Во всяком случае его франский возраст не вызывает сомнений и подтверждается изучением брахиоподовой фауны проф. Халфиным Л. Л. и асп. Томского политехнического института Малютиной Р. Т.

Детальное микроскопическое изучение кораллов, сравнение их с уральскими и тщательный анализ изученных видов позволяют нам сделать такие выводы:

1. Ископаемые девонские кораллы вполне пригодны для решения стратиграфических вопросов.

2. Зарубинский известняк, ранее всеми считавшийся живетским, имеет нижнефранский возраст, так как содержит такие руководящие виды кораллов как *Megaphyllum pashiense* Soshkina, *Spinularia sedgwicki* M. Edwards et Haime, *Spinularia lazutkini* Bulv.

3. Известняки Черепанова брода, нижнефранский возраст которых точно доказан проф. Халфиным Л. Л. по изучению брахиоподовой фауны, содержат такие руководящие нижнефранские виды, как *Tabulophyllum mcconnelli* (Whiteaves), *Pachyphyllum ibergensis* Frech. и *Pachyphyllm devoniensis* Frech. Возможно, что эти виды послужат твердыми эталонами для установления нижнефранского возраста в других районах Кузбасса.

4. Коралловый горизонт „Голого мыса", у дер. Абышевой (СЗ Кузбасс) имеет не верхнефранский или фаменский, как это определялось ранее, а среднефранский возраст, так как содержит такие руководящие видыбрахиопод как *Douvillina paracayuta* Khalfin, *Anathyris pentagona* Khalfin и *Spirifer subconoideus* Khalf. и кораллов: *Spinularia pentagona* Goldfuss, *Spinularia pentagona* Goldfuss var. *micrommata* Frech., *Endophyllum abditum* M. Edwards et Haime.

5. Франский и, вероятно, среднефранский возраст (если это подтвердится и изучением брахиопод) имеет щелкинский горизонт у д. Соломиной, так как содержит такие руководящие виды как:

Spinularia pentagona Goldf.
Spinularia pentagona Goldf var. *micrommata* Frech
Endophyllum sp. и др.

6. К настоящему времени мы можем говорить о двух разновозрастных комплексах верхнедевонских коралловых фаун Кузбасса:

а) нижнефранском—зарубинском и черепановобродском
б) среднефранском комплексе кораллов Голого мыса и Щелкинского горизонта д. Соломиной.

7. Большинство изученных видов являются либо сибирскими либо европейскими, а один американским.

В заключение, считаю своим приятным долгом выразить глубокую благодарность своему учителю проф. Хахлову В. А. проф. Сошкиной Е. Д. и проф. Халфину Л. Л. за их весьма ценные советы и консультации во время нашей работы.

Таблица

вертикального распространения кораллов Кузбасса

Название вида	Зарубинский известняк	Известняки Черепанова брода	Коралловый известняк Голого мыса	Глубокинский известняк Тыжнова А. В.	$Д_3^1$ Урала	$Д_3^1$ Малой Азии	$Д_3^1$ Зап. Европы	$Д_3^1$ Сев. Америки
Megaphyllum pashiense Soshk. .	×				×			
Spinularia sedgwicki M. E. et H.	×				×	×	×	
Spinularia lazutkini Bulv. . . .	×							
Spinularia zarubinskiensis n. sp. .	×							
Spinularia lateseptatum n. sp. . .	×							
Spinularia strelniensis n. sp. . .	×							
Alveolites suborbicularis Lam* .	×							
Pachypora cervicornis Bl.* . . .	×				×	×	×	
Spinularia pentagona Goldf. . .			×	×	×	×	×	
Sp. pentagona Göldf. var. *micrommata* Frech			×	×			×	
Schlüteria ceriosa n. sp.			×				×	
Endophyllum abditum M. E. et H.			×				×	
E. abditum M. E. et *H.* var. *sibirica* n. var.			×					
Endophyllum sp.			×	×				
Peneckiella darwini Frech** . .				×	×	×	×	
Solominella soshkini n. g. et n. sp.				×				
Phillipsastraea devoniensis E. et H.		×					×	
Ph. ibergensis F. Röem.*** . . .		×					×	
Tabulophyllum mcconnelli (Whit.)		×			×			×

Г. Томск. 1947г.

Кафедра палеонтологии Томского осударственного университета имени В. В. Куйбышева.

*) Виды, имеющие широкое вертикальное распространение.

**) Этот вид известен и из верхов живетского яруса Урала проф. Сошкина. 1945).

***) *P. ibergensis* F. Röem. проф. Сошкиной Е. Д. указан и из верхов франского яруса Полярного Урала и Тимана.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Венюков. П. Н. „Осадки девонской системы в Мугоджарских горах" 1889.

2. Горский И. И. „Некоторые Coelenterata из нижнекаменноугольных отложений Новой Земли" Тр. Аркт. Инст. т XXVIII, 1935.

3. Gürich, G. „Leitfossilien, Lief II, Devon, 1909.

4. Добролюбова Т. А. „Кораллы Rugosa среднего и верхнего карбона и нижней перми Северного Урала". Труды Полярн. Комисс. А Н СССР, в. 28, 1936.

5. Ивания В. А. „Rugosa и некоторые брахиоподы девона „Голого Мыса" (Кузбасс). 1946.

6. Ивания В. А. „О некоторых Rugosa Черепанова брода" 1947.

7. Ивания В. А. „О Rugosa Глубокинского известняка Кузбасса", 1947.

8. Penecke K. A. „Das sammelergebnis Dr. Franz Schaffer's aus dem Oberdevon Hadschin in Antitaurus". Jahrb. Geol. Reichsanst Bd. 53, 1903.

9. Петц Г. „Материалы к познанию фауны девонских отложений окраин Кузнецкого угленосного бассейна". Труды Геол. части каб. т. IV, 1901.

10. Радугин К. В. „Coelenterata среднего девона окрестностей с. Лебядинского". Труды Том. инд. инст. т. 56, в. VI, 1938.

11. Smith St. „Upper devonian corals of the Mackenzie river region Canada". Geol. Soc. Amer. spec. pap. N. 59, 1945.

12. Сошкина Е. Д. „Верхнедевонские кораллы Rugosa Урала". Труды палеонт. Инст. А. Н. СССР т. IX, в. 2, 1939.

13. Сошкина Е. Д. „О систематике силурийских и девонских кораллов Rugosa. ДАН. СССР, т. IV, № 8. 1947.

14. Тыжнов А. В. „К изучению девонских известняков северо-западной окраины Кузнецкого каменноугольного бассейна". Вестн. Зап. сиб. геол. упр. в. 3, 1931.

15. Fenton C L. and Fenton M. A. „The stratigraphy and fauna of the Hackberry stage of the upper Devonian". Contr. from. the Mus. of Geol. Univers. of Michigan. v. 1, 1924.

16. Frech F. „Die korallenfauna des Oberdevon in Deutschland". Zeitschr. Deutsch. Geol. Gessel. Bb. 37, 1885.

17. Халфин Л. Л. „Верхнедевонские брахиоподы Черепанова брода на р. Яе". Тр. Н. И. Уч. Инст. Вост. угля, сер. Г, в. 2. 1931.

18. Халфин Л. Л. „О палеозойской фауне Сибири". Изв. ЗС. ФАН. СССР, сер. геол. № 1, 1947.

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
1948 УНИВЕРСИТЕТА имени В. В. КУЙБЫШЕВА № 11

КОНЦЕНТРАЦИЯ NaCl ГУБИТЕЛЬНАЯ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ПРЕСНОВОДНЫХ СИБИРСКИХ РЫБ

Проф. Б. Г. ИОГАНЗЕН и А. Н. ГУНДРИЗЕР

I

Природные воды содержат те или иные растворенные соли, смешанные в разных сочетаниях друг с другом и достигающие различной концентрации (почти от 0 до 350 *г/л*), что, однако, не мешает их заселению организмами. Рыбы живут в воде с соленостью до 70‰ и выше (Никольский, 1944); они разделяются на эвригалинных, выдерживающих значительные колебания солености, и стеногалинных, которые не могут переносить больших изменений в количестве растворенных в воде солей (пресноводные и морские рыбы).

Как известно, с увеличением солености воды плотность и осмотическое давление увеличиваются, а точка ее замерзания падает. Гидробионты испытывают не только суммарное воздействие солености через изменение осмотического давления, но и специфическое влияние отдельных компонентов, ядовитость некоторых солей. В опытах Ж. Леба над развитием яиц рыбки Fundulus показано ядовитое действие чистого раствора NaCl, которое устраняется прибавлением антогонистических солей (безвредного $CaSO_4$, ядовитого $ZnSO_4$ или других). При этом уравновешивании проявляется антогонистическое действие катионов K, Na, Ca („защитное действие ионов"), тогда как влияние анионов (Cl, SO_4, CO_3), насколько известно, незначительно.

Морским водам свойственно качественное однообразие химического состава (NaCl 77,8% $MgCl_2$ 10,9%, $MgSO_4$ 4,7%, $CaSO_4$ 3,6%, K_2SO_4 2,5%, $CaCO_3$ 0,3%, $MgBr_2$ 0,2%) при некоторых колебаниях степени разведения солевого остатка (16—47%). Напротив, континентальные водоемы резко различаются и по составу солей, и по величине солености. Как указывает С. А. Зернов, бесконечное разнообразие физико-химических условий отдель-

ных рек и озер, а также их геологически непродолжительная жизнь, в противоположность сравнительному однообразию свойств воды морей и океанов в течение длительных периодов времени, обусловливает относительно большую внутривидовую изменчивость организмов в континентальных водоемах.

Пресноводные рыбы относятся к таким идеотоническим организмам, внутреннее осмотическое давление соков тела которых выше осмотического давления окружающей среды. Гипертония является для них нормальным состоянием при жизни в пресных водах. „Быстрое перенесение пресноводных рыб в морскую воду вызывает их гибель. Однако, если приучение к морской воде производить постепенно, то рыба может выжить, но к концу опыта наступает полная изотония между внешней и внутренней средой. В отличие от морских рыб у пресноводных костистых основная задача организма сводится не к удержанию воды, а к удалению избыточного количества воды, поступающего осмотическим путем" (Никольский, стр. 14).

II

Вопрос о влиянии на пресноводных рыб солености вообще и различных химических веществ в отдельности, имеет большое научное и практическое значение. Он составляет одну из важнейших проблем экологии, посвященную выяснению взаимоотношений организма со средой обитания. Дело заключается в том, что химизм континентальных водоемов подвержен большим изменениям в результате действия различных естественных природных процессов и преобразующего природу влияния человеческой деятельности.

Соленость материковых озер имеет очень широкий диапазон, а именно: от 0,5 до 280 *г л* для озер с преобладанием NaCl и до 347 *г/л* в водоемах с Na_2SO_4 (Зернов, 1934). В Западной Сибири мы находим озера с различным гидрологическим режимом—от совершенно пресных до самосадочных, имеющих промышленное или бальнеологическое значение. Барабинская и Кулундинская степи характеризуются обилием бессточных озер разного химического состава—содовых, хлоридно-содовых, глауберовых, соляных, хлоридно-сульфатных и смешанного типа.

Минерализация воды степных озер, в том числе и рыбопромысловых, подвержена сезонным и многолетним колебаниям, иногда достигающим значительной величины. Соответствующие изменения солености зависят в первую очередь от свойственных этим озерам колебаний уровня воды.

Таблица 1

Сезонные изменения содержания хлора в воде озера Чаны в *мг/л* (по Дулькейту и Башмаковым)

1931—1932 гг.	Весна	Лето	Осень	Зима
Ярковское плесо	1257,9	2095,0	2123,4	2476,7
Домашняя отнога	727,4	1972,4	2129,4	2374,8

Из таблицы 1 видно, что содержание в воде хлора от весны к зиме может увеличиться в отдельных участках озера в два (плесо) и даже в три раза (залив, или отнога).

Таблица 2

Содержание хлора в *мг/л* в воде Ярковского плесо озера Чаны

Годы	1925	1930	1932	1933	1934	1937	1939	1941
Лето	1780	1726 1816	2028 2237	2306	2187 2286	2057	2506	2684

В истории озера Чаны известны многолетние и вековые колебания уровня воды, которые периодически (вторая половина XVIII в., первая половина XIX в., 1914—1915 гг.) приводят к возникновению стока в ЮЗ направлении по рч. Чебаклинке, сопровождающемуся значительным опреснением. Напротив, в периоды низкого стояния уровня озера происходит осолонение его воды (Иоганзен, 1942).

Естественно что неустойчивый гидрологический режим озера Чаны вызывает многолетние колебания в составе и численности ихтиофауны (Лаптев, 1946), что является следствием различной приспособляемости отдельных видов рыб к изменению факторов среды. При этом соленость оказывает влияние как на процесс размножения (продолжительность жизнедеятельности спермы, оплодотворение, эмбриональное развитие), так и на организм рыбы (от личинки до взрослого состояния). Меняется под влиянием солености также биологическая продуктивность водоемов.

Наконец, изучение отношения рыб к солености на разных стадиях онтогенеза позволяет решать вопросы о происхождении рыб (Олифан) и возникновении нерестовых миграций.

К. И. Мишарин (1942) поставил опыты по отношению к солености молоди Coregonus migratorius Georgi, Cottocomephorus grewingkii Dyb. и Phoxinus phoxinus L, которые, по его мнению, могут пролить свет на происхождение некоторых байкальских животных.

Существенные изменения химизма природных вод происходят также под влиянием деятельности человека. В результате гидростроительства на реках и зарегулирования стока последних возможно значительное осолонение приустьевых нерестовых участков важных промысловых проходных и полупроходных рыб. В связи с этим за последние 10—15 лет в СССР проведены большие исследования по влиянию солености на сперму, икру, оплодотворение и молодь ряда рыб (Ивлев, Олифан, Строганов и др.). Для многих рыб установлена довольно значительная приспособленность рыб к размножению в условиях солоноватой среды (лещ 7‰, сазан 9‰, вобла 11‰ и т. д.).

В связи с развитием промышленности и загрязнением многих водоемов сточными водами очень важным оказывается установление действия на рыб отдельных химических веществ. В этом направлении также ведутся специальные работы (Строганов и Пожитков, Скопинцев и др.).

III

Несмотря на целый ряд проведенных исследований вопрос об отношении пресноводных рыб к фактору солености (имея в виду как изолированное, так и совокупное действие ионов) разработан еще очень слабо. Большой интерес представляют поэтому, как наблюдения в природе за встречаемостью особей того или иного вида рыб в осолоненной воде (Бурмакин, Голованов, Каргина, Юданов и др.), так и эксперименты с выживаемостью разных возрастных стадий рыб в различных солевых растворах (Олифан, Семнер, Строганов и др.). При этом необходимы опыты двоякого рода: 1) определяющие отношение рыб к растворам чистых солей NaCl, KCl, $MgCl_2$, $CaCO_3$, $CaSO_4$, $MgSO_4$ и т. д. и 2) выясняющие влияние на рыб смесей солей в разных пропорциях и концентрациях.

Растворы отдельных солей действуют на рыб по разному, в зависимости от степени ядовитости тех или иных ионов и величины осмотического давления, которое является функцией их концентрации. Большинство же выполненных исследований дает ответ лишь на вопрос о влиянии на рыб эквилибрированных растворов (Рингера, Локка, естественной и искусственной морской воды), влияющих лишь изменением своего осмотичес-

кого давления. Этим путем выясняются первоочередные для практики вопросы относительно возможности размножения рыб в осолоненных участках, но разработка всей проблемы отношения рыб к солености требует использования более разнообразной методики.

В самое последнее время появляются уже работы (Вернидуб), в которых исследуется характер влияния эквилибрированных и неэквилибрированных солевых растворов на развивающиеся яйца различных пресноводных рыб (окунь, ерш, судак, лещ). Подобные исследования, помимо общего научного интереса, могут иметь также практическое значение, в частности для рыбоводства, в связи, с разработкой соляного метода отбора отмершей икры.

Совершенно еще не разработан вопрос о внутривидовой изменчивости рыб в отношении к фактору солености. Несомненно, что среди популяции не все особи относятся одинаковым образом к определенной солености, как и к другим факторам. Например, окунь или язь, обитающие с одной стороны в озерах с переменной минерализацией воды, а с другой—в реках, будут, по-видимому, обладать различной приспособляемостью к солености. Поэтому представляет большой интерес сравнительное изучение в этом отношении рыб одного вида, взятых из различных экологических и географических условий. Проведение подобных исследований чрезвычайно важно для разработки метода выбора посадочного материала при рыбоводно интродукционных работах.

Мы подробно остановились на значении исследований отношения рыб к солености и необходимости региональной постановки подобных работ, поскольку в Сибири в этом направлении сделаны только первые шаги (Мишарин, Олифан и др.). Осуществление намеченной выше программы работ потребует многих участников и ряда лет. Весьма желательно было бы одновременное проведение соответствующих исследований в разных лабораториях.

IV

В настоящей статье мы сообщим результаты лабораторных опытов, проведенных нами зимой 1941-42 г. по выяснению действия чистой поваренной соли на ряд пресноводных рыб. Объектами изучения были: сибирский елец (Leuciscus leuciscus baicalensis Dyb.), сибирский пескарь (Cobio gobio sibiricus Nik.) линь (Tinca tinca L.), карась (Carassius carassius L.) и гольян (Phoxinus percnurus Pall.). Рыбы пойманы осенью 1941 г. в во-

доемах окрестностей города Томска. Опыты с гольяном проводил А. Н. Гундризер, остальные—Б. Г. Иоганзен.

Рыбы содержались в двухлитровых стеклянных банках по 1—2 экз. на сосуд. Попытки кормления рыб сухарями не увенчались успехом и потому пришлось отказаться от проведения параллельных опытов с дачей пищи и без нее; во всех опытах корм рыбам не давался. Смена воды из водопровода производилась по утрам, как правило, через день [1]), причем доза NaCl каждый раз увеличивалась в основных опытах на 0,2 *г/л*, что соответствовало ежедневному повышению концентрации солевого раствора на 0,1‰ (в конце эксперимента эта схема была несколько нарушена).

Смена воды производилась следующим образом: из банки вода сливалась на 9/10 объема; добавлялась 1/5 по объему воды нужной солености для ополаскивания банки, которая также сливалась; затем банка наполнялась отдельно приготовленным раствором соли. До и после смены воды измерялась ее температура. Опыты проводились в период с начала декабря по конец апреля. Банки стояли на подоконнике иногда замерзавшего окна в лаборатории. В опытах преобладала температура воды от 6 до 8° Ц, в отдельных случаях колеблясь при смене от 15—17° до 5—6°.

На первых порах опыта, при незначительных концентрациях NaCl в поведении рыб нельзя было заметить ничего особенного. При известном повышении солености рыбы начинали проявлять признаки угнетения (плавали на боку, ложились на дно и т. п.), а позднее наступала и смерть. Представители разных видов проявили разное отношение к повышению концентрации NaCl. Индивидуальная изменчивость в поведении отдельных особей одного вида и одного размера лежит в пределах 1—2 дней. Средние данные из нескольких (2—3) повторных опытов приводим в таблице 3.

Таблица 3

Выживаемость рыб при ежедневном повышении концентрации NaCl на 0,1‰

Виды рыб	Признаки угнетения		Наступление смерти	
	День опыта	NaCl—‰	День опыта	NaCl—‰
Пескарь	—	—	13	1,3
Линь	4	0,3	13	1,3
Карась	69	6,6	74	7,1
Елец	86	8,3	89	8,5
Гольян	—	—	116	11,3

1) В опытах с гольянами смена воды производилась ежедневно.

Проведенные опыты показывают, что пескарь (l=101 *мм*) и линь (l=110 *мм*) почти не переносят осолонения воды, тогда как карась (l=47—90 *мм*), елец (l=80—90 *мм*) и особенно гольян (l=55—60 *мм*) выносят довольно значительную концентрацию NaCl (до 7— 11‰).

Опыты наглядно показали, что выживаемость рыб в растворах NaCl зависит от возраста (размера) особей. Молодь исследованных видов значительно менее выносliва в отношении NaCl, чем взрослые и более крупные рыбы. Это можно иллюстрировать данными, полученными для ельца и карася.

Наступление смерти у ельца

Длина l — *мм*	День опыта	NaCl — ‰
28	29	2,8
80	83	7,9
90	95	9,1

Наступление смерти у карася

Длина l — *мм*	День опыта	NaCl — ‰
47	63	5,9
75	74	7,1
90	86	8,3

Следовательно, с возрастом (размером) елец и карась живут в солевом растворе дольше и выдерживают более высокую концентрацию NaCl, чем мелкие особи тех же видов.

Аналогичные результаты получены Н. С. Строгановым и А. Т. Пожитковым (1941) при действии на пресноводных рыб солей меди. „Сравнивая чувствительность окуня разных возрастов к действию сульфата меди можно отметить, что ранние стадии развития обладают более сильной чувствительностью к ионам меди, чем взрослые окуни. При одинаковой продолжительности опыта в 3 дня взрослые окуни переносят концентрацию меди почти в 100 раз большую, чем мальки" (стр. 45). Ионы меди, как показали эти исследователи, нарушают у карася ритмику жаберных движений, т. е. дыхательный процесс, вызывая асфиксию, и, кроме того, оказывают депрессирующее действие на общее состояние организма, прекращая питание и т. п.

В наших опытах сеголетки ельца (3 экз. длиною 28 *мм* каждый) становились вялыми за день до гибели при 2,5—3,1‰ NaCl. Ельцы длиной 80—90 *мм* выносили эту соленость без всяких видимых признаков угнетения. По сравнению с другими

подопытными рыбами ельцы проявляли наибольшую активность. У ельца длиной 90 *мм* первые признаки депрессии наступили при 8,3‰ NaCl, за неделю до гибели.

Пескарь и линь—наиболее спокойные рыбы; большую часть времени они лежали на дне банки. В поведении пескаря до самой гибели не было заметно никаких изменений. Признаки угнетения линя, заключавшиеся в том, что он всплывал на поверхность, причем находился в косом положении, хвостом вверх, стали заметны с четвертого дня опыта при 0,3‰ NaCl.

Караси длиною 75—90 *мм* при 1,9‰ NaCl начали навалиться на левый бок. Стоит карасю встрепенуться и он плывет нормально, но лишь только перестанет двигать плавниками, как заметно наклоняется на левую сторону. При 2,9—4,5‰ NaCl, при той же температуре воды, у карасей никаких ненормальностей в поведении не наблюдалось, они сохраняли равновесие. Начиная с 79 дня опыта при 7,5‰ NaCl карась длиною 90 *мм* стал малоподвижным, большую часть времени он лежал на левом боку на дне банки, иногда начинал двигать плавниками и немного всплывал. Через неделю он погиб, причем последние дни держался у поверхности воды, неизменно находясь на левом боку.

В других сериях опытов с влиянием на рыб NaCl, в которых применялось более быстрое повышение солености, рыбы выдерживали и более высокие концентрации соли, летальный порог у них поднимался. Это объясняется частично, видимо, тем, что в этих опытах меньше сказывалось влияние на выносливость к NaCl общего истощения организма, которое могло иметь место при длительных опытах первой серии с медленным повышением солености.

Так, например, при первоначальном прогрессивном осолонении (последовательное увеличение концентрации NaCl при смене воды на 0,1—0,2—0,3‰ и т. д. до 1‰) и дальнейшем повышении солености через день на 1‰, карась длиною 85 *мм* начал проявлять признаки угнетения на 35 день опыта при 12,6‰, а погиб на 51 день при крепости раствора NaCl 18,6‰, т. е. оказался значительно более выносливым, чем рыбы в первой серии опытов.

При систематическом резком повышении концентрации NaCl через одну смену воды сразу на 0,5‰ без предварительного постепенного приучения рыб к солености (т. е. по схеме: 0—0,5—0,5—1,0—1,0—1,5‰ и т. д.) результат с карасями получился следующий.

Наступление смерти у карася

Длина l—*мм*	День опыта	NaCl—‰
39	92	11,0
63	65	8,0
86	73	9,0

Маленький карась очень проворен, здоровее соответствующего (l=47 *мм*) из первой серии. К 20 дню опыта при солености 2,5‰ активность карасей заметно понизилась, крупный и мелкий большую часть времени держатся на дне. На 27 день при солености 3,5‰ крупный карась стал держаться на дне в положении сильного наклона на правый бок, притом малоподвижном; в таком же состоянии находим его и в последнюю неделю перед смертью. Начиная с 76 дня опыта при 9,5‰ NaCl мелкий карасик становится малоподвижным, на 80 дне при 10,0‰ он начинает вертеться через голову и часто лежит на дне, преимущественно на левом боку. Карасик оказался очень живучим, к 90 дню при 11,0‰ он потерял ориентировку, продолжал вертеться через голову и подолгу в неподвижном состоянии лежал на дне на правом боку.

В соответствующем опыте с гольянами при ежедневной смене воды соленость повышалась еще быстрее: 0—0,5—1,0—2,0—3,0‰ и т. д., причем каждая концентрация соблюдалась в течение 5 дней.

Наступление смерти у гольяна

Длина l—*мм*	День опыта	NaCl—‰
55	68	13,0
60	80	16,0

Гольяны этой серии до последних дней жизни не проявляли нарушения координации движений, наблюдавшейся у карасей, становясь лишь к концу опыта очень вялыми. Погибшие гольяны были весьма истощенными.

В особой серии опытов выяснялось отношение гольянов к колебаниям концентрации NaCl. Соленость систематически повышалась через одну смену воды на 0,2‰, а в промежутках делалась в половину меньше предыдущей (0—0,2—0,1—0,4—0,2—0,6—0,3—0,8—0,4‰ и т. п.). Опыты продолжались с 8 XII по 27 IV. Два гольяна погибли на 142 день опыта при 14,6‰.

Из проведенных опытов можно сделать вывод, что выносливость рыб в отношении NaCl специфична для каждого вида и зависит от размера особей (повышается с возрастом) и темпа осолонения, а также от ряда других, пока неучтенных факторов (упитанность рыбы, температура воды и др.).

V

В заключение мы считаем необходимым обратить внимание на параллелизм некоторых явлений, наблюдавшихся в наших опытах с отношением пресноводных рыб к раствору NaCl и тем, что имеет место в природе в осолоненных водоемах.

Пескарь, которого можно считать галофобом, в озере Чаны держится исключительно в опресненной ЮВ части, встречаясь в наибольшем количестве по рр. Чулым и Каргат и в Малом Чане (Дулькейт и Башмаковы, 1935). Другой галофоб—линь, с которым теперь ведутся значительные работы по разведению и пересадкам в Барабинских озерах, приживается лишь во вполне пресных водоемах.

При многолетних изменениях состава ихтиофауны и численности рыбного населения соленость оказывает немаловажное влияние как на процесс воспроизводства, так и на жизнедеятельность взрослых рыб.

С возрастом, как правило, стойкость рыб в отношении солености значительно возрастает. Это позволяет взрослым рыбам выходить для нагула в более осолоненные участки водоема, тогда как молодь придерживается опресненных районов. В озере Чаны уже давно было подмечено соответствующее распределение по плесам чебака (Дулькейт и Башмаковы, 1935), размножение которого происходит при солености до 600—700 *мг* Cl на литр, тогда как, например, икра окуня может развиваться при содержании Cl около 2500 *мг/л* (Лаптев, 1946), что обусловливает более равномерное распределение этой рыбы в озере и дает ей преимущества перед чебаком в периоды осолонения воды в Чанах.

Интересные данные имеются в отношении поведения пресноводного экотипа сазана в озере Балхаш. Как известно, сазан попал в бассейн р. Или только в 1905 г., а уже в 1913 г. впервые появился в наиболее осолоненном восточном углу Балхаша и с тех пор освоил весь бассейн, хотя в восточной части озера всегда встречался в меньшем количестве, чем в западной. Изучение в 1934 г. вопроса о распределении рыбы в Балхаше позволило Б. Г. Иоганзену (1937) установить, что выход сазана в осолоненные восточные районы озера в период слабого промысла был связан с значительной плотностью его популяции в более благоприятных, менее соленых западных районах. Автором был сделан прогноз, что под влиянием интенсификации промысла и соответствующего разрежения популяции сазана произойдет „стягивание" основных его запасов в западном направлении, что должно быть учтено при планировании промысла. Практика последующих лет всецело подтвердила правильность заключения, сделанного на основании

экологического анализа. Если в 1930—1932 гг. сазан добывался на самом востоке озера (промысел Каратас), то уже в 1933—1934 гг. он здесь отсутствовал и промысел был закрыт. Закономерно происходило сокращение добычи сазана также на следующем к западу промысле Карачеган (лов упал с 7,3 тыс. *ц* в 1933 г. до 1,3 тыс. *ц* в 1938 г. и совершенно прекратился в 1939 г.). В то же время общий вылов сазана на Балхаше продолжает оставаться высоким, но сосредоточивается почти исключительно на трех самых западных и ЮЗ рыбозаводах (Алгазы, Бертыс, Буробайтал).

Доказательством того, что именно химизм воды вызывает тяготение сазана к западу Балхаша, является размещение по озеру его молоди. Основные районы нереста сазана в Балхаше, как указывает П. Ф. Домрачев (1930), находятся почти исключительно у южных берегов озера и, главным образом, в его многочисленных заливах. Здесь же концентрируется и молодь, которой по мере продвижения на восток становится все меньше. В промысле молодые группы сазана (так называемый горбыль, длиною 18—23*см*) закономерно убывает по направлению с запада на восток. Роль горбыля в промысле по отдельным рыбозаводам за последние предвоенные годы характеризуется следующими цифрами в процентах к общему вылову сазана:

	1935	1937	1939
Буробайтал	56,7	56,5	31,1
Бертыс	24,4	49,8	37,9
Алгазы	13,7	3,5	11,3
Карачеган	0,9	0,9	—

Очевидно, что восточные осолоненные участки Балхаша неблагоприятны для молоди и в них выходит почти исключительно взрослый сазан.

VI

Анализ наших экспериментальных данных, а также литературных материалов по вопросу о влиянии солености на рыб, позволяет наметить следующие выводы:

1. Летальное действие NaCl на пресноводных рыб отличается видовой специфичностью. При прочих аналогичных условиях пескарь и линь являются наиболее чувствительными индикаторами к NaCl (погибают при 1,3‰), карась и елец отличаются средней чувствительностью (выживают до 9—11‰) и озерный гольян — наименьшей (выживание до 14—16‰).

2. Выносливость карася и сельца к NaCl определенно возрастает с размером (возрастом) особей, что повидимому, отражает

свойственную большинству рыб повышенную чувствительность на ранних стадиях развития к действию ионов разных солей.

3. Видовая и возрастная специфика в отношении рыб к NaCl и вообще солености обусловливает наблюдаемое в природных солоноватоводных бассейнах закономерное распределение рыб, заключающееся в преобладании старших возрастных групп в наиболее осолоненных участках.

Данное сообщение следует рассматривать как предварительное, кладущее начало более подробным исследованиям в указанном направлении.

ЛИТЕРАТУРА

Беляева К. И. и Пясецкая П. Ф.—Наблюдения над влиянием на рыб сточных вод Уфимского нефтеперегонного завода. Информ. сборник ВНИОРХ, № 4, 1940.

Бурмакин Е. В.— Рыбы Обской губы. Труды Инст. полярн. хоз., в. 10, Лнгр., 1940.

Вернидуб М. Ф.— О специфичности действия солевых растворов на развивающиеся яйца рыб. ДАН, т. LVIII, в. 3, 1947.

Веселов Е. А.—Влияние солености на дыхание и водный обмен пресноводных рыб. ВНИОРХ, тезисы докладов. Лнгр., 1940.

Домрачев П. Ф.—Отчет о работах балхашской научно-промысловой экспедиции в 1929 г. Изв. Ленингр ихтиол. инст., т. XI, в. 1, 1930.

Дулькейт Г. Д. и Башмаковы В. Н и А. Я —Барабинские озера и их рыбное хозяйство. Труды Зап.-Сиб. отд. ВНИОРХ, т. II, Томск, 1935.

Голованов Ф. Ф.—Распространение полупроходных рыб в Урало-Каспийском районе Труды I Всекасп. научн. рыбохоз конф., т. I, 1936

Зернов С. А.—Общая гидробиология, 1934.

Ивлев В. С —Влияние солености на оплодотворение и развитие икры некоторых каспийских полупроходных рыб. Зоол. журн., т. XX, в. 3,1940.

Иоганзен Б. Г.—Распространение сазана в озере Балхаш. Рыбное хоз., 1937.

Иоганзен Б. Г.—Охрана рыбных запасов в водоемах Новосибирской области. ОГИЗ, Новосибирск, 1942.

Каргина Е. Д.—Распространение молоди частиковых в восточной части Северного Каспия. Труды I Всекасп. научн. рыбохоз. конф., т. I, 1936.

Книпович Н. М.—Гидрология морей и солоноватых вод. М—Л., 1938.

Коржуев П. А.—Осморегуляция у водных животных. Успехи соврем. биологии, т. IX, в. 3. 1938.

Лаптев И. П.—Многолетние колебания в составе и численности ихтиофауны озера Чаны. Ученые записки ТГУ, № 4, 1946.

Лукьянова В. С.—К изучению влияния температуры и солености на скорость движения пресноводных организмов. Зоол. журн., т. XVIII, в. 2, 1938.

Мишарин К. И.—К биологии икры и молоди некоторых промысловых рыб оз. Байкала и реки Ангары. Труды Вост.-Сиб. госуниверситета, т. II, в. 3, Иркутск, 1942.

Морозова Т. Е. и Каракаш Н. М.—Характер чувствительности стадий эмбрионального развития азовского анчоуса в связи с изменением солености морской воды. Зоол. журн., т. XVIII, в. 2, 1939.

Никольский Г. В.—Биология рыб. Москва, 1944.

Олифан В. И.—Экспериментальные эколого-физиологические наблюдения над икрой и личинками севрюги, леща и волжской сельди. Зоол. журн., т. XVIII, в 3, 1939.

Олифан В. И.— Экспериментальные эколого-физиологические исследования над икрой и личинками рыб. I Влияние солености на ранние стадии развития азовских леща, судака и волжской сельди. Зоол. журн., т. XIX, в. I, 1940.

Олифан В. И.—Влияние солености на икру и личинок каспийских сазана, воблы и леща. Труды ВНИРО, т. XVI, 1941.

Олифан В. И.—Влияние солености на икру байкальского омуля. ДАН, т. XLVIII, в I, 1945.

Подлесный А. В.—Американский метод очистки раствором поваренной соли отмирающей икры во время эмбрионального развития на рыбоводных заводах. Бюлл. рыбн. хоз., 8, 1927.

Семнер Ф.—Влияние на рыб изменения плотности и процентного содержания соли в воде. Вестн. рыбопром., 2, 1909.

Скопинцев Б.—Влияние некоторых химических веществ сточных вод на рыбу. Рыбн. хоз., 12, 1940.

Строганов Н. С.—Выживаемость спермы волжской сельди при разных внешних условиях. Зоол. журн., т. XVII, в. 2, 1938.

Строганов Н. С.—Токсикология водных животных в связи с действием сточных промышленных вод на водоем. Зоол. журн., т. XIX, в. 4, 1940.

Строганов Н. С. и Пожитков А. Т.—Действие сточных промышленных вод на водные организмы. Ученые записки МГУ, в. 60, 1941.

Строганов С. Н.—Загрязнение и самоочищение водоемов. Москва, 1939.

Юданов И. Г.—Обская губа и ее рыбохозяйственное значение. Работы Обско-Тазов. научн. рыбохоз. станции ВНИРО, т. 1, в. 4, Тобольск, 1935.

Кафедра ихтиологии
и гидробиологии ТГУ

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
1948 УНИВЕРСИТЕТА имени В. В. КУЙБЫШЕВА № 11

К ФАУНЕ ПУХОЕДОВ (MALLOPHAGA) ПТИЦ ТОМСКОГО РАЙОНА

Доц. Е. Ф. КИСЕЛЕВА

Данная статья представляет собою результат сбора и обработки пухоедов домашних птиц (кур, уток, гусей), диких уток и боровой дичи—глухарей, рябчиков и тетеревов.

Сбор пухоедов производился в течение ряда лет с 1938 г., причем сбор с домашних птиц производился мною лично в г. Томске и его ближайших окрестностях. Дикие утки и боровая дичь доставлялись мне разными лицами из различных мест Томского района убитыми в радиусе 25—30 *км* от Томска. Во избежание потери эктопаразитов птицы помещались в матерчатый мешочек, а потом содержание мешка осматривалось. Всего мною было просмотрено 150 кур без цыплят, 30 домашних уток, 15 гусей, 200 диких уток, 7 глухарей, 50 рябчиков, 20 тетеревов. Сборы пухоедов производились мною в течение весны, лета и отчасти осени.

Пухоеды являются наружными паразитами птиц. Размножаясь в массе они вредят птицам, вызывают раздражение и зуд кожи. Куры, находящиеся в антисанитарных условиях, резко снижают яйценоскость, падают в весе, наседки бросают места насиживания. Особенно страдают птенцы, которые при сильном заражении сильно худеют и даже погибают от истощения.

Фауна пухоедов нашего Союза изучена далеко недостаточно. Имеются небольшие списки пухоедов Ленинградской, Московской обл., Украины, Северного Казахстана, Закавказья. Фауна же пухоедов Западной Сибири совсем не изучена, поэтому опубликование настоящего небольшого списка представляет научный интерес.

1. Menopon gallinae (L.)

Самый распространенный паразит кур Томска встречается иногда в большом количестве. Держится, главным образом, на коже кур, где он быстро бегает, так что его с трудом можно поймать. У зараженных кур яйца паразита хорошо заметны, так

как они откладываются большими гроздями у основания перьев. Часто наблюдался мною на наседках. В среднем на 1 курицу приходится 48 паразитов.

Известен из Ленинградской, Московской, Ивановской, Воронежской областей, Приморского края, Украины, Крыма, Казахстана, Таджикистана, Закавказья.

2. **Menacanthus stramineus** (Nitzsch.)

Как и предыдущий вид является широко распространенным паразитом кур г. Томска и его окрестностей. Держится на поверхности кожи кур, очень активен, все время совершает вокруг тела курицы круговые движения. Наибольшее количество паразитов на одной курице—150—200 экз. В среднем на одну курицу приходится 45 паразитов.

Известен из Ленинградской области, Нижнего Поволжья, Украины, Казахстана, Приморского края.

3. **Trinoton anserinum** (F.)

Обнаружен на контурных перьях спины у взрослых домашних гусей 27.VIII 1940 г., в пуху на брюшной стороне тела молодых двухмесячных птенцов 18.VII—25.VII 1946 г. Известен из Ленинградской области, Владивостока и Зап. Сибири, без указания точного местонахождения.

4. **Trinoton querquedulae** (L.)

Распространенный паразит многих диких уток. Мною найден на крякóвой утке (Anas, platyrhyncha L.), чирке-кроростельке (Querquedula querquedula (L.)), гоголе (Bucephala glandula (L.)), шиловости (Daphila acula (L.)). Паразиты главным образом сосредоточены на перьях под маховыми крыльями. Необходимо отметить, что взрослые паразиты и их личинки в изобилии наблюдались в течение мая и августа, в первую половину сентября, в конце сентября и в октябре, взрослые паразиты встречались только одиночными экземплярами, но зато заметно увеличилось количество яиц, отложенных пухоедами между бородками контурных перьев. Отсюда можно заключить, что пухоеды во время миграции уток на зимовку находятся в основном в стадии яйца.

Известен из Ленинградской области, Украины, Северного Казахстана, Амурской области, Приморского края.

5. **Trinoton lituratum** Nitzsch.

Найден на диких утках: свиязи (Mareca penelope (L.)) 15.V 1940 г., 10.VIII 1945 г., широконоске (Spatula clypeata (L.)) 29.IV 1945 г., шилохвости (Daphila acuta (L.)) 16.VIII, 18.IX 1944 г., под большими маховыми перьями. Данный вид до сих пор известен был из Украины.

6. **Anatoecus dentatus** (Scop.)

Найден на свиязи 17.V 1940, 28.VIII 1940 г., чирке 17.V 1941 г., 21.VIII 1941 г., кряковой утке 28.VIII 1940 г., 28.IV 1945 г., 7.V 1946 г. Паразиты чаще всего встречались на контурных перьях, по всему туловищу. Однажды был найден на домашних утках в количестве от 5—30 экз. 25.III 1945 г.

Известен из Западной Сибири, но без указания точного местонахождения, далее из Украины, Закавказья, Приморской области, Ленинградской области.

7. **Degeeriella quadrilatus** Nitsch.

Найден на тетереве—косаче (Lururus tetrix L.) 27.XI 1945 г на перьях спины в количестве 3 экз. и на подбитом, но еще живом глухаре 15.IX 1946 г. Паразиты были сосредоточены на перьях под большими маховыми перьями.

На глухаре мною были найдены наружные паразиты птичьи кровососки—Ornithomyia avicularia L. в количестве 3 экземпляров, причем на двух из них были обнаружены пухоеды Degeeriella quadrilatus, на каждой кровососке по два, присосавшихся к брюшку. Означенные кровососки являются переносчиками пухоедов с одной птицы на другую.

По литературным данным (6) подобное наблюдалось и у других птиц.

Известен из Украины.

8. **Lagopecus cameratus** Nitsch.

Паразиты обычно прикрепляются к перьям шеи и спины рябчика (Tetrastes bonasia L.) Наибольшее количество пухоедов на одной птице—35 экз. Паразиты встречались, главным образом, весною, в осенних сборах мною не были обнаружены.

До сих пор паразит был известен только из Горьковской области.

9. **Goniodes chelicornis** Nitzsch.

Найден под маховыми крыльями глухаря 1.X 1941 г. Известен из Украины.

10. **Geniocotes hologasler** Nitzsch.

Снят с контурных перьев кур (апрель 1939 г.), найден в пуху месячных цыплят по всему телу (25.VII 1946 г.). Встречается часто.

Известен из Московской, Ленинградской области, Казахстана, Нижнего Поволжья, Амурской области.

11. **Goniocotes megalocephalus** Hch.

Обнаружен на нижних кроющих перьях крыла рябчика; располагаются паразиты у самого стержня пера ближе к основанию. Взрослые паразиты встречались в течение осени и зимы.

Известен из Горьковской и Калининской области.

12. **Anaticola crassicornis** (Scop.)

Обычный очень широко распространенный вид. Найден на диких утках: кряковой 29.IV 1940, 15.VIII 1939, 27.IX 1940 г. чирках 22.IV, 24.V, 1940 г., 27.IX 1940 г., свиязи 15.VIII 1939, 5.X 1940 г. широконосках 1.—15.X 1945 г., шилохвости 15.IX 1940 г., 12.X 1940 г. Паразиты по всему телу на контурных перьях.

Данный вид является паразитом уток во все периоды ее жизни. При миграции птиц находится в стадии яйца—в пользу этого предположения говорит уменьшение числа взрослых особей перед миграцией при соответствующем увеличении яиц. Яйца прикрепляются к основанию каждой бородки пера, обычно с внутренней стороны. Был обнаружен также на домашних утках 15.IV 1939 г. Утки проводили зиму в тесном грязном помещении, на каждой утке было больше 100 экз. Паразиты были многочисленны в задней части брюшка под рулевыми крыльями, по середине кроющих перьев между бороздками.

Известен из Западной Сибири (без указания точного местонахождения), Украины, Закавказья, Амурской области, Приморского края.

13. Anaticola anseris (L.)

Паразиты были найдены на крупных контурных перьях спины домашнего гуся в единичных экземплярах 27.VII 1940 г.

Известен из Ленинградской, Амурской области, Приморского края, Сев. Казахстана, Украины.

14. Lipeurus caponis (L.)

Был найден на курах, под маховыми крыльями 15.VI 1940, 27.VII 1946 г. Курицы сидели на яйцах. В среднем на одну курицу приходится 50 экз. пухоедов.

Известен из Московской, Ленинградской, Амурской области, Закавказья.

15. Lipeurus heterogrophus Nitzsch.

Один из часто встречающихся паразитов кур г. Томска. Паразитирует исключительно на голове и шее. В среднем на 1 курицу приходится 63 паразита. Часто наблюдается на цыплятах, отчего последние худеют и отстают в росте. Зараженность иногда бывает большою, мне однажды удалось найти на полуторомесячном цыпленке около 300 паразитов. Цыплята обычно заражаются в 15—20-дневном возрасте.

Известен из Ленинградской области, Нижнего Поволжья Украины, Крыма, Кавказа.

На курах г. Томска и его окрестностей наблюдалась смешанная инфекция, т. е. одна курица заражается несколькими видами пухоедов. Интенсивность заражения кур пухоедами указанными в данной статье бывает различна в разное время, года. Больше всего заражаются пухоедами куры во время зимовок, при условии если они проводят зиму в тесных грязных помещениях, при большой скученности. Особенно сильно бывают заражены куры в феврале и марте. Летом зараженность резко снижается, так как птица купается в песке, в пыли и освобождает себя от паразитов; исключение составляют насе ки, сидящие на яйцах, которые и передают цыплятам своих паразитов.

Таблица 1

Заражение домашних кур отдельными видами пухоедов

Количество просмотренных кур	Menopon gallinae		Monacanthus stramineus		Goniocotes hologaster		Lipeurus heterographus		Lipeurus caponis	
	Количество найденных пухоедов	% зараженных кур	Количество найденных пухоедов	% зараженных кур	Количество найденных пухоедов	% зараженных кур	Количество найденных пухоедов	% зараженных кур	Количество найденных пухоедов	% зараженных кур
150	5232	72,6	4590	68	1008	39,3	4751	50	2257	30

ЛИТЕРАТУРА

1. Благовещенский Д. И. — К фауне паразитов (Artropoda) домашних животных Ленинградской области. Известия Ин-та прикладной зоологии и фитопатологии, т. V, в 5, 1930.
2. Благовещенский Д. И. — Определитель пухоедов (Mallophaga) домашних животных 1940.
3. Благовещенский Д. И. — Mallophaga с птиц Талыша. Паразитологический сборник Зоологического Института Академии Наук СССР, в. VIII, 1940.
4. Giebel C. G. — Insecta Epizoa. 1874.
5. Кістяківський О. — Материалы до фавни Mallophaga України. Записки физично-математичного Відділу, т. II, в I, 1926.
6. Марков С. Г. — Явление форезии у пухоедов. Зоолог. журнал 1938, т. XVII, в. 4.
7. Олигер И. М. — Паразитофауна рябчика на севере Горьковской области. Ученые записки ЛГУ 1940 № 59.
8. Павловский Е. Н., Благовещенский Д. И., Алфеев Н. И. — К фауне наружных паразитов животных в Кустанайском районе (сев. Казахстан). Вредители с.-х. животных и борьба с ними. 1935.
9. Редикорцев — Mallophaga — Определитель насекомых под ред. Филипьева. 1928.

Кафедра зоологии беспозвоночных животных ТГУ

Таблица 2

Заражение диких уток отдельными видами пухоедов

№ п. п.	Название уток	Количество просмотренных уток	Trinoton querquedulae		Trinoton lituratum		Anatoecus dentatus		Anaticola crassicornis		Всего паразитов	В среднем на одну птицу
			Количество найденных паразитов	% заражения	Количество найденных паразитов	% заражения	Количество найденных паразитов	% заражения	Количество найденных паразитов	% заражения		
1	Кряковая утка	40	705	37,5	—	—	1817	80	3012	100	5534	138
2	Чирок коростелок . .	40	629	62,5	—	—	1100	100	402	50	2071	51,7
3	Свиязь	—	—	—	127	15	736	50	517	38	1380	41
4	Гоголь	30	33	12,5	—	—	—	—	256	28,2	289	9
5	Широконоска	30	—	—	308	25	—	—	121	42	429	14
6	Шилохвость	30	—	—	421	30	—	—	един. экзем.	15	421	14

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
1948 УНИВЕРСИТЕТА имени В. В. КУЙБЫШЕВА № 11

О ЛИНЕЙНЫХ ФУНКЦИОНАЛАХ НА ПОЛУУПОРЯДОЧЕННЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

Доц. З. И. КЛЕМЕНТЬЕВ

Настоящая заметка находится в связи с моими предыдущими заметками (1), (2). В ней вводится понятие минимального элемента и рассматриваются условия существования ее относительно функционала f. Как и раньше, имеются в виду пространства X типа K_δ.

§ I. В этом параграфе приводится понятие единичного элемента и в связи с ней указываются некоторые теоремы. Для удобства элементы пространства X будем в этом параграфе обозначать через $x, y, z, \ldots$ Пусть в X имеется единица E, т. е. элемент $E>0$ и $\inf(E,x)>0$ для любого $x>0$.

Определим для каждого $x>0$ элемент:

$E(x)=\sup \inf (nx, E)=\lim \inf (nx, E)$, который будем называть единичным элементом для x.

Теорема. 1) $E(x)\gtrless E$,

2) $\inf (E(x), E-E(x))=0$,

3) $\inf (x, E(x))=\inf (x, E)$,

4) $\inf (x, E-E(x))=0$,

5) $\inf (E(x), E(y))=0$ **тогда и только тогда, если** $\inf (x, y)=0$,

6) $\inf (x, y)>0$, если $0<y\leqslant E(x)$,

7) $\inf (y, E(x))>0$, если $0<y\leqslant x$,

8) $x=\sup \inf (x, nE(x))=\sup \inf (x, nE)=$

$\lim \inf (x, nE)$

9) Если $x_1\leqslant x_2$, то $E(x_1)\leqslant E(x_2)$.

Так как указанные факты известны (см. хотя бы: Б. З. Вулих[1], (3), то приводить доказательства для указанных в теореме формулировок не будем. Теорема приводится потому, что в

дальнейшем придется на нее неоднократно ссылаться. Укажу только, что утверждения теоремы устанавливаются без труда, если пользоваться леммами:

Лемма 1. Если y и z любые положительные элементы, то

$$\inf(y, z - \sup \inf(ny, z)) = 0.$$

Лемма 2. Если $\{x_\xi\}$ ограниченное множество и $\inf(x_\xi, y) = 0$ для любого $x_\xi \in \{x_\xi\}$, то $\inf(\sup\{x_\xi\}, y) = 0$, $(x_\xi \geqslant 0, y \geqslant 0)$.

(Справедливость этих лемм не предполагает существования единицы в пространстве X).

§ 2. Пусть $x > 0$, $f > 0$, $f(x) > 0$. Элемент x будем называть минимальным относительно функционала f, если $f(x') > 0$ для каждого $x' > 0$, $x' < x$. Минимальный элемент $\bar{x} \leqslant x$ будем называть минимальной частью x относительно f, если $f(\bar{x}) = f(x)$. Очевидно $\bar{x}$ будет также дизъюнктной частью x, т. е. $\inf(\bar{x}, x - \bar{x}) = 0$. В этом параграфе устанавливаются условия для существования минимальной части x относительно f. Пусть $x'_\xi < x$, $x'_\xi > 0$ такой элемент, что $f(x'_\xi) = f(x)$. Обозначим: $x''_\xi = x - x'_\xi$. Очевидно $f(x''_\xi) = 0$. Заметим, что x'_ξ можно считать дизъюнктной частью x; точнее, для всякого x'_ξ найдется такая часть $\bar{x}'_\xi \leqslant x'_\xi$, что $f(\bar{x}'_\xi) = f(x)$. Действительно, если полагать $\bar{x}''_\xi = lim\, inf(x, nx''_\xi)$, то $\bar{x}''_\xi$ есть часть x (см., теор. I, ([1])) и в силу линейности f, $f(\bar{x}''_\xi) = 0$. Следовательно $f(x - \bar{x}''_\xi) = f(\bar{x}'_\xi)$, где $\bar{x}'_\xi = x - \bar{x}''_\xi$, причем $\bar{x}'_\xi$ часть x и $\bar{x}'_\xi \leqslant x'_\xi$. Обозначим $\bar{\bar{x}} = \inf\{x', \bar{\bar{x}}_\xi\} = \sup\{x''_\xi\}$. Будем иметь: $\bar{x} = x + \bar{\bar{x}}$, $\inf(\bar{x}, \bar{\bar{x}}) = 0$, (хотя бы по лемме 2), т. е. $\bar{x}, \bar{\bar{x}}$ — части x. Заметим, что если $f(\bar{x}) = 0$, т. е. $f(\bar{x}) = f(x)$ то $\bar{x}$ и будет минимальной частью. Действительно, если бы нашелся $x' < \bar{x}$, $x' > 0$ такой, что $f(x') = 0$, то имели бы $f(\bar{x} - x') = f(\bar{x})$, что противоречит определению x. Ясно, если во множестве $\{x''_\xi\}$ имеется исчислимое подмножество $\{x''_n\}$ такое, что $\sup\{x''_n\} = \sup\{x''_\xi\}$, то $f(\bar{\bar{x}}) = 0$. Действительно, последовательность $\{x''_n\}$ можно считать возрастающей, иначе можно рассматривать последовательность $\bar{x}''_n = \sup(x''_1, \ldots, x''_n)$ и поэтому $\lim x''_n = \sup\{x''_n\} = \sup\{x''_\xi\} = \bar{\bar{x}}$ и $f(\bar{\bar{x}}) = f(\lim x''_n) = \lim f(x''_n) = 0$. Таким образом можно высказать предложение:

Теорема 2. Если пространство X обладает тем свойством, что любое множество дизъюнктных частей содержит исчислимое множество, имеющее тот же sup, то x имеет минимальную часть относительно каждого f.

Далее имеет место

Теорема 3. Если пространство X имеет единицу E, то для $f \in \overline{X}$, существует минимальная часть относительно функционала $F, (f > 0,\ F > 0$—произвольные, $F(f) > 0)$.

Доказательство.

Лемма. Для любого $f > 0$ имеем $F^{E}(f) = f(E) > 0$. (Относительно обозначений см. [1], § 2). Действительно, так как для любого x, $(x > 0)$, имеет место равенство $x = \lim\inf(x, nE)$, (теорема I п. 8), то из $f(E) = 0$ следовало бы $f(x) = 0$, что противоречит предположению $f > 0$.

Согласно теореме 2 для доказательства теоремы 3 достаточно показать, что если $\{f\}$ ограниченное множество положительных элементов, то имеется исчислимое подмножество $\{f_n\} \subset \{f\}$ такие, что $\sup\{f_n\} = \sup\{f\} = f^*$. Включим в множество $\{f\}$ supremum'ы всех его конечных подмножеств. Получим множество $\{\overline{f}\}$. Очевидно $\sup\{\overline{f}\} = \sup\{\overline{f}\} = f^*$. Пусть $\alpha = \sup\limits_{\overline{f} \in \{\overline{f}\}} \overline{f}(E)$ и $\{\overline{f}_n\}$ такая последовательность, что $\lim \overline{f}_n(E) = \alpha$. Последовательность $\{\overline{f}_n\}$ можно считать возрастающей, иначе можно рассматривать $\overline{\overline{f}}_n = \sup\{\overline{f}_1, \ldots, \overline{f}_n\}$. Поэтому существует $\lim \overline{f}_n = f_0$, причем $f_0(E) = \alpha$. Заметим, что для любого $f \in \{f\}$ имеем $f \leq f_0$. В самом деле иначе бы $\sup(f_0, f) = f' > f_0$ и по лемме $f'(E) > f_0(E)$, чего быть не может. Таким образом $f^* = \sup\{\overline{f}\} \leqslant f_0$, что вместе с неравенством $f^* \geqslant f_0$ дает $f_0 = f^*$. Так как f_0 есть очевидно sup исчислимого множества из $\{f\}$, то теорема доказана.

Теорема 4. Если $f(x) > 0$, $(f > 0,\ x > 0)$, то существует дизъюнктная часть $\overline{f}$ от f такая, что $\overline{f}(x) = f(x)$ и $f'(x) > 0$ для любого $f' < f$, $f' > 0$.

Доказательство. Пусть $0 < f_\xi < f$ такой функционал, что $f_\xi(x) = f(x)$. Тогда $\overline{f} = \inf\{f_\xi\}$ и будет указанной частью. Действительно
$$f = \inf\{f_\xi\} + \sup\{f - f_\xi\} = \overline{f} + \overline{\overline{f}}. \tag{1}$$
Далее функционал $\overline{\overline{f}}$ определяется равенством ([4]):
$$\overline{\overline{f}}(x) = \sup[(f - f_{\xi_1})](x_1) + \ldots + (f - f_{\xi_n})(x_n)] \tag{2}$$
где sup берется по всем $x_1 + x_2 + \ldots + x_n = x$, $x > 0$ и $f_{\xi_i} \in \{f_\xi\}$.

Так как правая часть в (2) равна нулю, следовательно $f(x)=0$, то по (1) имеем $f(x)=f(\bar{x})$. Очевидно, что $f'(x)>0$ для $0<f'<\bar{f}$. Далее $\inf(f,f)=0$, иначе $0<\inf(\bar{f},\bar{f})=f'\leq f, f'\leq\bar{f}$ и тогда $f'(x)>0$ и $f'(x)=0$, что противоречиво.

Будем называть f минимальной частью функционала f относительно x. Заметим, что теорема 4 является следствием теорем 2 и 3, если X обладает единицей.

В заключение заметим, что существование минимальной части x относительно любого f равносильно существованию минимального элемента. Действительно:

а) Если существует минимальная часть, то очевидно она и будет минимальным элементном.

в) Пусть $f(x)>0$. По теореме 4 f можно считать минимальным функционалом для x. Пусть x^* минимальный элемент для f. Для существования минимальной части достаточно убедиться, что $\inf(x, x^*)=x'>0$ (3). Тогда $f(x')>0$, причем очевидно x' минимальная часть x относительно f. Далее при (3) $f(\bar{x})>0$ и предположение $f(x)>0$ невозможно, ибо имели бы $\inf(\bar{x}, x)>0$(*). Но (3) справедливо: в самом деле f можно предполагать минимальным также для x^* (при этом x^* остается минимальным относительно f); тогда при $\inf(x, x^*)=0$ мы имели бы $f(x)=0$, (см. хотя бы, [2]), § 2, теорема 1), что противоречит условию.

§ 3. Как было указано в § 2, вопрос о существовании минимальной части связан с вопросом о существовании счетного подмножества, имеющего тот же sup, что и само множество. В этом параграфе указывается на связь между существованием указанных счетных подмножеств и существованием единицы в $\bar{X}$.

Теорема 5. Если в $\bar{X}$ имеется единица E, то любое ограниченное множество $\{x_\xi\}\in X$ содержит исчислимое множество $\{x_n\}$ такое, что $\sup\{x_n\}=\sup\{x_\xi\}$.

Доказательство: Будем считать, что supremum'ы конечных подмножеств из $\{x_\xi\}$ и $\{F^{x_\xi}\}$ входят соответственно в эти множества. Замечаем, что supremum'ы рассматриваемых множеств при этом не изменятся. Так как $\bar{X}$ имеет единицу, то по теореме 3 найдется последовательность $\{F^{x_n}\}$ такая, что $\sup\{F^{x_n}\}=\sup\{F^{x_\xi}\}$. Последовательность $\{x_n\}$ можно считать не убывающей, иначе в силу замечания можно было бы рассматривать $\bar{x}_n=\sup(x,\ldots,x_n)$. Поэтому существует $\lim x_n=\sup\{x_n\}$

*) Относительно x и x см. начало параграфа.

$=x_0$ и, следовательно (²), (§ 2, т. 3), $\sup\{F^{x_n}\} = \lim F^{x_n} = F^{x_0} = \sup\{F^{x_\xi}\}$. Так как $F^{x_\xi} \geqslant F^{x_0}$, то $x_\xi \leqslant x_0$, следовательно $\sup\{x_\xi\} \leqslant x_0$. С другой стороны $F^{x_\xi} \leqslant F^{\sup\{x_\xi\}}$, следовательно $F^{x_0} \leqslant F^{\sup\{x_\xi\}}$ и $x_0 \leqslant \sup\{x_\xi\}$. Поэтому $x_0 = \sup\{x_n\} = \sup\{x_\xi\}$. Но очевидно x_0 есть sup исчислимого множества элементов из $\{x_\xi\}$.

Отметим, что из доказательства получается равенство

$$\sup\{F^{x_\xi}\} = F^{\sup\{x_\xi\}}.$$

Теорема 6. Для существования $\overline{X}$ единицы E необходимо и достаточно чтобы на X имелся функционал $f > 0$ такой, что $f(x) >$ для любого $x > 0$.

Доказательство изложим в виде двух лемм.

Лемма 1. $E(x) > 0$ для $x > 0$.

Доказательство непосредственно получается из леммы к теореме 3, достаточно ввести в рассмотрение функционал F^x. Действительно, если $x > 0$, то $F^x > 0$, (²), § 2, т. 3), и по указанной лемме $F^x(E) = E(x) > 0$. Таким образом установлена необходимость.

Лемма 2. Если $f > 0$ и $\varphi > 0$ линейные функционалы на X и если $x > 0$ минимальный элемент относительно f и $\varphi(x) > 0$, то $\inf(f, \varphi)(x) > 0$, следовательно $\inf(f, \varphi) > 0$.

Доказательство. Предположим, что $\inf(f, \varphi)(x) = 0$. Функционал $\inf(f, \varphi)$ определяется равенством:

$$\inf(f, \varphi)(x) = \inf[\varphi(x_1) + f(x_2)],$$

где inf берется по всем разбиениям $x_1 + x_2 = x$, $x_1, x_2 \geqslant 0$.

При нашем предположении найдется последовательность разбиений $\{x = x_1^{(n)} + x_2^{(n)}\}$ такая, что $\varphi(x_1^{(n)}) + f(x_2^{(n)}) \leqslant \varepsilon_n$, где $\varepsilon_n \to 0$ и $\varepsilon_{n+1} + \varepsilon_{n+2} + \ldots \leqslant \varepsilon_n$. Пусть $x^* = \sup(x_1^{(1)}, x_1^{(2)}, \ldots)$, $x^{(n)} = \sup(x_1^{(1)} \ldots, x_1^{(n)})$. Тогда $x^* = \lim x^{(n)} \leqslant x$, где $x^{(n)}$ очевидно не убывают и следовательно $\varphi(x^*) = \lim \varphi(x^{(n)}) \leqslant \lim \sum_{k=1}^{n} \varphi(x^{(k)}) \leqslant \sum_{1}^{\infty} \varepsilon \leqslant 2\varepsilon_1$. Так как можно считать $\varphi(x) \geqslant 2\varepsilon_1$, то $\varphi(x^*) < \varphi(x)$, следовательно $x^* < x$. Очевидно далее $x_2^{(n)} \geqslant x - x^* > 0$, $x_2^{(n)} > \dfrac{x - x^*}{2} > 0$, $n = 1, 2, \ldots$ Пусть $f\left(\dfrac{x - x^*}{2}\right) = \delta$. Согласно условию $\delta > 0$. Тогда $f(x_2^{(n)}) \geqslant \delta$, $\varphi(x_1^n) + f(x_2^{(n)}) \geqslant \delta$, что противоречит предположению $\inf(f, \varphi)(x) = 0$.

Лемма 2 устанавливает достаточность, так как если $f(x) \geqslant 0$ для любого $x > 0$, то $x > 0$ будет минимальным относительно f, и тогда по лемме $\inf(f, \varphi) > 0$ при любом $\varphi \in \bar{X}$, т. е. f и будет единицей E согласно определению последней.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1.) З. Клементьев, уч. Зап. ТГУ. № 5 1947 г.
2.) З. И. Клементьев Уч. Записки ТГУ. № 6 1947 г.
3.) Б. З. Вулих, ДАН, XXVI, № 9.
4.) Л. В. Канторович, Мат. Сб., т. 7, (49):2.

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
1948 УНИВЕРСИТЕТА имени В. В. КУЙБЫШЕВА № 11

О САМОСОПРЯЖЕННОСТИ ЛИНЕЙНЫХ ПОЛУУПОРЯДОЧЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ

Доц. З. И. КЛЕМЕНТЬЕВ

В § 1 настоящей заметке, связанной с моими предыдущими заметками [1], [2], [3], указываются условия существования минимального элемента (м. э.) относительно функционала f в зависимости от обращения f в нуль на правильной части (п. ч.). В § 2 устанавливаются условия для самосопряженности пространств.

§ 1. Как и раньше, рассматриваемые элементы и функционалы будем считать неотрицательными. Перенесение получаемых результатов на любые элементы и функционалы делается обычным путем (см. хотя бы [4]).

Теорема 1. Если существует м. э. для $f>0$, то f не может обращаться в нуль на правильной части $\tilde{X}\subset X$. Если из обращения в нуль любого функционала на п. ч. вытекает обращение его в нуль на всем пространстве, то для любого $f>0$ существует м. э..

Доказательство. Пусть $f(x)>0$. Если предположить вопреки теореме, что f обращается в нуль на п. ч. $\tilde{X}$, то нашелся бы м. э. $\bar{x}\leqslant x$, $\bar{x}>0$, $(f(\bar{x})>0)$, и элемент $\tilde{x}\in\tilde{X}$ такой, что $\inf(\bar{x},\ \tilde{x})=x_0>0$, $(x_0\in\tilde{X})$.

В силу минимальности x_0 имели бы $f(x_0)>0$, что противоречит допущению.

Пусть теперь $f(x^*)>0$, $X^*\subset X$ подпространство с единицей x^* и $\bar{f}\leqslant f$ минимальный функционал для x^*. Вне X^*, следовательно, $\bar{f}$ обращается в нуль. Пусть $x_\xi<x^*$ и $\bar{f}(x_\xi)=0$. Тогда $\sup\{x_\xi\}<x^*$ (1), ($\sup$ берется по всем $x\in X^*$), иначе $\bar{f}$ обращался бы в нуль, как нетрудно видеть, на п. ч., и тогда согласно условию теоремы, имели бы противоречащее равенство $\bar{f}(x^*)=0$. Но из соотношения (1) вытекает существование м. э., как было замечено в [2], § 2.

Заметим, что теорему можно формулировать следующим образом: если существует м. э. для $f>0$, то его значения на всем пространстве X единственным образом определяются значениями нап. ч..

Если значения любого функционала $f>0$ на X единственным образом определяются значениями на п. ч., то существует м. э.

§ 2. **Теорема 2.** Пусть $X=\{x\}$ пространство с единицей E. Если для каждого $f>0$ существует минимальная часть от E, то для любого $F>0$ найдется F^x такой, что $0<F\leqslant F^x$.

Доказательство. Можно считать $(F-F^E)_+>0$ (1). В самом деле найдется $f\in\bar{X}$, $f>0$ такой, что $F(f)>0$. Можно предполагать, не умаляя общности, что $F(f)>F^E(f)$, иначе в качестве единицы E можно было бы взять $\frac{E}{n}$, где число n достаточно велико для того, чтобы соотношение (1) имело место. Пусть $F^*=\lim\inf[n(F-F^E)_+,F^E]$. Известно [1]), что F^* является частью F^E. Убедимся, что $F^*\leqslant F$ (2). Действительно в противном случае $0<(F-F^*)\leqslant(F-F^E)$—(3). С другой стороны $(F-F^*)_-\leqslant F^*$ (4), и так как $\inf[n(F-F^E)_+,(F-F^E)_-]=0$ при любом n, то $\inf[F^*,(F-F^E)_-]=0$. Следовательно, принимая во внимание (4), $\inf[(F-F^*)_-,(F-F^E)_-]=0$, что противоречит (3). Не нарушая общности можно считать F^* минимальным функционалом относительно элемента f. Пусть, далее, f^* минимальная часть от элемента f относительно F^* и $\bar{X}^*$ (X подпространство с единицей f^*. Тогда для любого f будем иметь разложение: $f=f^*+f^{**}$, где $f^*\in\bar{X}^*$, причем $F^*(f^{**})=0$. Пусть E' минимальная часть от E для f' ($f'\in\bar{X}^*$ — произвольный элемент), и $E=\sup\{E'\}$. E является частью E. Нетрудно установить, что $F^E(f)=F^*(f)$ для любого $f\in\bar{X}$. Действительно $F^{E-E}(f)\leqslant F^{E-E'}(f')=0$. Следовательно, $F^E(f')=F^E(f')$ (5). Далее, $F^E(f')=(F^E-F^*)(f')+F^*(f')$ и так как $\inf(F^E-F^*,F^*)=0$ и f м. э. относительно F^*, то $(F^E-F^*)(f')=0$ или $F^E(f')=F^*(f')$ (6). Из (5) и (6) получаем: $F^{\bar{E}}(f')=F^*(f')$. Кроме того $F^{\bar{E}}(f'')=F^*(f'')=0$. Следовательно, $F^{\bar{E}}(f)=F^*(f)$ для любого $f>0$, т. е. $F^*=F^{\bar{E}}$. Но $0<F^*=F^{\bar{E}}\leqslant F$ и теорема, таким образом доказана.

Теорема 3. Пусть X снова пространство с единицей. Если $\sup\{x_\xi\}=x_0$, то $\sup\{F^{x_\xi}\}=F^{x_0}$

Доказательство. Известно [2]), что $F^{x_0}\geqslant\sup\{F^{x_\xi}\}$. Если допустить, вопреки теореме, что $F^{x_0}-\sup\{F^{x_\xi}\}=F>0$, то по предыдущей теореме найдется F^x такой, что $0<F^x\leqslant F\leqslant F^{x_0}$,

и тогда $F^{x_0} - \sup \{F^{x_\xi}\} \geqslant F^x > 0$. Отсюда $x_0 - x \geqslant \sup \{x_\xi\}$, чего быть не может, так как $x > 0$.

Теорема 4. Если $0 < F < F^x$, то $F \in \{F^x\}$.

Доказательство. Пусть $F^* = \sup \{F^{x_\xi}\}$, где sup берется по всем $F^{x_\xi} \leqslant F$. Очевидно, $F^* \leqslant F$. Так же, как в доказательстве предыдущей теоремы, убеждаемся, что предположение $F^* < F$ приводит к противоречию, следовательно $F^* = F$. Но $F^* = F^{\sup\{x_\xi\}}$, что и доказывает теорему.

Теорема 5. Множество $\{F^x\}$ есть п. ч. из $\bar{\bar{X}} = \{F\}$.

Доказательство. Действительно:

1) $\{F^x\}$ — линейное множество.

2) Если $F < F^x$, то согласно предыдущей теореме $F \in \{F^x\}$.

3) Для любого $F > 0$ найдется E^x такой, что $\inf (F, F^x) > 0$ и по предыдущей теореме имеется $F^x > 0$, $F^x < F$. Таким образом $\{F^x\}$ есть п. ч. из $\bar{\bar{X}}$.

На основании последней теоремы, принимая во внимание, что $X = \{x\}$ и $\{F^x\}$ изоморфны [2]), можно сказать, что пространство $X = \{x\}$ изоморфно правильной части второго сопряженного пространства.

Теорема 6. Пусть $X = \{x\}$ пространство с единицей E. Если для каждого $f > 0$ имеется м. э., то для каждого $\Phi \in \bar{\bar{X}}$ имеется $f \in X$ такой, что $\Phi(F) = \Phi^f(F) = F(f)$ при любом F. Короче — пространства $\bar{X}$ и $\bar{\bar{X}}$ изоморфны, или, как мы условимся писать, $\bar{X} = \bar{\bar{X}}$.

Доказательство. Прежде всего заметим, что F^E будет единицей в пространстве $\bar{\bar{X}} = \{F\}$. (Это утверждение является следствием теоремы 6 моей заметки [2]), ибо $F^E(f) = f(E) > 0$ для любого $f > 0$). Далее при $\Phi(F) > 0$ существует минимальная часть от F относительно Φ. Действительно, положим $F = \sup\limits_n \inf (F^E, nF)$. Известно [3]), что $F \leqslant F^E$ будет часть F^E, следовательно, по теореме 5, $F = F_E$, где E часть E, причем очевидно $\Phi(F^E) > 0$. Существует, далее, f такой, что $\Phi(F^x) = f(x)$ для любого $x \in X$, в частности $\Phi(F^E) = f(E)$. Пусть $x \leqslant E$ минимальная часть относительно функционала f. Тогда F^x будет минимальной частью от F^E относительно Φ, а следовательно, и $\inf (F, F^x) > 0$ будет минимальной частью от F относительно Φ:

Имея в виду, что $\{F^x\}$ есть п. ч. из $\overline{\overline{X}}$, можно утверждать, согласно теореме 1, что функционалы Φ и Φ' совпадают на всем пространстве $\overline{\overline{X}}$.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1.) З. И. Клементьев — Ученые записки ТГУ, вып. 5
2.) З. И. Клементьев—Ученые записки ТГУ, вып. 6
3.) З. И. Клементьев—Ученые записки ТГУ, вып. 11
4.) Л. В. Конторович, Мат. сб., т. (49): 2

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
1948 УНИВЕРСИТЕТА имени В. В. КУЙБЫШЕВА № 11

ПОЧВЫ ПРАВОБЕРЕЖЬЯ р. ГАЛКИ

Проф. К. А. КУЗНЕЦОВ

Введение

В 1946 году подверглась исследованию территория сельскохозяйственной артели „ГАЛКА", расположенная на междуречном плато Тетеренки и Галки, непосредственно примыкающая к последней своей западной границей. Большая часть территории хорошо дренирована балочной сетью, направляющей сток поверхностных и отчасти почвенно-грунтовых вод в р. Галку. Только восточная часть колхоза дренирована слабо, что сказывается на характере почвенно-растительного покрова.

В недалеком прошлом территория колхоза была покрыта трудно проходимой черневой тайгой, которая затем выгорела. В 1937—1940 гг. гарь была раскорчевана и в настоящее время почвы из-под гари используются под посевы полевых культур.

В колхозе введен 10-польный севооборот с посевом клевера и травосмеси. Всего земель, закрепленных за колхозом, 2309 га, из них: пашни 890 га; сенокоса 204 га, выгона 262 га, леса 561 га; вырубки 54 га, болот 206 га, приусадебный земельный фонд 6,61 га и приусадебные участки личного пользования 36,98 га, остальная площадь находится под дорогами, прогонами и т. д.

В задачу исследования входило составление почвенной карты и получение материала для агропроизводственной характеристики основных почвенных разностей колхоза. На территории колхоза было заложено 12 разрезов, глубиною от 170 до 220 см и многочисленное количество мелких ям.

Работы производились в масштабе 1:25 000 на основе землеустроительного плана того же масштаба горизонтальной съемки.

Условия почвообразования

1. Климат. Средняя годовая температура в районе колхоза „Галка" близка к таковой же г. Томска. Температура теплого периода (май, июнь, июль, август, сентябрь) благоприятна для

развития культурных растений. Однако, следует отметить, что в конце весны и в начале осени иногда бывают заморозки.

Поздневесенние заморозки приходятся на конец мая и только в редкие годы падают на середину июня. Иначе говоря, эти заморозки не могут губительно отразиться на развитии растений, так как указанное время совпадает с посевом яровых хлебов и только очень ранние всходы могут от них пострадать. Раннеосенние заморозки приходятся на время, когда уже большинство яровых хлебов находится в полной спелости и только поздние посевы могут попасть под осенние заморозки.

Перезимовка озимых хлебов, в частности озимой ржи, протекает в благоприятных условиях, так как снежный покров в районе колхоза достигает достаточной мощности.

Осадки в основном определяют собою то или иное увлажнение почвы, которое, в свою очередь, отражается на характере биохимических процессов, протекающих в почве, а также на развитии культурных растений и в конечном результате на урожае последних.

Не отрицая значения для развития яровых хлебов общего количества годовых осадков, все же следует подчеркнуть, что, повидимому, высота урожая яровых хлебов зависит не только от годового количества выпадающих осадков, но в этом отношении существенную роль играет состояние влажности почвы. Влажность же почвы зависит не только от количества выпадающих осадзов, но и от многих других причин и в первую очередь от свойств самой почвы, о чем будет сказано ниже.

Вообще, следует подчеркнуть, что количество осадков, выпадающих в районе колхоза, вполне достаточно для нормального развития культурных растений.

2. Устройство поверхности. Землепользование колхоза представляет собою слабо наклоненную в сторону р. Галка равнину. Эта равнина, входя в состав междуречного плато Тетерянки и Галки, резким уступом отделяется от долины последней. Площадь колхоза прорезана небольшими балками, по днищу которых струятся незначительные ручейки. Балки к востоку выполаживаются и незаметно переходят в заболоченные участки и водораздельное болото. Территория колхоза балочной сетью разбита на ряд изолированных друг от друга массивов, к которым приурочены поля севооборота. Часть балок начинается в пределах колхоза, часть же выходит за его пределы. Удаленный от долины р. Галки восточный участок очень слабо дренирован и в силу этого в той или иной степени заболочен. Массивы, изолированные друг от друга балками, имеют равнинную поверхность, на фоне которой встречаются небольшие, едва заметные

депрессии, которые в той или иной степени заболочены. Переход равнинных массивов в балки осуществляется через посредство ясно выраженных склонов.

3. Геологическое строение территории колхоза весьма простое. В основе залегают плотные синевато-серые (сизые) глины, повидимому, нижечетвертичного возраста. Указанные глины прикрыты довольно мощным плащем желто-бурых, в той или иной степени раскисленных глин верхнечетвертичного возраста. Покровные глины в районе колхоза достигают 8—12 м мощности. Эти глины весьма однородны и не содержат в себе примеси грубого, и тем более валунного, материала. К сожалению, нам не удалось непосредственно наблюдать контакт между сизыми и покровными глинами, так как хороших обнажений по берегу Галки не было. Наличие оползней по правым берегам р. Галки свидетельствует о том, что между сизыми и покровными глинами должен иметь место водоносный горизонт, а следовательно и какой-то мощности прослойка более грубого материала. С другой стороны это предположение не подтверждается данными буровой скважины, заложенной на территории колхоза. Указанной скважиной, по словам колхозников, водоносный горизонт был встречен на 32-м м от поверхности. Не располагая описанием этой скважины, трудно утверждать—только ли на указанной глубине обнаружен водоносный слой, возможно, что речь идет о горизонте со значительным дебитом воды, тогда как водоносный слой, находящийся между сизой и покровной глинами, не отмечен лишь потому, что он не представляет собою практического значения.

Речка Галка полностью прорезает покровные темнобурые глины и несколько углубляется в сизые плотные глины. Сток поверхностных вод осуществляется по балкам и ложкам. На повышенных равнинных участках атмосферные осадки, в основном по трещинам усыхания, просачиваются в почву, но на глубине 1,5—2 м нисходящий водный поток замедляется, обуславливая оглеение покровных глин, придавая ей сизоватую и бледножелтую окраску. Микропонижения, расположенные на поверхности плато, служат местами скопления поверхностных вод. Эти воды, в период сильных дождей, застаиваясь на поверхности почвы, вызывают в ней оглеение, а местами приводят к вымочкам посевов. Более обширные микродепрессии и котловины вызывают заболачивание и образование болот и торфяников.

Благодаря равнинности и тяжелому составу покровных глин и почв, влажность поверхностных горизонтов (пахотного слоя) подвержена большим колебаниям. Так, в период дождей и спустя некоторое время после выпадения капельножидких осадков, по-

верхность пахотного слоя становится избыточно влажной, а по микропонижениям вода застаивается более или менее длительное время и создает неблагоприятные условия для развития культурных растений. При наступлении жарких и солнечных дней поверхностная вода и влага пахотного слоя быстро испаряются, что приводит к сильному снижению влажности корнеобитаемого слоя почвы. Таким образом, нормальное увлажнение почвы является кратковременным, что неблагоприятно отражается на развитии особенно молодых растений. После того, как культурные растения достаточно разовьют корневую систему, после этого значительное пересыхание пахотного слоя для них не составляет большой угрозы, так как они для своих нужд черпают влагу из глубоких, всегда достаточно увлажненных горизонтов.

Все это указывает на то, что крайне необходимо создать нормальное увлажнение пахотного слоя в ранние периоды развития культурных растений.

В связи с вышеотмеченным необходимо направить усилие к тому, чтобы предохранить испарение из почвы влаги, которая в ней накапливается за счет талых вод и весенних осадков. Обильные летние осадки быстро испаряются из почвы, так как пахотный слой почв колхоза не обладает хорошей структурой. Он быстро заплывает и препятствует проникновению в глубь почвы дождевых вод. Отсутствие прочной зернисто-комковой структуры и глинистый состав почв способствуют быстрому испарению влаги из пахотного слоя. В связи с этим для лучшего использования летних обильных осадков, а также для предохранения застоя на поверхности почвы атмосферных вод, необходимо направить усилия на создание водопрочной комковато-зернистой структуры пахотного слоя. Мероприятия по созданию структуры пахотного слоя будут указаны ниже, а сейчас перейдем к краткому описанию естественной растительности.

4. Растительность территории колхоза и прилегающих к нему местностей, в недалеком прошлом была представлена черневой тайгой, в составе которой основу составляли: кедр, пихта и ель. В результате неоднократных пожаров хвойные породы вытеснялись лиственными: осиной и березой. Чистые гари заростали сначала бурьянной травянистой растительностью: кипреем, вейником и другими, а также малиной, шиповником и другими кустарниками. Затем внедрялись мелколиственные древесные породы—осина и береза, под покровом которых возобновлялась растительность черневой тайги. Центральная, чрезвычайно слабо дренированная, плоская поверхность междуречного плато, а также котловины и депрессия его окраин как раньше, так и теперь заняты болотной растительностью—багульником,

осокой, тростником и мхами. Местами, особенно в центральное части междуречного плато, остатки болотной растительности не успевают полностью минерализоваться что, приводит к образованию торфяников той или иной мощности. На поверхности торфяников чаще всего произрастают тонкоствольная и низкорослая сосна или береза, реже торфяники свободны от древесной растительности. Торфяники образуются и в речных долинах, где они приурочены к левобережной, относительно широкой ее низменной части.

Под покровом таежной древесной растительности развиваются почвы подзолистого типа, а под болотной—почвы болотного типа. При переходе тайги в болото формируются переходные подзолисто-болотные почвы.

Почвы

Почвенный покров колхоза в основном представлен оподзоленными почвами, которыми заняты все повышенные равнинные участки и пологие склоны. Депрессия (понижения) среди возвышенных участков заняты илово-болотными и лугово-болотными и отчасти торфяно-болотными почвами. Лога и долины ручьев, прорезывающих платообразную поверхность колхоза, заняты довольно сложным почвенным комплексом, состоящим из дерново-глеевых почв различной степени оподзоленности, иловато-и лугово- болотных почв. Наконец, в долине речки Галки, встречаются аллювиальные иловато-болотные и луговые, в той или иной степени оподзоленные, почвы. Все разнообразие почв колхоза может быть представлено в виде следующей классификационной схемы.

Платообразная часть

а) положительные элементы рельефа:

1. Серые, пылевато- глинистые, слабо оподзоленные почвы на карбонатной, слабо оглеенной пылеватой глине.
2. Светлосерые, пылевато - глинистые, слабо оподзоленные, глееватые почвы на карбонатной, оглеенной пылеватой глине.

б) отрицательные формы рельефа:

3. Лугово-болотные почвы.
4. Иловато болотные почвы.
5. Торфяно-болотные почвы.

Лога и долины ручьев:

6. Дерново-глееватые, глинистые почвы.
7. Иловато-болотные, глинистые почвы.

8. Дерново-скрытоподзоленные, глинистые, аллювиальные почвы.

9. Иловато-болотные, аллювиальные почвы.

Примечание: Номенклатура механического состава дана по проф. Захарову.

Аналитической обработке подверглись почвы повышенной равнинной части. Эти почвы в основном распаханы, а в восточной части территории колхоза покрыты лесом. Значительный массив указанных почв, примыкающих к усадьбе и долине р. Галка, используется как выпас, ибо данный массив занят еще лесом, который только отчасти вырублен.

Для характеристики строения и морфологических признаков основной разности почв колхоза приведем описание двух разрезов.

Разрез № 30, заложен на ровном месте, в осиновом лесу, среди которого встречается ель, кедр, указывающие на то, что в недалеком прошлом здесь была елово-кедровая, темнохвойная тайга. Во втором ярусе молодая поросль осины, а на опушке леса встречаются черемуха и акация. Травянистый покров хорошо развит.

Строение разреза определяется следующей формулой, в которой цифры указывают нижнюю границу генетических горизонтов в

$A_0A_1 = 7 + A_1A_2 = 15 + A_2 = 30 + A_2B_1 = 40 + B_1 = 55 + B_2 = 95 + B_3 = 120 + C_k = 170 + C_{kg}$

A_0A_1 — верхний дерновый горизонт, мощность в 7 см имеет темносерый цвет, свежий по влажности, при подсыхании несколько светлеет. При растирании становится светлосерым и приобретает буроватый оттенок. Густо пронизан корнями древесной и травянистой растительности. Зернисто-порошковатая структура легко разрушается при растирании. Переход в следующий горизонт ясный.

A_1A_2 — мощность горизонта 8 см. Светлосерый с темнокоричневым оттенком. Плоско-зернистый, структурные отдельности непрочные. По цвету переход в нижележащий горизонт постепенный, а по структуре ясный.

A_2 — мощность горизонта 15 см. Светлосерый, пористый, несколько плотнее горизонта A_1A_2. Пластинчато-чешуйчатый, типично подзолистый горизонт, постепенно переходит книзу в горизонт A_2B_1.

A_2B_1 — мощность горизонта 10 см. Серой окраски. Плоско-ореховатый, структурные отдельности обильно обсыпаны кремнеземом, постепенно переходит в нижележащий горизонт.

B_1 — мощность горизонта 15 см, местами увеличивается до 17 см. На общем желто-буром фоне сильно проступает бледно-

желтая, почти белесоватая окраска. Распадается на ореховатые отдельности, которые обильно припудрены кремнеземом. Граница с горизонтом B_2 ясная.

B_2 — мощность горизонта 40 см. Буро-желтоватый, типично иллювиальный горизонт распадается на кубическо-ореховатые отдельности, поверхность которых, а также стенки вертикальных трещин покрыты темнокоричневыми гумусовыми натеками. Постепенно переходит в горизонт B_3.

B_3 — мощность 25 см, отличается от вышележащего горизонта более светлой палевой окраской и меньшей раздробленностью вертикальными трещинами. Граница с C_k ясная.

C_k — мощность 50 см, желто-бурая с палевым оттенком, карбонатная очень слабо оглеенная, плитовидная глина, изредка разбита вертикальными трещинами, на стенках которых видны коричневатые натеки.

C_{kg} — сизоватая, карбонатная, ясно оглеенная глина. Карбонаты выявляются в виде бледных, расплывчатых пятен.

Совокупность морфологических признаков и характер строения описанной почвы свидетельствует о ясном проявлении в ней подзолообразовательного процесса.

Для выяснения степени выраженности, в описанной почве подзолообразовательного процесса, в образцах, взятых из различных генетических горизонтов, произведен валовой анализ, данные которого приводятся в таблице 1.

Рассматривая данные таблицы 1, можно отметить следующие основные моменты: во-первых, химически-связанная вода указывает на ясное проявление подзолообразовательного процесса в анализированной почве, ибо в горизонтах A_2 и A_2B_1, имеет место снижение, а в горизонтах B_2 и B_3 повышение величины химически-связанной воды. В полном соответствии с химически-связанной водой распределяется и гигроскопическая вода. Относительное накопление кремнезема в элювиальных горизонтах и уменьшение в иллювиальных — характеризуется незначительными величинами. Стабильными являются и показатели, характеризующие распределение окисла алюминия по профилю почвы. Наиболее динамичными являются показатели, характеризующие распределение окисла железа по профилю почвы. В верхней части элювиального горизонта (A_0A_1) и (A_1A_2) наблюдается уменьшение окисла железа, ниже до горизонта B_3 происходит его накопление и снова уменьшение в нижней части профиля почвы и в материнской породе. С другой стороны во всех образцах железо обнаружено также и в закисной форме. Это обстоятельство свидетельствует об остаточных процессах заболачивания, которые имели место в прошлой истории развития данных почв. На это же указывает

и ясное оглеение материнской породы, что было подчеркнуто при морфологической характеристике. Пересчет всего железа на окисную форму показывает, что в горизонте B_2 и особенно в A_2 оно накапливается, тогда как нижняя часть профиля почвы железом обедняется благодаря, вероятно, миграции его в виде закисной формы. Относительное накопление железа в горизонте A_2 связано, повидимому, с начальной стадией развития процесса ортштейнообразования в этом горизонте.

Распределение окиси кальция по профилю почвы ясно указывает на вымывание его из подзолистого горизонта A_2 и накопление в горизонте A_0A_1. Последнее обстоятельсто свидетельствует о ясном проявлении процесса биологической аккумуляции кальция. Биологическая аккумуляция проявляется и в отношении окиси калия. Наоборот, магний и особенно натрий, как вещества в которых растение нуждается меньше, чем в калии и кальции, подвергаются выносу из почвы.

Валовое содержание фосфорной кислоты является нормальным для рассматриваемых почв. Распределение фосфорной кислоты по профилю почвы свидетельствует о накоплении ее в корнеобитаемой зоне почвы и связано с аккумулирующей деятельностью растительного покрова.

Наконец, молекулярное отношение окисла кремния к окислу алюминия указывает на более или менее стабильное состояние минеральной части почвы. Отмечается слабое относительное накопление кремнезема в горизонте A_0A_1 и снижение его в горизонте B_2.

Эти данные и весь материал по валовому анализу указывают на недавнее проявление подзолообразовательного процесса, который наложился на болотный процесс. Изменение первичных минералов в настоящее время ограничивается лишь их гидролизом, процесс же перераспределения элементов по профилю почвы выражен относительно слабо, что не вполне увязывается со строением профиля и морфологическими признаками отдельных горизонтов почвы.

Слабое перераспределение соединений по профилю почвы находит себе объяснение в том, что подзолообразовательный процесс недавно наложился на болотный и что тяжелый механический состав почв препятствует его быстрому проявлению.

Остаточные явления, связанные с болотным процессом, который имел место в описываемых почвах в недалеком прошлом, отражается в относительно равномерном распределении гумуса в средней части почвенного профиля и проникновением его на значительную глубину.

Таблица 1

Данные валового анализа в процентах. Разрез № 30

Горизонты	Глубина образцов в см	Гигроскоп. H_2O	В % на абс. сухую почву					В % на бескарбонатную минеральную массу											
			Гумус	N	CO_2	Химически-связанная H_2O	Потеря при прокаливании	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	TiO_2	P_2O_5	MnO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3	Молекулярное отношение $SiO_2 : Al_2O_3$
A_0A_1	0—7	8,65	9,92	0,56	—	3,28	13,20	71,62	15,25	3,76	1,58	0,21	0,10	нет	2,54	1,50	2,35	1,51	сл.	7,98
A_1A_2	8—14	4,89	4,26	0,30	—	3,14	7,40	70,87	16,80	4,64	—	—	0,10	—	—	—	—	—	—	7,17
A_2	18—28	5,65	1,79	0,14	—	1,82	3,71	69,27	16,41	5,70	1,18	0,19	0,09	0,22	1,71	1,59	2,38	1,61	0,06	7,18
A_2B_1	30—40	4,55	1,73	0,10	—	1,62	3,35	69,34	16,27	5,30	—	—	0,08	—	—	—	—	—	—	7,20
B_1	42—52	5,51	1,12	—	—	2,84	3,96	69,77	16,26	5,43	—	—	0,07	—	—	—	—	—	—	7,29
B_2	60—70	7,74	0,67	—	—	3,35	4,02	68,71	16,57	5,40	1,22	0,17	0,07	0,15	1,93	1,93	1,91	2,05	0,02	7,05
B_3	100—110	6,52	0,34	—	—	3,48	3,82	69,74	16,25	4,32	—	—	0,07	—	—	—	—	—	—	7,30
Ck(g)	130—140	6,05	0,25	—	0,45	3,82	4,52	70,24	16,29	4,20	—	—	0,08	—	—	—	—	—	—	7,33
Ckg	170—175	6,72	0,20	—	1,45	2,93	4,58	71,63	16,61	3,43	0,82	0,13	0,07	сл.	2,01	1,82	1,75	2,14	нет	7,38

Здесь мы рассмотрели данные валового анализа девственной почвы, которая никогда не подвергалась распашке и в настоящее время развивается под покровом лесной растительности.

Почвы, подобны описанной, но очевидно, длительное время претерпевшие воздействие со стороны травянистой растительности, которая буйно развивалась на гарях, а затем подверглись распашке, могут быть охарактеризованы разрезом № 21, описание которого приводим ниже.

Разрез № 21 заложен на ровном месте на поле, занятом овсом.

Строение почвенного профиля выражается следующей формулой:

$A^{пах}=18(20)+A_2=32+A_2B_1=43+B_1=57+B_2=105+C_к=150+C_{kg}$.

Вскипание почвы от кислоты начинается со 105 см. Карбонаты встречаются в виде редкого псевдомицелия.

А—пахотный слой, мощностью 18—20 см. Серый, почти светло-серый, неравномерной плотности, местами плотный, а местами очень рыхлый. Неравномерное сложение свидетельствует о несовершенстве обработки почвы. Сухой, резко отделяется от нижележащего горизонта.

A_2—мощность горизонта 12 см. Светлосерый с буроватым оттенком, видны мелкие орштейны (зерна, в которых сконцентрировано железо). Пористый, пластинчатый, постепенно переходит в A_2B_1.

A_2B_1—мощность горизонта 11—12 см. Отличается от вышерасположенного горизонта более ясно выраженным коричневатым оттенком и меньшей выраженностью пластинчатой структуры. Постепенно переходит в B_1, но граница выражена ясно.

B_1—мощность 14 см. На изломе не отличим от A_2B_1, а на срезе ясно выступает желто-бурый фон. Плоско ореховатый, структурные отдельности обильно обсыпаны кремнеземом. Присыпка кремнезема по трещинам проникает и в горизонт B_2.

B_2—мощность 48 см. Буро-желтоватый. Способен давать плиты, которые распадаются на кубики с темнокоричневым поливом на поверхности. Граница с нижележащим горизонтом резкая.

$C_к$—мощность горизонта 45 см. Палево-бурая, карбонатная, плитовидная глина, карбонаты выделены в виде псевдомицелия. До глубины 150 см. рассекается вертикальными трещинами, по стенкам которых видны черно-бурые натеки.

C_{kg}—палевая, лёссовидная, очень слабо оглеенная карбонатная глина. Изредка встречаются темные точки от мелких корешков.

Почва данного разреза является полным аналогом почвы, описанной ранее. Отличия сводятся лишь к более слабому оглеению материнской породы, несколько повышенному вскипанию

и другими малосущественными моментами. В связи с этим на описании других аналогичных разрезов останавливаться не будем.

В относительно недалеком расстоянии от Бакчарского района—в условиях Барабы—в широком масштабе осуществляются процессы засоления. Южная часть Томской области по ряду естественно-исторических условий близка к Барабинской лесостепи. В связи с вышеуказанным возникает вопрос—проявляется ли процесс засоления в условиях юго-западчой части Томской области. К выяснению этого вопроса нас побудил также и тот факт, что при осушении Суховского болота, в пределах Бакчарского района, в той или иной степени выявляются процессы карбонатного засоления.

С целью выяснения этого чрезвычайно важного вопроса мы определили состав водной вытяжки из образцов почвы колхоза. Результаты анализа водной вытяжки сведены в таблице 2.

Таблица 2

Данные водной вытяжки разреза № 30

Глубина образцов в см.	Цвет	Прозрачность	В %			Воднорастворимые органические вещества в мг O_2 на 100 г почвы
			Сухой остаток	Минеральный остаток	Потеря при прокаливании	
0—7	Желтый	прозрачная	0,2080	0,0350	0,1730	98,4
8—14	сл. желтый	„	0,0763	0,0189	0,0579	47,2
18—28	бесцветный	„	0,0536	0,0180	0,0356	22,4
30—40	„	опалесценц.	0,0546	0,0200	0,0346	16,8
42—52	„	прозрачная	0,0479	0,0290	0,0190	13,6
60—70	„	„	0,0484	0,0302	0,0182	8,0
100—110	„	опалесценц.	0,0296			11,2
130—140	„	„	0,0520	0,0344	0,0176	9,6
170—175	„	прозрачная	0,0470	0,0304	0,0171	8,8

Рассматривая данные таблицы 2, можно отметить, что в настоящее время в почвах колхоза явления засоления отсутствуют. В самом деле, общее количество водорастворимых соединений почвы и количество растворимых минеральных веществ измеряются сотыми долями процента. Лишь в самом верхнем образце на долю растворимых соединений почвы приходится 0,2%. Однако, эта относительно повышенная величина получилась за счет растворимых органических, а не минеральных соединений почвы. На отсутствие явлений засоления в почвах колхоза указывает и весьма незначительное содержание хлора и серной кислоты, величины которых являются нормальными для незасоленных почв. На от-

сутствие современного засоления в почвах колхоза указывают и реакции почвы. Так, до глубины 110 см обнаруживается кислая реакция, а ниже слабо щелочная. Слабо щелочная реакция, нижних горизонтов почвы и почвообразующей породы является результатом наличия здесь карбонатов кальция.

О механическом составе почв можно судить по данным таблицы 3.

Таблица 3

Данные механического анализа по Сабанину

№ разрезов	Горизонты	Глубина образцов в см	Фракции в %, размер в мм			
			>0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	<0,01
30	$A_1 A_2$	8—14	0,21	12,08	24,84	62,87
30	A_2	18—28	0,58	9,17	22,95	67,30
21	$A^{пах}$	5—15	0,20	4,74	24,07	70,99
21	A_2	21—31	0,30	4,34	23,54	71,82
31	$A_0 A_1$	0—7	0,29	15,11	29,65	54,75
31	A_2	10—20	0,18	10,24	25,15	64,42
25	A_1	2—15	0,49	18,05	29,69	51,77
25	A_2	22—32	0,23	16,67	26,91	56,19
29	$A^{пах}$	5—15	0,15	11,58	31,71	56,56
29	A_2	22—32	0,12	11,02	31,09	57,77

Данные механического анализа показывают, что в почвах колхоза на долю частиц, размером менее 0,01 мм, приходится от 51 до 70% от всей почвенной массы. Количество пылеватой фракции в почвах колеблется от 30 до 47%, а песчаные частицы в почвах колхоза почти отсутствуют, ибо их количество определяется десятыми долями процента.

Все эти данные свидетельствуют о том, что почвы колхоза обладают пылевато-глинистым механических составом.

Тяжелый механический состав почв и отсутствие в них водопрочной комковато зернистой структуры, обусловливают ряд отрицательных физических свойств, которые часто создают неблагоприятную обстановку для развития культурных растений.

Так, атмосферные осадки, выпадающие летом, медленно просачиваются в почву, а выпадение их большими порциями часто приводит к застою воды на ее поверхности. Последнее обстоятельство обусловливает плохой воздушный режим почвы и неблагоприятно отражается на развитии корневой системы культурных растений. Дождевые воды, просочившиеся в почву, при наступлении ясной и теплой погоды, быстро поднимаются вверх по

капиллярам, отчего верхние горизонты почвы сильно иссушаются, создавая неблагоприятные условия для развития растений.

Таким образом, влажность почвы, при ее тяжелом механическом составе и плохой структуре, подвергается резким колебаниям. Верхние горизонты почвы то сильно переувлажняются, то сильно пересыхают, что безусловно неблагоприятно отражается на развитии культурных растений.

Резкие колебания влажности почвы отражаются и на качестве ее обработки. Так, при вспашке пересохшей почвы образуются глыбы, которые в еще большей степени приводят к иссушению пахотного слоя. Если же мы будем пахать очень влажную почву, то она станет сильно прилипать к орудиям обработки, что потребует больших усилий для ее обработки. Вспаханная и незабороненная влажная почва быстро иссушается образуя при этом глыбы и крупные комья, которые в дальнейшем трудно разрыхлить.

Все это должно привлечь внимание колхоза к тому, чтобы его усилия должны быть направлены на создание агрономически ценной структуры в своих почвах.

Пути для этого будут указаны ниже, а сейчас перейдем к обсуждению других аналитических данных, помещенных в таблице 4.

Рассматривая таблицу 4, можно отметить, что по данным pH, почвы колхоза имеют реакцию, близкую в нейтральной в верхней половине профиля и нейтральную или слабо щелочную в нижней половине профиля. По этим данным почвы колхоза в известковании не нуждаются, ибо их реакция является благоприятной для развития культурных растений.

В верхних горизонтах (в пахотном слое) количество гумуса характеризуется средними величинами и косвенно указывает на довольно значительное содержание валового азота.

Сумма поглощенных кальция и магния в пахотном горизонте достигает 25—30 м·экв, а в глееватых разностях достигает до 47 м·экв. на 100 г почвы.

Рассматривая изменения величин поглощенных оснований по профилю почвы, необходимо отметить следующее: 1. Количество поглощенного кальция, а также магния уменьшается книзу до нижней границы элювиального горизонта и снова увеличивается вплоть до материнской породы. 2. Такое распределение поглощенных оснований по профилю почв свидетельствует о ясном но не особенно сильном выражении подзолообразовательного процесса. 3. Кальций, и в меньшей степени магний поглощаются растениями и аккумулируются в поверхностном горизонте почвы

Таблица 4

Гумус, pH и поглощенные основания

№ разрезов	Горизонты	Глубина образцов в см	Гумус	pH		В м-экв. на 100 г почвы		
				Водной	Солевой	Ca	Mg	Ca+Mg
30	A_0A_1	0–7	9,92	6,35	5,90	23,6	2,2	25,8
	A_1A_2	8–14	4,26	6,26	5,90	14,0	1,8	15,8
	A_2	18–28	1,79	6,11	6,08	13,0	1,3	14,3
	A_2B_1	30–42	1,73	6,18	6,08	13,6	1,2	14,8
	B_1	42–52	1,12	6,62	6,20	19,2	2,1	21,3
	B_2	60–70	0,67	6,96	6,96	27,0	2,0	29,0
	B_3	100–110	0,34	7,03	7,03	25,2	2,0	27,2
	C_k	130–140	0,25	7,08	7,10	—	—	—
	C_k	170–175	0,20	7,10	7,10	—	—	—
31	A_0A_1	0–7	9,61	6,63	6,21	—	—	—
	A_1	10–20	2,30	6,77	6,13	—	—	—
	A_2	30–40	2,46	6,47	6,13	—	—	—
	A_2Bh_1	42–52	1,41	6,56	6,23	—	—	—
	B	60–70	0,84	7,00	6,99	—	—	—
	B	80–90	0,27	7,01	6,99	—	—	—
21	A^{max}	5–15	4,92	—	—	28,6	2,0	30,6
	A_2	21–31	2,44	—	—	16,5	1,5	18,0
	A_2B_1	33–42	0,97	—	—	14,2	1,2	15,4
	B_1	45–55	0,93	—	—	15,9	1,7	17,6
	B_2	60–70	—	—	—	34,3	2,0	36,3
	B_2	85–95	—	—	—	29,7	2,5	32,2
29	A^{max}	5–15	3,82	6,01	5,92	—	—	—
	A_2	22–32	2,02	6,26	5,89	—	—	—
	A_2B_1	35–40	1,22	6,98	6,77	—	—	—
	B_1	45–55	0,75	7,03	7,04	—	—	—
	B_2	70–80	—	7,03	7,03	—	—	—
	$C_k(g)$	100–110	—	7,35	7,35	—	—	—
25	A_1	5–15	9,17	—	—	43,8	3,4	47,2
	A_2	22–32	3,21	—	—	40,5	3,5	44,0
	A_2B_1	36–45	2,78	—	—	43,2	3,8	47,0
	B	50–60	0,78	—	—	33,7	2,9	36,6

4. Характер распределения поглощенных оснований по профилю почв хорошо согласуется с их строением.

При рассмотрении данных таблицы 4 необходимо обратить внимание на 31 и 25 разрезы, которые были заложены на естественном сенокосе. Анализ образцов, взятых в этих двух разрезах, был произведен с целью выяснения тех изменений, которые возникают под влиянием травянистой растительности.

Разрез № 31 заложен в однородных условиях рельефа в нескольких метрах от разреза № 30. Данные разреза № 31 показывают, что воздействие травянистой растительности отразилось на

бывших лесных почвах в изменении реакции, а также в увеличении гумуса в более глубоких горизонтах почвы.

Разрез № 25 заложен в восточной части колхоза в условиях ослабленного дренажа. В силу последнего обстоятельства почва обладает ясными признаками оглеения. Воздействие травянистой растительности отразилось на усилении дернового процесса, что привело к обогащению почвы гумусом и увеличению емкости поглощения.

Все эти хотя и немногочисленные данные свидетельствуют о том, что травянистая растительность изменяет бывшие лесные почвы в сторону, благоприятную для развития культурных растений. Таким образом, в лице травяного поля правильного севооборота мы имеем могущественный фактор, с помощью которого создаются в бывших лесных почвах благоприятные условия для произрастания хлебных злаков и других культурных растений.

Для выяснения обеспеченности культурных растений основными элементами питания рассмотрим данные, помещенные в таблице 5. Отметим, что определение подвижного азота производилось по методу проф. Тюрина и Кононовой, согласно данным которых почвы, содержащие подвижного азота более 6 мг на 100 г почвы, не нуждаются в азотных удобрениях. При содержании подвижного азота от 4—5 до 6 мг в средней степени

Таблица 5

Содержание подвижных форм питательных элементов

№ разрезов	Горизонты	Глубина образцов в см	В миллиграммах на 100 г почвы		
				P_2O_5	K_2O
30	A_0A_1	0—7	7,1	5,00	7,0
	A_1A_2	8—14	7,2	3,75	6,4
	A_2	18—28	—	3,75	4,8
	A_2B_1	30—40	—	6,25	4,2
21	$A^{пах}$	5—15	6,6	2,50	—
	A_2	21—31	6,3	5,00	—
	A_2B_1	32—42	—	5,00	—
29	$A^{пах}$	5—15	—	6,25	7,3
	A_2	22—32	—	7,50	7,5
	A_2B_1	35—40	—	10,00	—
31	A_0A_1	0—7	8,2	2,50	—
	A_{2n}	10—20	6,7	3,75	—
	A_2	30—40	—	6,25	—
25	A_1	5—15	—	7,50	—
	A_2	22—32	—	7,50	—
	A_2B_1	36—46	—	10,00	—

отзываются на азотные удобрения и, наконец, при содержании менее 4—5 мг—сильно нуждаются в азотных удобрениях.

Данные таблицы 5 показывают, что содержание подвижного азота во всех проанализированных почвах превышает 6 мг на 100 г. Этого количества вполне достаточно для создания высоких урожаев хлебов. Однако эти данные не дают возможности говорить о том, что азотные удобрения не будут эффективными на почвах колхоза. Известно, что соединения азота почвы подвергаются большой изменчивости во времени как с качественной, так и особенно с количественной стороны. Многочисленными исследованиями и особенно наблюдениями Томской зональной станции установлено, что подвижные формы азотосодержащих соединений почвы количественно резко изменяются в течение вегетационного периода. Так, наименьшее количество их обнаруживается в первые периоды развития культурных растений. В середине вегетативного периода накапливается в почве значительное количество подвижных соединений азота, а в период созревания хлебов снова наблюдается уменьшение подвижных форм азота.

Все это указывает на то, что культурные растения в начале вегетации находятся в неблагоприятных условиях в отношении азотного питания. Из этого ясно вытекает, что внесение в почву азотных удобрений должно привести к повышению урожая культурных растений.

В пределах колхоза имеются большие возможности для обогащения своих почв азотом. Это можно осуществить путем внесения в почву хорошо подготовленного навоза

Не располагая точными данными, мы все же полагаем, что в колхозе ежегодно получается столько навоза, которого хватит для удобрения одного поля в севообороте. Если учесть то обстоятельство, что в севообороте одно поле занято клевером, который обогащает почву азотом, то можно, за счет местных ресурсов, довести содержание подвижных форм азота в своих почвах до такого количества, которое будет вполне достаточным для получения высоких урожаев хлебов

Содержание фосфорной кислоты определялось по методу проф. Кирсанова, согласно данным которого установлено, что при содержании в почве подвижной фосфорной кислоты более 20 мг на 100 г почвы они не реагируют на фосфорные удобрения; содержащие от 8 до 20 мг—средне нуждаются в P_2O_5, а при содержании менее 8 мг—сильно нуждаются в фосфорном удобрении.

Рассматривая данные таблицы 5, мы видим, что в пахотном и, пожалуй, во всем корнеобитаемом слое содержится менее

8 мг фосфорной кислоты, опускаясь в отдельных горизонтах до 2,5—5 мг. Эти данные указывают на то, что почвы колхоза бедны подвижной фосфорной кислотой. Почвы значительно будут повышать урожай культурных растений при внесении в них фосфорнокислых удобрений. С другой стороны следует отметить, что в более глубоких горизонтах почвы содержится фосфорной кислоты несколько больше, чем в пахотном слое. Если допустить проникновение корней хлебных злаков в почву до глубины 50 см, то и в этом случае для получения высоких урожаев хлебов фосфорной кислоты содержится в почвах колхоза недостаточное количество. Таким образом, все это говорит о том, что для получения высоких урожаев хлебов, в почвы колхоза необходимо вносить фосфорнокислые удобрения.

Подвижный калий определялся по методу Пейве. По указаниям Пейве, а также исследованиям, приведенным в Почвенном институте Академии Наук СССР, почвы, содержащие подвижного калия более 11 мг на 100 г почвы не нуждаются во внесении калийных удобрений;— содержащие от 5,2 до 11 мг—средне нуждаются, а те почвы, в которые обнаруживается подвижного калия меньше 5,2 мг—сильно нуждаются в калийных удобрениях.

Данные, приведенные в таблице 5, свидетельствуют о том, что почвы колхоза относятся к группе средненуждающихся в калийных удобрениях, ибо они в пахотном слое содержат не более 7 мг окиси калия на 100 г почвы.

В настоящее время пока трудно расчитывать на привозные фосфорные и калийные удобрения, а по сему необходимо ориентироваться на местные ресурсы.

Эти удобрения можно изыскать на месте. Так, древесная зола является наиболее ценным калийным и в той или иной степени фосфорнокислым удобрением.

Для того, чтобы выяснить ценность золы, как удобрения, приведем некоторые данные, помещенные в таблице 6.

Приведенные данные показывают, что зола полученная из березовых дров, является богатой калием и фосфорной кислотой. В одном центнере этой золы содержится 13,3 кг окиси калия и 7,1 кг фосфорной кислоты. При внесении в почву золы березовых дров в количестве 4—4,5 центнеров на гектар полностью покрывается недостаток подвижного калия и половина недостающей фосфорной кислоты в почвах колхоза. На основании таблицы 6 можно сделать соответствующие расчеты по внесению в почву золы, полученной при сжигании тех или иных дров и отходов хозяйства.

Таблица 6

Состав золы

При сжигании какого растения получена зола	В золе содержится в процентах			При сжигании какого растения получена зола	В золе содержится в процентах		
	Окиси калия K_2O	Окиси фосфора P_2O_5	Окиси кальция CaO		Окиси калия K_2O	Окиси фосфора P_2O_5	Окиси кальция CaO
Ели	3,2	2,4	25,3	Соломы пшеничной .	13,6	6,4	5,9
Сосны . . .	6,9	2,0	31,8	Соломы ржаной	16,2	4,7	8,5
Дуба . . .	8,6	4,9	60,4	Соломы гречишной . .	35,3	2,5	18,5
Березы . .	13,3	7,1	36,3	Стеблей подсолн. . . .	36,3	2,5	18,5
Тополя . .	12,5	11,5	40,0	Ботвы картофельн. . .	27,1	7,9	32,7

Высокий урожай и его устойчивость определяются не только наличием достаточного количества питательных веществ в почве, но и ее физическими свойствами [1]).

Выше было отмечено, что данные механического состава и характер структуры свидетельствуют о ряде отрицательных физических свойств, которыми наделены почвы колхоза.

Для улучшения физических (водно-воздушных) свойств почв колхоза, необходимо в них вносить органическое удобрение в виде навоза или торфяного компоста. В отношении запасов навоза было указано выше, а сейчас отметим, что вблизи колхоза в неограниченном количестве находятся большие запасы торфа. Мы имеем в виду залежи торфа по левому берегу р. Галка. Не располагая химическими анализами торфяной массы, мы все же, на основании полевых наблюдений, можем отметить относительно высокое качество этих торфяников, ибо они образовались в условии низинных болот.

О химическом составе торфа можно судить по данным табл. 7.

Торф долины р. Галка относится к переходному типу. Его следует расценивать не только с точки зрения органического вещества как такового, но и как материала, содержащего большие запасы азота.

---

[1]) Мы не касаемся рассмотрения таких причин, которые относятся к компетенции агронома, как то: подготовка и качество посевного материала, подбор сорта, время вспашки и посева и т. д. и т. п.

Таблица 7

Средний химический состав сухого вещества торфа в %

Тип торфа[1])	№	P_2O_5	K_2O	CaO	Золы	Органические вещ.
Торф моховой . . .	4,0	0,1	0,2	0,4	4,9	95,1
„ луговой . . .	2,8	0,4	0,2	2,0	12.9	87,1
„ переходного типа	1,9	0,25	0,2	1,2	8,9	91,1

При средней норме—40 тонн торфа на гектар—вносится одновременно в почву азота 760 кг, фосфорной кислоты 100 кг, K_2O—80 кг и извести—960 кг. Следует иметь в виду, что все эти важнейшие элементы питания находятся в торфе в недоступной или мало доступной форме для культурных растений.

В связи с этим в первые 3—4 года торф, будучи внесен в почву, значительно улучшает ее физические свойства. В последующие годы это качество торфяного удобрения постепенно утрачивается, но вместе с этим питательные вещества, заключенные в нем, начинают постепенно освобождаться и обогащают собою почву.

Таким образом торфяное удобрение можно рассматривать как многосторо́ннее удобрение, благоприятно влияющее на физические свойства почвы и ее питательный режим. Кроме того, особо следует подчеркнуть, что торфяное удобрение благоприятно воздействует на почву в течение ряда лет. В литературе имеются факты, которые показывают, что действие торфяного удобрения растягивается на две ротации 5—7—полного севооборота.

Торф, как таковой, редко в чистом виде вносится в почву. Лучше всего его сначала пропустить через скотный двор, используя как подстилочный материал, или перемешать с навозом, и затем внести в почву.

Торф, используемый как подстилочный материал в чистом виде или в виде примеси к нарезанной соломе, способствует сохранению азота мочи животных, который в скотных дворах в большом количестве, обычно, улетучивается в воздух в виде аммиака.

[1]) Залежи торфа долины р. Галка имеют переходный характер между низинным и верховым торфом.

Агропроизводственные выводы

1. Почвы колхоза вполне позволяют использовать их под посев хлебных злаков, культивированию которых не препятствуют и климатические условия.

2 В дальнейшем расширение посевной площади можно произвести за счет восточной лесной части территории колхоза, а также за счет выгона. Частично под пахотные угодия может быть использована площадь, занятая сейчас перелесками, которые разбросаны в пределах севооборота. Многие из этих перелесков лучше в дальнейшем использовать под сенокос, так как они расположены, чаще всего, по отрицательным формам рельефа. Некоторые из этих перелесков необходимо сохранить, особенно в западной части, с целью равномерного распределения снежного покрова на полевых угодиях.

3. В колхозе довольно остро обстоит вопрос с пастбищными и сенокосными угодиями, ограниченность которых сужает перспективы по увеличению поголовья скота. Наличие травяного клина в севообороте в значительной степени ослабляет остроту этого вопроса, но полностью не разрешает кормовую проблему. В связи с этим необходимо обратить внимание на использование заболоченных участков колхоза и приложить усилия к значительному повышению их производительности, как сенокосных угодий. Для этого болотные участки, расположенные в восточной и юго-восточной части колхоза, необходимо мелиорировать. Мелиорацию этих участков осуществить очень легко, так как они расположены в верховьях логов и ручьев. В связи с этим осушительные каналы будут, вероятно неглубокими и проведение их потребует небольших затрат рабочего времени. Немного рабочего времени потребуется для уничтожения лесной растительности, изредка встречающейся на болотах. Согласно наблюдениям Бакчарского опытно-мелиоративного пункта на осушенном болоте посев клевера и травосмеси дает 40—50 ц высококачественного сена. Осуществление мелиоративных работ может увеличить площадь сенокосных угодий в колхозе на 120—150 га. Выше было указано, что значительная часть выгона может быть трансформирована в пахотные угодия. Если пойти по этому пути с целью расширения посевной площади колхоза, то вопрос с выпасом скота станет еще более остро, чем это имеет место теперь. И сейчас, ввиду ограниченности выгона, колхоз вынужден пасти скот по парам, жнивью и озими. Пастьба скота по полевым угодиям и особенно по парам является отрицательным моментом. Скот, пасущийся на парах, в значительной

степени приводит к уничтожению и без того слабо выраженной структуры пахотного слоя почвы.

Мы полагаем, что организация прифермского севооборота позволит выйти колхозу из затруднительного положения с выпасом скота.

По условиям расположения различных угодий и ряду других моментов, наиболее целесообразно можно организовать прифермский севооборот в южной части территории колхоза. В этой части колхоза имеются и пахотные угодия и лесные участки, которые без особого труда можно трансформировать в пашню. Наконец, здесь имеются и болота, после мелиорации которых можно использовать под посев трав, корне- и клубне-плодов. Указанная территория непосредственно примыкает к лесу, который может быть использован как выпас для скота. Далее, южный участок находится вблизи селения и недалеко от р. Галки, что облегчает организацию водопоя. Все отмеченные моменты указывают на то, что наиболее рационально южную часть колхоза следует использовать под прифермский севооборот.

Территорию современного выгона (паскотина) необходимо освоить под пашню, так как эта территория является более дренированной и равнинной, а, следовательно, в более широком масштабе позволяет механизировать все сельскохозяйственные процессы.

4. Для повышения плодородия пахотных земель необходимо полностью использовать местные ресурсы.

а) Необходимо вносить в почву древесную золу с целью обеспечения культурных растений калием и фосфором, которых в почве находится явно недостаточное количество для получения высоких урожаев хлебов. Норма внесения золы в почву 5—4 центнера на гектар.

б) Необходимо полностью использовать навоз и вносить его в почву с целью обеспечить растения азотом, отчасти калием и фосфором, а главное для улучшения физических свойств почвы. Норма внесения навоза в почву 20—40 тонн на гектар.

в) Если в колхозе навоза недостаточно, то с целью улучшения физических свойств, необходимо воспользоваться низинным торфом, количество которого следует вносить 30—40 тонн на гектар.

г) Для улучшения питательного режима и физических свойств почв можно рекомендовать зеленое (сидеральное) удобрение. На этом вопросе мы не останавливаемся подробно, а лишь отметим, что в ближайшее время, когда будут практиковаться занятые пары, зеленое удобрение должно сыграть большую роль в поднятии плодородия почв.

5. Используя местные ресурсы (навоз, торф, зола), колхоз может в самое ближайшее время достигнуть высоких урожаев, порядка 25—30 ц яровой пшеницы и озимой ржи и 30—40 ц овса с одного гектара.

6. Колхоз имеет возможность и для расширения посевной площади, а также широкие перспективы в отношении создания прочной кормовой базы за счет использования заболоченных участков и улучшения естественных сенокосов.

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
1948 УНИВЕРСИТЕТА имени В. В. КУЙБЫШЕВА № 11

К ВОПРОСУ О ПРИРОДЕ УГЛЕЙ БАРЗАССКОГО ТИПА

Доц. А. А. ЛАРИЩЕВ

В вопросе о природе углей барзасского типа, насколько мы можем судить по опубликованным материалам различных исследователей, до сих пор, остается много неясностей.

Первый образец углей подобного типа, найденный на бичевнике р. Томи, был описан М. Д. Залесским под названием сначала томита, а затем сапромиксита (1, 2, 3). Детальные микроскопические исследования автора привели к заключению, что уголь был образован преимущественно за счет ослизлившихся береговых скоплений массы талломов морской бурой водоросли Himanthaliopsis Sniatkovi Zal. Водоросль относится к сем. *Fucaceae* и весьма родственна современному представителю этого семейства *Himanthalia lorea*. Прекрасно исполненные фотографии, иллюстрирующие работу, и достаточно подробные описания могут и дальше служить образцовым примером таких детальных исследований.

В 1930—31 г. в результате посещения 3-го Барзасского м-ния и камеральной обработки собранных материалов М. Д. Залесский пришел к заключению о сапромикситовой природе барзасских углей (4, 3). Отметив большое сходство угля р. Томи с углями Барзасского района, известными в коренных выходах, М. Д. Залесский указал, что последние образованы бурыми водорослями несколько иного характера. Этим водорослям он присвоил наименование *Orestovia antiqua Zal.* и *Petzia devonica Zal.* Тогда же были найдены достаточно сохранившиеся остатки одного нового плаунового—*Barsassia ornata Zal.* доказывающие участие высших растений в образовании барзасских углей.

Далее, З. В. Ергольская в ряде работ, посвященных петрографическому описанию барзасских углей, подтверждает их образование главным образом за счет слоевищ бурых водорослей (5, 6). Среди углей она выделяет несколько разновидностей, характеризующихся общностью главного исходного водорослевого материала и отличающихся различием в процессах накоп-

ления и превращения, отразившихся на макро-и микроскопическом строении, составе и др. признаках. Не исключает возможности некоторого различия разновидностей и в зависимости от особенностей второстепенного исходного материала. Термин „сапромиксит" Ергольская считает наиболее подходящим для обозначения этой особой группы каустобиолитов, но не в смысле условий накопления (береговые валы или подводное), а в смысле своеобразного состава, что собственно подчеркивается и самим названием сапромиксит (гниющая слизь).

Обнаружение устьицеподобных образований на поверхности лентовидных остатков, участвующих в сложении барзасских углей и принимавшихся ранее за талломы водорослей, побудило З. В. Ергольскую резко изменить свою точку зрения на их природу (7). Основная масса исходного материала была отнесена к кутикуле высших наземных растений типа псилофитов, а все наиболее распространенные разновидности углей в соответствии с этим к липтобиолитам. Только кляренообразная разновидность, образованная в результате более интенсивного процесса гелификации тех же органических остатков, была отнесена в группу гумитов. Нужно отметить, что эта разновидность самостоятельно не образует пластов или пачек, а встречается среди других разностей местами тонко переслаиваясь и чередуясь с последними. Такое слоистое сложение вообще является характерным для большинства известных месторождений липтобиолитов.

В. А. Орестовым плойчатая листовая разновидность плитчатого угля (Ергольской) была названа „кучерявчиком" (9). Нужно отметить, что на шахте это название довольно прочно утвердилось за данной разновидностью. В характеристике кучерявчика В. А. Орестов указывает, что эта разновидность в основном состоит из остатков кутикулы *Orestovia Petzii Erg.*, отличается значительной крепостью и слабо поддается процессам выветривания. Плойчатое сложение является следствием первоначальных условий накопления органического материала, а не результатом тектоники. Кроме того „кучерявчик" характеризуется наибольшим выходом первичной смолы, относительно малой зольностью (20—26%) и небольшим удельным весом (1,2). В изученном пласте „кучерявчик" преобладает в верхней пачке мощностью до 40 *см*. Удельное значение „кучерявчика" в этом пласте выражается 65% по весу при мощности пласта около 3 *м* (9). На основании физических признаков Орестовым выделяются также разновидности—дранка, рогожка и полосчатый уголь и отмечаются некоторые закономерности в распределении их по пласту (9).

По данным А. В. Тыжнова в основном пласте первого шахтного поля „кучерявчик" залегает среди не плойчатых разностей линзами, мощностью до 40 *см*, длина которых измеряется до нескольких метров (14) [1]).

В заключительной работе по петрографическому изучению барзасских углей З. В. Ергольская суммировала результаты своих многолетних исследований (10). Подтверждая главные выводы своих предыдущих работ в отношении разделения барзасских углей на разновидности (6) и отнесения их в основной массе к типу липтобиолитов (7) автор углубляется в изучение их ботанической природы. В результате получилось, что исходным материалом для углей послужили высшие наземные растения, условно относимые к псилофитам. Это заключение дается на том основании, что в ископаемом состоянии хорошо сохранилась лишь толстая кутикула этих растений, покрытая с поверхности кольцеобразными выпуклостями, принадлежащими устьицеподобным образованиям. Род *Orestovia*, к которому относятся исходные растения, автор по внешним признакам (размеры, характер поверхности, способ ветвления) разделяет на два условных вида (*Or. devonica* и *Or. Petzii*). Их устьицеподобные аппараты автор считает совершенно аналогичными. Между тем, кольцеобразные выпуклости, рассеянные на гладкой поверхности *Orestovia Petzii*, по заявлению самого автора, очень похожи на скафидии некоторых бурых водорослей. Далее этот автор считает, что характер ветвления и строение поверхности имеют более водорослевый облик, а строение подлежащего эпидермиса между устьицами на ее кутикуле в большинстве случаев не обнаруживается. Тем не менее, в качестве предположения высказывается мысль о возможной принадлежности этих двух видов стеблей к различным частям одного и того же растения.

Достаточно подробно и объективно описывая, встречающиеся в барзасских углях образования неясной природы З. В. Ергольская лишь с весьма существенными оговорками допускает отнесение овально-яйцевидных телец к замыкающим клеткам устьиц (табл. 1, фиг. 1 и 2). „Однако принять это толкование за вполне достоверное все же трудно. Форма телец, хотя в общих чертах и соответствует форме замыкающих клеток устьиц, но их расположение, соприкосновение широкими концами с сильно утолщенной стенкой не соответствует обычному

---

[1]) Плойчатое строение кучерявчика можно, нам кажется, объяснить подводными оползнями в скоплениях органического материала, накапливавшегося в прибрежной части девонского моря.

расположению замыкающих клеток. Не соответствует обычному строению и наличие отмеченного во многих тельцах канала на суженной части тельца. Непонятным является и наблюдавшееся в некоторых случаях количество этих телец (больше двух) в одном расширении" (10, стр. 21).

Овально-яйцевидные тельца наблюдаются в значительном количестве во всех разновидностях барзасских углей, содержащих более или менее сохранившиеся остатки. Это в свою очередь, как вполне справедливо замечает автор, указывает на значительное развитие их в исходных растительных организмах.

Однако, уже простое сопоставление схематических разрезов *А* и *В* „подустьичной полости" *Orestovia*, приведенных З. В. Ергольской на стр. 22 (10), делает невозможным интерпретацию их как поперечного и продольного разрезов устьицеподобных аппаратов. В этом случае нужно было бы допустить, что размеры полости в поперечном сечении примерно вдвое больше продольного, а это не соответствует обычной форме устьиц *Orestovia* (10, табл. 1). Наши наблюдения позволяют нам считать более вероятным принадлежность этих органов к совершенно другим образованиям. Так, например, при весьма частой встречаемости овально-яйцевидных телец в шлифах из углей барзасского типа в форме несколько напоминающей разрез *А* (см. выше), картина строения подобная разрезу *В* встречается, повидимому, чрезвычайно редко, в единичных, если не единственном, случаях. Недостаточно убедительным кажется объяснение этого несоответствия и овальной формы сосочковидных выростов в поперечных сечениях, возможным распадом их на части в процессе углеобразования. Более правдоподобным было бы считать „темное пятно" *S* на разрезе *В* за изображение в сечении полости или углубления, окруженного кольцеобразной выпуклостью, наблюдаемых на поверхности *Orestovia* (10, табл. 1, фиг. 1), а не за продольный разрез овально-яйцевидного тельца, отождествляемого с замыкающей клеткой устьица (10). В этой полости при жизни организма могли помещаться два или несколько овально-яйцевидных телец, которые в данном случае (на схеме *В*) отсутствуют и полость была заполнена слизистоподобным веществом. При такой трактовке становится понятным и редкая встречаемость в шлифах подобных деталей строения исходных организмов.

Обычное сравнение несомненных устьицеподобных образований, встречающихся, нужно сказать, относительно редко и не во всех разновидностях углей барзасского типа [1]) (табл. 1,

[1]) Преимущественно только в разновидностях, напоминающих барзасскую „рогожку" (16).

фиг. 3), с деталями обычного строения овально-яйцевидных телец (табл. 1, фиг. 1 и 2) не позволяет отождествить последние с замыкающими клетками устьиц. На фиг. 2, табл. 1 два овально-яйцевидных тельца изображены почти в горизонтальном сечении по отношению к поверхности уплощенного растительного остатка углей. Другие размеры образований, удлиненная грушевидная форма и четковидное расположение в направлении длинной оси телец делает их совершенно не сравнимыми с замыкающими клетками устьиц.

Вследствие этого и „сосочкообразные выросты"—и „неправильно округлые тельца", изображенные в схематических разрезах *B* и *A*, кажутся более похожими на участки внутренних частей исходных растений, сохранившие признаки гифообразного строения, напоминающего у бурых водорослей, например, типа *Laminaria* или *Lessonia* сплетения клеточных разветвленных трубок. Овально-яйцевидные или грушевидные тела с внутренней полостью соответствующей формы представляются нам как увидим ниже, оосферами в различных стадиях своего развития в органах полового размножения исходных растительных организмов. [1])

Почти во всех исследованиях барзасских углей или связанных с углями этого типа приводятся данные различных химических анализов, главным образом элементарного, технического и полукоксования по Фишеру.

Специальные химические исследования производились также неоднократно. Примером предварительных исследований может служить работа Геблера и Шульца (17), в которой этим своеобразным углям было присвоено наименование—сапропелиты, свидетельствующее о том, что химическая природа вещества углей мало интересовала этих исследователей. То же можно сказать и о работах К. С. Курындина (19), Н. М. Караваева, И. Б. Рапопорта (18) и др.

Более глубокое и детальное химическое исследование барзасских углей было проделано группой химиков, Института Горючих Ископаемых Академии Наук (12). Эти авторы на основании целой серии специальных химических анализов пришли к выводам, что отнесение барзасских углей к типу сапропелитов (богхедов) не может быть признано научно-обоснованным. Эти угли по их мнению не в коем случае нельзя отнести и к кутиновым. Барзасские угли в химическом отношении в основном состоят из особых лигнинов, весьма сходных по составу с теми, которые

[1]) По аналогии с фукусами (24, стр. 28, фиг. 31) или с некоторыми другими современными водорослями (20, стр. 338).

были параллельно выделены ими из современных ламинарий, представителей бурых водорослей. Эти лигнины резко отличаются от лигнинов высших растений по содержанию метоксильных групп и могут принадлежать лишь низшим растениям. Извлеченные из барзасских углей гуминовые кислоты нельзя рассматривать как продукты выветривания углей или продукты окисления упомянутых выше своеобразных лигнинов; гуминовые кислоты образовались из другого лигнина, входящего в состав более высоко организованных растений, и были принесены с песком и глиной в места скоплений исходных растительных остатков, родственных современным ламинариям или сфагнумам (12). Таким образом, эти исследователи химическим путем также устанавливают двойственность и неоднородность материнского растительного материала барзасских углей. Относительно невысокое содержание гуминовых кислот (4,5—6,4%) может свидетельствовать, повидимому, о подчиненном участии остатков существенно высших растений в образовании барзасских углей (12).

В 1936 году угли типа барзасских были обнаружены в каменоломне на выходах толщи $Д_2$ вблизи г. Красноярска (16). Пластик мощностью до 30 *см* состоял из очень выветренного угля типа барзасской „рогожки". Вследствие обнаружения на поверхности мацерированных растительных лентовидных остатков из этих углей несомненных устьицеобразных органов последние были отнесены к кутикуле стеблей типа псилофитов (табл. 1. фиг. 3). Значительное в общем сходство кутикулы с остатками, описанными Ергольской из барзасских углей позволило отнести их к тому же роду *Orestovia*. Однако при общем сходстве были обнаружены и довольно значительные отличия. Наряду с остатками, имеющими достаточно большое сходство с *Orestovia Petzii*, были обнаружены остатки несколько иного строения, названные автором *Orestovia Bazhenovii*. Устьицы *O. Bazhenovii Lar.* имеют овальную или почти круглую форму. Размеры устьиц вместе с окаймляющими клетками: длина от 177 до 225 μ, ширина от 177 до 207 μ. Круглые устьицы являются одновременно и наименьшими. На мацерированных остатках кутикулы *O. Bazhenovii* устьицы имели такое строение: от шести до семи довольно толстостенных клеток окаймляют устичный дворик, в свою очередь окруженный еще более утолщенным кольцом из слившихся внутренних более толстых стенок этих, так называемых, окаймляющих клеток (16, таб. 1, фиг. 4). Внутри кольца кое-где наблюдались две или тесно соприкасающиеся, а большей частью, несколько разведенные в центре и поэтому дугообразно изогнутые, тонкостенные замыкающие клетки. Размеры замыкающих

клеток: длина от 59 до 77 μ, ширина от 25 до 29—30 μ. Толщина окаймляющего эти клетки кольца от 17 до 26 μ. Размеры окаймляющих клеток от 35 до 56 μ. Между устьицами ясного клеточного строения почти не наблюдалось (таб. 1, фиг. 3). Точнее говоря оно наблюдалось лишь местами и в ближайшем окружении устьиц. Тогда же был установлен целый ряд других признаков, отличающих *O. Bazhenovii,* от типичных представителей *Orestovia* из барзасских углей (16). При этом были сделаны указания на неоднородность природы исходного растительного материала. Еще при первоначальном изучении красноярских углей удалось заметить, что среди продуктов мацерации остатки с несомненными устьицами обнаруживаются довольно редко. Тогда этот факт не привлек к себе более пристального внимания и был объяснен изменениями под влиянием недостаточно осторожной мацерации. Теперь при дополнительном более глубоком просмотре этого материала и желании проверить ранее сделанные наблюдения, удалось установить, что степенью мацерации сравнительную редкость явных устьицеобразных структур объяснить нельзя. Ранее сделанные наблюдения пополнились новыми и привели к выводу о значительном участии в образовании красноярских углей каких-то менее стойких, чем кутикула, сильно разрушающихся при мацерации, лентовидно-пленчатых растительных организмов. Мацерация производилась весьма осторожно с помощью простого разваривания в воде или с помощью перекиси водорода и аммиака (25).

Этими дополнительными исследованиями не удалось отождествить, наблюдавшиеся на поверхности некоторых также лентовидных растительных остатков красноярского угля, кольцеобразные выпуклости с устьицами продуктов мацерации. Остатки с кольцеобразными круглыми или овальными выпуклостями встречаются в этом угле еще реже, чем остатки с отчетливыми устьицами. Первоначально эти выпуклины были приняты за устьицы, а более крупные из них—за следы прикрепления иглообразных листьев (16). Выпуклины, как оказалось, имеют значительно большие размеры, чем устьицы и не обнаруживают их строение.

Далее, при малых увеличениях несомненные устьицы на поверхности соответствующих остатков[1]) выглядят в виде более темных, особенно при просвечивании, округлых или овальных пятен с поверхностью даже несколько вогнутой или только слегка выпуклой в зависимости от стороны наблюдения.

---

1) Устьицы не были обнаружены вместе с кольцеобразными выпуклостями, т. е. на одном растительном остатке.

Размеры кольцеобразных выпуклостей варьировали от 240 до 330 и даже до 360 μ в диаметре. Местами эти выпуклости окружены кольцеообразной вдавленностью. Местами кольцеообразные вздутия отсутствуют и тогда эти образования представляют собой круглые или овальные впадины с крутыми почти вертикальными краями и плоским дном. Иногда на дне впадин, при внимательном рассмотрении, все же удается обнаружить следы кольцеообразного вздутия с едва заметной ямочкой посередине.

В центральной части выпуклостей обычно наблюдались углубления, но далеко не всегда. В последнем случае эти выпуклины напоминают округлые бугорки. При рассматривании в лупу с увеличением 10—20 бугорки дают блики и обнаруживают действительно большое сходство с каплями затвердевшей слизи над скафидиями *Himanthalia lorea* (2, табл. II, фиг. 7).

Между округлыми образованиями поверхность растительных остатков или совершенно гладкая или бугорчато-шагреневая. При этом некоторые отдельные бугорки имеют размеры до 120—150 μ и представляют собой эмбриональную стадию кольцеобразных выпуклостей.

Дополнительным изучением красноярских углей (16) установлено, что наиболее распространенными растительными остатками в них являются лентовидные пленчатые остатки с мелкой, местами неровно-морщинистой, или неровно шагреневой поверхностью или почти гладкие—без всяких признаков вышеописанных округлых образований.

Кроме того, необходимо отметить, что в вертикальных шлифах из красноярских углей нам не удалось обнаружить специфических для барзасских углей полостей с овально-яйцевидными тельцами (табл. 1, фиг. 1).

Кроме окрестностей г. Красноярска угли типа барзасских были обнаружены вблизи озера Ала-Куль в ЮВ Казахстане (8).

Совсем недавно подобные угли были найдены на северном Тимане по р. р. Кумушке-Белой и Б. Светлой [1]) (21). М. Д. Залесский изучивший эти угли под микроскопом, относит их к сапромикситам, т. е. углям, образованным за счет скоплений ослизевших на воздухе талломов бурых водорослей. Однако и в этом случае он отмечает неоднородность природы исходных организмов, так как указывает на присутствие в углях остатков, с сохранившимся клеточным строением и трехлучевых спор, принадлежащих девонским плауновым (21). По элементарному

[1]) В период выполнения настоящей работы угли совершенно аналогичные барзасским были доставлены в нашу лабораторию геологом П. И. Скалабан с Вост. склона Сев. Урала; р. Калья, правый приток Южной Сосьвы.

и техническому анализу угли с р. Б. Светлой почти совершенно аналогичны плитчатым барзасским. Угли с р. Кумушки-Белой отличаются малой зольностью (A^c — 5,02%) и относительно малым содержанием летучих веществ (V^r — 59,09%).

После этого далеко не полного обзора предыдущих работ, посвященных изучению углей типа барзасских, совершенно очевидным является, например, то, что ни один исследователь сколько-нибудь близко знакомившийся с их химической или ботанической природой, не относит эти угли к типу сапропелитов. Продолжающееся, до сих пор, именование собственно барзасских углей сапропелитами (15, стр. 11) нужно рассматривать как простое недоразумение.

Прямым поводом для настоящей работы послужило микропетрографическое изучение двух образцов углей, которые оказались совершенно аналогичными между собой, хотя были доставлены в нашу лабораторию из двух совершенно различных новых местонахождений угля данного типа.

Первый образец угля был доставлен осенью 1938 г. ассистентом ТИИ В. С. Поповым. О местонахождении этого образца В. С. Попов рассказал следующее: „Возвратясь с полевых геологических исследований в г. Томск я случайно узнал от одного колхозника д. Павловки, Анжеро-Судженского района, что ему известно месторождение крепкого каменного угля. При личной проверке этого сообщения было установлено, что вблизи дер. Павловки, расположенной, примерно, в 25—30 *км* на восток от ст. Межениновка, жел. дор. ветки Тайга-Томск-Асино, в пойме небольшой речки Багайдак, притока рч. Урбей, левого притока р. Китат, среди долинных аллювиальных отложений обнажается очень крупная глыба каменного угля [1]). Глыба очень крепкого и плотного угля весом не менее 1 тонны была, видимо, недавно разбита на отдельные куски от 5 до 15—20 *кг* каждый колхозниками, бравшими уголь для своих домашних потребностей или из любопытства. Небольшие раскопки этого места убедили нас, что глыба находится не в коренном залегании. Короткие, произведенные в течение нескольких часов, поиски близлежащих коренных месторождений угля результатов не дали. Происхождение этой глыбы осталось невыясненным". Несколько образцов весом в 3—5 *кг* каждый были взяты и доставлены в г. Томск. В. С. Попов, между прочим, считает небезинтересным произвести в районе дер. Павловки детальные геологические поиски с применением небольших поисковых выработок, так как в данном районе коренные выходы ископаемых

[1]) В 45—50 *км* к ЮВ от г. Томска

углей, до сих пор, еще ни кем не обнаруживались. Вполне естественно, что этот интерес должен еще более усилиться под влиянием, установленного у нас в лаборатории, полного сходства данного угля с плойчатой разновидностью барзасских углей—„кучерявчиком".

Один образец „Межениновского кучерявчика" размерами $25 \times 15 \times 12$ *см* хранится в музейной коллекции кафедры Динамической геологии Томского Государственного Университета, как великолепный образец плойчатости горных пород. Другой был направлен в химлабораторию Томской жел. дороги для детального химического анализа, а третий использован для петрографического изучения. Несколько аналогичных образцов данного угля хранится в кабинете каустобиолитов Томского Индустриального Института.

Результаты химического анализа приводятся на табл. 1

Таблица 1

Анализ	Результаты анализа в %		
	Воздушно-сухое топливо	Абсолютно сухое топливо	Безводная и беззольная масса
Влаги	1,83	—	—
Золы	26,47	26,96	—
Летучих веществ	55,02	56,05	76,74
Кокса	16,68	16,99	23,26
Серы общей	0,69	—	—
Углерода	57,92	59,07	81,08
Водорода	6,29	6,41	8,97
Сумма азота, кислорода и серы (по разности)	—	—	9,95
Теплотворная способность	6255	6371	8724

Характер тигельного кокса: спекшийся, рыхлый, не вспученный, пристает к стенкам тигля.

Результаты сухой перегонки в реторте Фишера в %:

Полукокс	на	абсолютно	сухое	топливо 62,44
Смола	„	„	„	24,96
Газ и потери	„	„	„	9,4
Вода	„	„	„	5,0

Полукокс слипшийся с высоким содержанием золы, плотно пристает к стенкам реторты. Последняя особенность полукокса очень характерна для барзасских углей вообще.

Данные химических исследований подтверждают сходство угля с барзасским „кучерявчиком". Незначительное содержание кислорода [(N + O + S) = 9,95%] и совершенно свежий характер угля в изломе, его необычайная плотность и крепость свидетельствуют о высокой стойкости угля в отношении процессов выветривания, в частности окисления [1]). Анализ барзасского „кучерявчика" из участков пласта вне зоны выветривания указывает на незначительные отличия: C—82,92; H—8,49; N—0,47 и O—6,05% (14, стр. 103). В то же время имеются сведения, по которым содержание O + N в камжальском угле изменилось под влиянием выветривания с 9,39 до 18,52 (там же).

В связи с этим, нам кажется, отпадает возможность трактовки происхождения глыбы „межениновского угля", как „остатков производственной деятельности первобытного человека"; глыба имеет сравнительно недавнее происхождение, так как уголь не обнаруживает следов глубокого химического выветривания. Почти нормальный обычный для „кучерявчика" удельный вес изучаемого угля—1,22—1,28 и зольность—26,96% является подтверждением сравнительно ничтожной примеси иллювиальных минеральных образований. Последние состоят из песчано-глинистых частиц, легко обнаруживаемых под лупой между прослойками угля, подчеркивающими его плойчатое строение и вследствие значительной плотности угля не проникают глубоко от поверхности образцов. В свежих изломах межслойные минеральные примеси имеют сингенетическое с растительным материалом происхождение и являются, вероятно, результатом отложения исходного органического материала в подвижной среде например, в прибережной части водоема.

Цвет межениновского угля в его плойчатых прослойках и в свежем изломе черный, блеск от тусклого, смолистого до почти стеклянного.

Изготовление не только тонких шлифов, но и аншлифов оказалось делом далеко не легким, а главное очень длительным вследствие необычно трудной истераемости угля. Ввиду этого большие шлифы имели неравномерную толщину; оранжевая и желтая окраска некоторых органических элементов угля в тонких местах шлифа изменилась на оранжево-красную и рубиновую в более толстых участках (см. фотографии с акварельных рисунков табл. I и II).

Местонахождение второго изученного образца „кучерявчика" является бичевник р. Яя вблизи жел. дор. моста Транссибирской

---

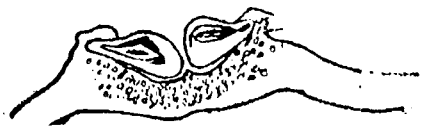
[1]) Подобные выводы были сделаны при лабораторных испытаниях барзасского листоватого угля в отношении устойчивости на воздухе (17, стр. 6)

магистрали. Образец угля размерами 15×10×12 *см* был доставлен проф. В. А. Хахлову одним студентом Университета. Так как этот уголь по внешним признакам и под микроскопом совершенно аналогичен „Межениновскому кучерявчику" у нас нет оснований в дальнейшем описывать их петрографические особенности отдельно. Нет никаких оснований также считать эти угли в общем отличными от барзасского „кучерявчика" (плойчатого листового угля), достаточно подробно описанного предыдущими исследователями (10 и др.). Поэтому при дальнейшем изложении результатов наших наблюдений будем, по возможности, ограничиваться самыми необходимыми замечаниями, ссылаясь на соответствующие наши иллюстрации и предыдущие описания.

Итак, прежде всего необходимо отметить, что одной из наиболее характерных особенностей изучаемых углей является неоднородность их исходного растительного материала. Все сказанное выше относительно характера поверхности лентовидных растительных остатков из красноярских углей (см. выше) целиком проверилось и подтвердилось в данном случае. Исключением является то, что нам при всем желании и несмотря на многократные попытки не удалось все же обнаружить остатки с несомненными устьицами, которые мы много раз извлекали из красноярских углей (табл. 1, фиг. 3).

Зато, можно сказать, в большом изобилии в тонких шлифах из этих углей были обнаружены органы с так называемыми „овально-яйцевидными тельцами" (табл. 1, фиг. 1). Такое обилие

Фиг. 1



Фиг. 2

их, большое количество шлифов (84 шт.) и плойчатое строение угля позволило наблюдать эти органы в самых различных сечениях и стадиях развития. (см. фигуры 1, 2, 3, 4 и 5 в тексте; табл. I, фиг. 2, 4 и 5, табл. II, фиг. 6). Наличие этих образований мы считаем второй характерной диагностической чертой изучаемых углей. Эту специфическую особенность строения следует отметить, как основную, и для барзасского плитчатого

угля, в частности для „кучерявчика", тонкие шлифы из которых нами параллельно просматривались для сравнения.

В то же время на поверхности, выделенных мацерацией, лентовидных остатков иногда обнаруживались выпуклые или слегка вогнутые округлые образования различного характера, описание которых было сделано выше при характеристике красноярских девонских углей. Их размеры, форма и особенности строения позволили нам так же, как это делали другие, отож-

Фиг. 3

Фиг. 4

Фиг. 5

дествить их с органами растений, содержащими „овально-яйцевидные тельца" (10). Средние размеры тех и других образований, в дальнейшем называемых гнездами, удивительно совпадают но они значительно больше, чем указывающиеся для устьиц *Orestovia Ergol.* (около 240 μ) из барзасских углей и *Orestovia Ergol.* из красноярских углей (около 200 μ). Размеры этих гнезд, схематически изображенных с помощью рисовального аппарата на фигурах 1, 2 и 3 в тексте и акварелях микроструктуры в таблицах, варьируют в пределах 268—414 μ. Средние продольные размеры их будут около 350 μ. Продольные размеры телец, заключенных в гнездах, изменяются от 60 до 165 μ, что также не совпадает с размерами замыкающих клеток устьиц *Orestovia Ergol.* Количество телец в одном гнезде изменяется от 2—4 до восьми. Совершенно отчетливо обнаруживается их иногда довольно толстая оболочка, окружающая центральное тело или внутреннюю полость (табл. 1, фиг. 1 и 2; табл. II, фиг. 10 и табл. III, фигура 11, 12). По форме они довольно различны: округлые, овально-яйцевидные, угловатые (вследствие деформации), а наиболее крупные из них имеют иногда грушевидную форму. Поверхность их или гладкая или покрыта ворсинчато-бугорчатыми образованиями (табл. 1, фиг. 2, *б*). Отсюда нам кажется более вероятным отнести „овально-яйцевидные тельца" к оосферам, характерным к тому же для водорослей из сем. *Fucaceae* (24). Оосферы образуются из оогоний,

помещающихся в специальных гнездах (скафидиях) близ поверхности водоросли. Строение скафидиев этих бурых водорослей чрезвычайно напоминает наши кольцеобразные выпуклости (2). Каждая оогония у данной водоросли содержит и образует одну оосферу. Оогонии, подобные нашим, были обнаружены в углях барзасского типа и достаточно подробно описаны М. Д. Залесским (2). „Грушевидную стадию" нужно считать начальной стадией прорастания оплодотворенной оосферы. На фиг. 4 в тексте изображается такой скафидий в зачаточном состоянии своего развития; момент образования слизистого бугорка (*Schleimpopille*—20, стр. 338). Своеобразным протыканием внешней эпидермальной ткани водоросли завершается формирование нормального скафидия. То же самое, но в поперечном сечении изображается на фиг. 5 в тексте.

Клеточное строение эпидермальной оболочки водоросли наблюдать не удалось, вероятно, вследствие значительного и раннего ослизнения эпидермиса в процессе угленакопления. Тем не менее, эпидермальные элементы водорослей встречаются в шлифах в большом количестве, составляя одну из главных составных частей угля. Слои довольно толстого ослизневшего эпидермиса талломов сравнительно хорошо различаются по обычно более светлой, реже более темной, чем внутренняя ассимиляционная ткань, окраске: желтой, оранжево-желтой, красной или темнокрасной. Между тем границы эпидермиса, особенно внешняя, большей частью, неясные, так как сливаются с основной вмещающей коллоидальной органической массой угля, образованной за счет более полного ослизнения (гелификации) растительных остатков. Эпидермальные оболочки, отделяемых из угля лентовидных талломов, напоминают кутикулу высших наземных растений. Однако отсутствие устьиц и наличие, наоборот, скафидиев, примитивное гифообразно-клеточное строение внутренних ассимиляционных тканей и новейшие данные химических исследований (12) не позволяют отнести эти остатки к кутикуле. Обнаруженные в шлифах участки клеточного и гифообразного строения относятся к внутренним ассимиляционным тканям водорослей. На фотоснимке табл. II, фиг. 9 и 10 хорошо видна внутренняя часть дихотомирующего таллома. На границе темной ассимиляционной ткани и более светлого (оранжево-красной окраски) эпидермиса помещаются в данном случае две оогонии, в гнезде, носящем название скафидий (*а*). Верхняя граница покрывающего эпидермиса сливается с вмещающей основной массой и эпидермис не обнаруживает клеточного строения. Данный скафидий находился в ранней стадии своего развития; на поверхности таллома он образует лишь бугорок (выпуклость) и кольцеобразной стадии

еще не достиг. Совершенно очевидно также, что скафидий больше относится к внутренним органам растения и в своем развитии связан с подлежащими ассимиляционными тканями. Это заключение хорошо подкрепляется, например, внимательным изучением двух супротивно расположенных скафидиев (табл. III, фиг. 12). Центральная часть этих тканей имеет гифообразное строение, т. е. состоит из петлеобразных сплетений клеточных разветвленных трубок. Последние в периферической части постепенно разрастаются в более или менее равномерный слой, а местами образуют различной формы и размеров выросты (бугорки и даже отростки-волоски) тканей более правильного клеточного строения (табл. IV, фиг. 14). Выросты внедряются в эпидермис выпучивая его или даже прорывая. С периферическими клетками этих тканей эмбрионально связано образование оогоний и скафидиев. Клетки выполняют также роль ножек для оогонии. Это положение хорошо иллюстрируется фотографией (табл. III. фиг. 11). Участок ассимиляционной ткани с отчетливо видимым переходом от гифообразного строения к клеточному, но в поперечном сечении приводится на снимке табл. III, фиг. 13. Детали строения периферической ассимиляционной ткани обнаруживаются на снимке табл. IV, фиг. 14. Такое строение внутренних тканей имеют молодые плодоносящие и более мелкие части талломов. У более крупных и зрелых частей или экземпляров талломов вся ассимиляционная ткань имеет более правильное и отчетливое клеточное строение. Будучи достаточно нежными ассимиляционные ткани, видимо, легко разрушаются в процессе углеобразования. Этим можно объяснить относительно редкую встречаемость их в достаточно полной сохранности.

Кое-где в шлифах из наших углей были обнаружены фрагменты проводящих растительных тканей с более или менее отчетливыми внутренними спиральными утолщениями стенок и многочисленными порами (табл. II, фиг. 7). Наличие таких тканей в барзасских углях отмечалось З. В. Ергольской (10). Совершенно ясно, что ткани, имеющие строение трахеидных пучков, никакой связи с остатками описанных выше талломов водорослей не имеют. Эти ткани принадлежат высоко организованным наземным растениям, остатки которые в виде детрита приносились в водоем вместе с минеральными примесями. Неоднородность материнского вещества этого типа углей, отмечаемая почти всеми исследователями, является совершенно несомненной.

Таким образом, в результате наших исследований подтверждается принадлежность главной массы лентовидных растительных остатков к талломам водорослей, родственных современным

представителям сем. *Fucaceae*. Сравнение с описаниями и иллюстрациями М. Д. Залесского (2) позволяют сделать заключение об аналогии основного исходного растительного материала этих углей. Водорослям, впервые обнаруженным М. Д. Залесским в угле с бичевника р. Томи (2), было присвоено наименование *Himanthaliopsis Sniatkovii* Zal., которые мы считаем возможным сохранить для водорослей, извлеченных из наших углей.

Наряду с остатками бурых водорослей и детрита растительных тканей наземных растений в углях были встречены небольшие скопления очень тонких яркожелтых полосок, напоминающих кутикулу высших растений (табл. IV, фиг. 15). Относительно редкая встречаемость скоплений и отсутствие соответствующих наблюдений заставляют нас ограничиваться подобным замечанием, еще раз подчеркивающим неоднородность состава углей данного типа. Кроме этого в одном месте шлифа нами было встречено образование, которое, как нам кажется более вероятным, можно отнести к мегаспорам (табл. II, фиг. 8). Великолепная сохранность внутреннего строения, отчетливо видимого на рисунке, не оставляет в этом отношении никаких сомнений. Это тело имеет следующие размеры: длина 313 μ, ширина 137 μ, в самой узкой части—87 μ. Внутренняя полость сильно сжата: до 10—12 μ в самом широком месте, при длине до 176 μ. Оболочка многослойная. Перисиорий видимо не сохранился. Тонкий наружний экзоспорий (около 21 μ) состоит из двух слоев более тонкой светложелтой внешней оболочки (около 7 μ) и толстой темнокрасной внутренней (около 13 μ). Далее идет эндоспорий „рыхлого" губчатого строения, как бы собранный в своеобразные складки (фестоны). Толщина эндоспория местами достигает 60 μ. Окраска эндоспория более светлая оранжевожелтая. Поверхность мегаспоры местами гладкая, а местами гофрирована (на рисунке справа).

Наряду с этими в довольно большом количестве были обнаружены в одиночку и в форме тетрад мегаспоры более крупных размеров. Толщина их губчатых яркожелтых оболочек достигает 75—110 μ. Продольные размеры наиболее крупного сечения мегаспоры имеют 1,2 *мм*, а наименьшего 0,8 *мм* (табл. IV, фиг. 16).

В продуктах мацерации межениновского „кучерявчика" были обнаружены микроспоры, похожие на описанные М. В. Еловской из барзасских углей (11). Ниже приводятся их измерения с наиболее характерными дополнительными замечаниими и нумерацией по Еловской, обозначающей соответствующую форму и скульптуру (11). Специальное изучение спор не входило в план настоящей работы. Итак, часто встречается форма

2 я, средние размеры около 66 μ, виден трехлучевой шов разверзания. Затем форма 3-я, размеры мелкие, в среднем около 92 μ. Далее, форма 4-я—шарообразная с гладкой, тонкой, прозрачной и смятой оболочкой. Ее размеры варьируют около 100 μ; является наиболее распространенной формой. Шва разверзания не наблюдалось. Может быть это оболочки оогоний (?).

Кроме этого была встречена спора, похожая на форму 7-ю, но значительно меньших размеров. Форма ее округло-шестиугольная, оторочка широкая (около 12 μ), но тонкая и прозрачная. Тело споры более темное. Размеры тела споры без оторочки около 50 μ. Встречается редко.

Установив значительное сходство описываемых углей с известной разновидностью барзасских [1]), мы считаем возможным высказать свою точку зрения на условия их образования и генезис.

Например, нам кажутся совершенно бесспорными следующие, по крайней мере, два положения. Первое—уголь относится к одной из фаций морских отложений и второе—основная масса угля, подобного нашему „кучерявчику", образовалась за счет растений произраставших in situ.

Геологические исследования в СВ окраине Кузбасса показали значительное распространение Барзасской и Нижней красноцветной толщи девона ($Д_{1-2}$), с которыми стратиграфически связаны угли барзасского типа (14, 22, 23).

Описание геологических разрезов этих толщ и их анализ свидетельствует о морском происхождении осадков, образовавшихся вероятнее всего, в литоральной и сублиторальной фациях моря (14).

Удивительная выдержанность основного угольного пласта в южной части распространения Барзасской толщи и остатки псилофитоподобных морских бурых водорослей *Himanthaliopsis Sniatkovi* Zal., *Orestovia antiqua* Zal. *u Petzii devonica* Zal. и др., слагающих значительную часть барзасских углей, также свидетельствует о морском, притом водно-аутохтонном, происхождении отложений (2, 3, 4 и 14). Наряду с этим нами вовсе не исключается участие в образовании углей типа барзасских остатков высших наземных растений, в том числе и остатков „наземных" псилофитов (10, 13 и 16), по строению и условиям существования близко стоящих к бурым водорослям.

---

[1]) Тем более, что образец угля с бичевника р. Яи может происходить, например, из самого ближайшего, известного подобными находками (не в коренном залегании), так наз. Туратского участка восточного крыла основной Анжеро-Судженской синклинали (22).

Однако, в то время как остатки несомненных наземных растений (пучки проводящих тканей, остатки кутикулы с несомненными устьицами и др.) [1]) нами, например, в данном случае были обнаружены только в виде мелких детритовых обрывков, нежные довольно крупные слоевища водорослей встречались постоянно и в относительно хорошей сохранности. Последнее обстоятельство не позволяет допустить сколько-нибудь значительный перенос основного исходного растительного материала в процессе торфонакопления. Высокая зольность наших углей, с другой стороны, говорит как бы в пользу отложения органических остатков в подвижной среде, что, впрочем, в условиях прибрежного и в общем мелкого моря или морского залива—лагуны является даже вполне естественным.

Плойчатое строение линз „кучерявчика" также является следствием водной автохтонии, так как такое строение вполне возможно объяснить подводными оползнями, происходящими в первоначальном растительном материале одновременно с его накоплением.

„Образование барзасских углей нужно отнести к параллическому типу, смешанному по характеру накопления аутохтонно-аллохтонному. На аллохтонность указывает переслаивание пачек угля с грубозернистым материалом, а также бракчеевидное строение некоторых прослоев угля и механическое примешивание обломков пород (вторичная примесь) к углистой массе.

Однако, наряду с признаками аллохтонности, имеются данные, позволяющие говорить, что барзасские угли в некоторой своей части имеют аутохтонное происхождение. Так, в некоторых местах, иногда на значительной площади, угли имеют правильную слоистость и содержат тонкие прослойки илистого материала, что является показателем спокойного накопления его" (23).

На основании всех ранее произведенных и наших исследований наиболее подходящим названием для барзасских углей нужно считать б а р з а с с и т, ранее уже употреблявшимся Ю. А. Жемчужниковым (26, стр. 146). Применение собственного наименования в данном случае полностью оправдывается исключительным своеобразием микроструктуры и состава углей.

Под названием—б а р з а с с и т ы мы предлагаем именовать своеобразную группу ископаемых углей, которую в генетиче

---

[1]) Мега- и микроспоры плауновых и других высших растений (см. выше) встречаются в ограниченном количестве (11, 21) и относятся к элементам легко переносимым. Остатки тонкой кутикулы в общем редки и обнаружены в форме скопления мелких обрывков—детрита (см. выше).

ской классификации каустобиолитов Ю. А. Жемчужникова (26) следует поместить между гумолитами и сапропелитами, точнее между липтобиолитами и сапропелитами. Отмечая тем самым смешанный состав и промежуточные, переходные свойства и признаки этой особой генетической группы псилофитовых липтобиолитов.

Наименование кутикуловый липтобиолит более соответствует таким типичным гумолитам, точнее липтобиолитам, для которых несомненно доказывается происхождение за счет остатков кутикулы высших растений, например, Подмосковный „бумажный уголь", Крапивинский „бумажный уголь" в Кузбассе, некоторые разновидности юрских углей в Кузбассе (28) и другие, конечно, не обязательно только „бумажные угли".

Исключительно девонский возраст до сих пор известных псилофитовых липтобиолитов, смешанный состав и происхождение (см. выше), не противоречит такому обособлению этой группы каустобиолитов и ее положению в генетической системе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. М. Д. Залесский—О новом типе угля. Геолог. Вестник, № 4, 1915 г.
2. М. Д. Залесский—Естественная история одного угля. Тр. Геолог. Комитета, нов. серия, вып. 139, 1915 г.
3. М. Д. Залесский и Е. Ф. Чиркова—О составе материнского вещества углей Кузнецкого бассейна Изв. Ак. Наук, № 2, 1931 г.
4. М. Д. Залесский—О генезисе барзасских сапромикситов. Изв. Ак. Наук, № 3, 1931 г.
5. З. В. Ергольская—К вопросу о классификации барзасских углей Хим. Тв. Топ., 9—10, 1932 г.
6. З. В. Ергольская—К петрографической характеристике барзасских углей. Изв. Всес. Г.—Р. Объедин., вып. 81, 1934.
7. З. В. Ергольская—Новые данные о происхождении барзасских углей. Хим. Тв. Топ., в. 1, 1934 г.
8. А. А. Любер—Угли типа барзасских в ЮВ Казахстане. Хим. Тв. Топ., № 1, 1935 г.
9. В. А. Орестов—К вопросу об изучении качества барзасских углей 1-го шахтного поля. Хим. Тв. Топ., № 4, 1936 г.
10. З. В. Ергольская—Петрографическое изучение барзасских углей Тр. ЦНИГРИ, вып. 70, 1936 г.
11. М. В. Еловская—Споры барзасских углей. Тр. ЦНИГРИ, вып. 70, 1936.
12. Г. Л. Сталников, В. Г. Пуцилло и Л. Н. Бакутинская—Барзасские угли Изв. Ак. Н., сер. хим., № 2, 1936 г.
13. З. В. Ергольская—Еще об исходном материале барзасских углей Хим. Тв. Топ., № 8, 1937 г.
14. А. В. Тыжнов—Геологический очерк Барзасского района Кузнецкого бассейна. Матер. по геолог. Зап. Сиб., № 3(45), 1938 г.
15. Местное топливо Западной Сибири. Изд. З. С. Геол. Управл. 1940 г.

16. А. А. Ларищев—О природе девонских липтобиолитов из окрестностей Красноярска. Хим. Тв. Топ., 9, 1937 г.
17. И. В. Геблер и Г. Р. Шульц—Исследование перегонкой барзасских сапропелитов. Изд. Треста Сибуголь. Н. Сибирск. 1930 г.
18. Сборник „Барзасские сапромикситы". 1933 г.
19. К. С Курындин—Продукты перегонки барзасских сапропелитов. Изд. Востуголь. 1931 г.
20. Friedrich Oltmann—Moryhologie und Biologie der Algen, 1922.
21. А. Е. Первухина—Девонские угли северного Тимана Сов. геол. №8, 1940 г.
22. А. В. Тыжнов—Барзасский район—Сборн. Полезные ископаемые Зап. Сиб. края, том. III, 1935 г.
23. С. В. Кумпан и С. И. Шкорбатов—Угли и горючие сланцы Барзасского района Кузнецкого бассейна. Геол. угольн. м-ний СССР, вып. VIII, 1936 г.
24. A. Engler - Gilg—Syllabus der Pflanzenfamilien, Berlin, 1919.
25. Legg V. H. and Wheeler K. V.—Plant cuticles. Part II (Fossil plant cuticles). Gourn. of the Chemikal Society London. 1929.
26. Ю. А. Жемчужников—„Общая геология каустобиолитов", ОНТИ. 1935 г.
27. А. В. Тыжнов и М. К. Коровин—„Кузнецкий каменноугольный бассейн", сборник—Угленосные районы Сибири. Н. Сибирск. 1933.
28. А. А. Ларищев—Ископаемые угли из центральной части Кузбасса", Ученые записки ТГУ, № 4, 1946 г.

ОБЪЯСНЕНИЕ ТАБЛИЦ

Таблица I [1])

Фиг. 1. Строение Межениновского „кучерявчика" под микроскопом. Слоевище водорослей *Himanthaliopsis Sniatnovi Zal.* с характерными для них скафидиями—*а*, × 56.

Фиг. 2. Скафидий *H. Sniatkovi Zal.* с двумя оогониями в почти горизонтальном сечении—*а*; изолированная оосфера—*б*. Межениновский „кучерявчик" × 280.

Фиг. 3. Кутикула *Orestovia Bazhenovii* Lar. с несомненными устьицами. Из продуктов мацерации красноярского угля. × 80.

Фиг 4. Скафилий в горизонтальном разрезе, прошедшем ниже оогоний. В полости скафидия видны клетки выростов ассимиляционной ткани *H. Sniatkovi* Zal („Ножки оогоний, Уголь с бичевника р. Яя. × 120.

Фиг 5. Недоразвившийся скафидий *H. Sniatkovi* Zal. в почти вертикальном сечении. Полость растущего скафидия заполнена разросшимися клетками ассимиляционной ткани. *а*—эпидермис.

Уголь с р. Яя. × 280.

Таблица II

Фиг. 6. Скафидий H. Sniatkovi Zal. с 4-мя оосферами в центре. Уголь с р. Яя× 280.

Фиг. 7. фрагмент проводящей ткани; пучек трахеид со следами спиральных элементов и многочисленных пор Межениновский „кучерявчик" × 120.

Фиг. 8. Мегаспора с хорошо сохранившимися экзо -и эндоспорием в разрезе. Межениновский „кучерявчик". × 280.

Фиг 9. [2]). Дихотомирующее слоевище *Himanthaliopsis Sniatkovi* Zal. с сохранившимся внутренним строением и сильно ослизневшим эпидермисом снаружи (*б*). На границе между эпидермисом и ассимиляционной тканью хорошо видны выросты, внедрения и скафидии в различных стадиях развития (*а*).

Межениновский „кучерявчик". × 41.

Фиг. 10. Часть предыдущего таллома при увеличении 144. Обозначения те же.

Таблица III

Фиг. 11. Скафидий с двумя оогониями и подлежащей ассимиляционной тканью, выполняющей роль ножек для оогоний.

Межениновский „кучерявчик". × 144.

---

[1]) Фотографии с акварельных рисунков, сделанных под микроскопом с тонких шлифов при помощи рисовального аппарата художником А. А. Луповым.

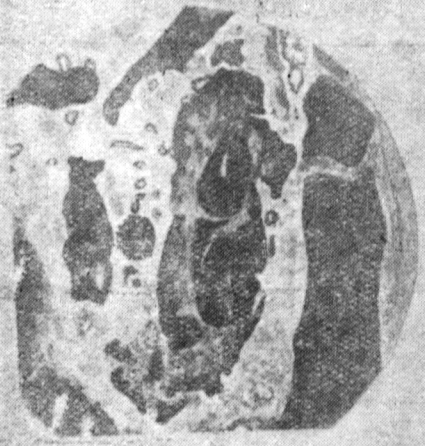
[2]) Микрофотографии (фиг. 9—16) с оригиналов—тонких шлифов из углей, исполненные в лаборатории петрографии и палеоботаники угля Томского Государственного Университета.

Фиг. 12. Участок слоевища с двумя супротивно расположенными скафидиями и гифообразно-клеточной тканью между ними.
Межениновский „кучерявчик". × 144.
Фиг. 13. Участок ассимиляционной ткани с гифообразным строением (слева), переходящим постепенно в клеточное (справа).
Межениновский „кучерявчик". ×. 144.

Таблица IV

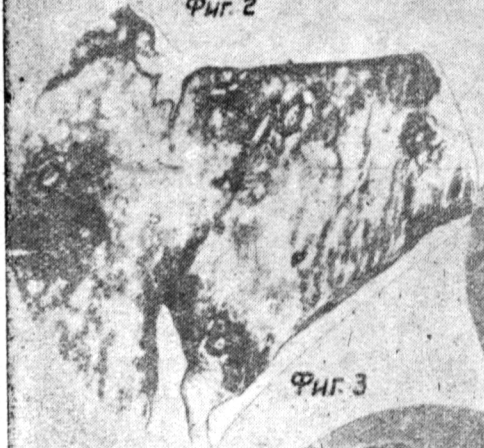
Фиг. 14. Внедряющиеся в эпидермис клеточные выросты ассимиляционной ткани водоросли.
Межениновский „кучерявчик". × 144.
Фиг. 15. Скопление хорошо сохранившейся яркожелтой тонкой кутикулы в Межениновском „кучерявчике". × 144.
Фиг. 16. Часть тетрады крупных мегаспор с толстыми губчатыми оболочками
Межениновский „кучерявчик". × 144.

Таблица I



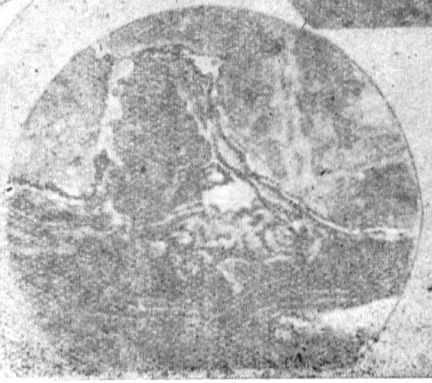
Фиг. 2

Фиг. 1



Фиг. 3

Фиг. 4

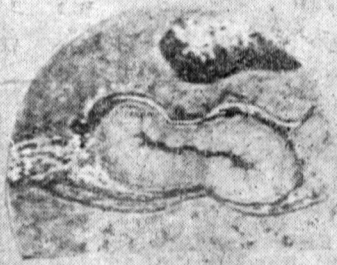


Фиг. 5

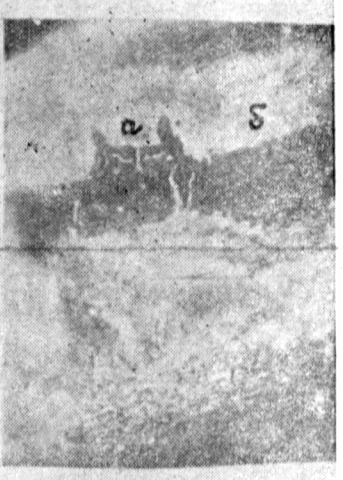
Таблица II

Фиг. 6

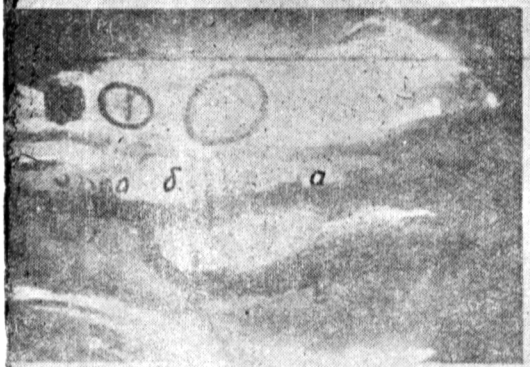
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 10



Фиг. 9

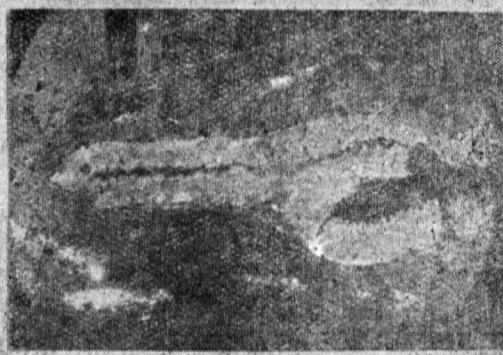
Фиг. 11

Фиг. 12

Фиг. 13

Фиг. 14

Фиг. 15



Фиг. 16

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
1948 УНИВЕРСИТЕТА имени В. В. КУЙБЫШЕВА № 11

МИКРОФЛОРА ИЗ МИНУСИНСКИХ И БАРЗАССКИХ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ ДЕВОНА [1])

Доц. А. А. ЛАРИЩЕВ

CYANOPHYCEAE

Gloeocapsites Rusanovii n. g. et nov. sp.

Фиг. 2-*а*; 3-*а*; 4-*а*; 6-*а*; 7-*а*.

Водоросль образует небольшие кучковидные колонии из 2 — 4 или больше клеток, иногда плотно и помногу собранных вместе. В этом случае колонии не имеют какой-нибудь определенной правильной формы. У 2-х и 4-х клеточных колоний форма овальная и округлая. Часто клеточки одиночные. В многоклеточных колониях клеточки тесно скученные. Размеры клеток 1,5—3 микрона с оболочкой, без оболочки 1—2 μ в диаметре. Форма клеток большей частью круглая, иногда овальная. У самых маленьких клеток оболочки очень узкие с неясными контурами, расплывающиеся. У наиболее крупных клеток оболочки широкие, неявственно шипиковато-слоистые. Оболочки чаще светлее окрашенные, чем внутрисодержимое клеток. Последнее имеет цвет от красновато-оранжевого до бледножелтого. Оболочки соответственно от оранжевого до бледнозеленовато-желтого, сливающегося с окружающей слизью. Периферическая колониальная слизь у двух и четырех клеточных колоний выражена в виде тонких оболочек, хотя и не всегда отчетливых и ясно заметных, иногда они мутные, расплывающиеся. У кучковидных скоплений многоклеточных колоний эта периферическая слизь не обнаруживается. Нужно отметить, что в кучковатых скоплениях преобладают наиболее мелкоклеточные формы.

При некотором сходстве с современными обитателями скал водоемов *Gloeocapsa haematodes Küts* и *Gloeocapsa rupicola*

[1]) Первое сообщение о природе этих сланцев было опубликовано в Ученых записках Томск. Гос. Университета, № 5, 1947г.

Küts, описываемая форма отличается меньшими размерами клеток, иной окраской слизистых оболочек и содержимого и другими видовыми особенностями (1). К сожалению нужно констатировать, что для сравнения в нашем распоряжении были подробные описания и препараты преимущественно пресноводных и наземных *Gloeocapsa*. Вследствие этого здесь отсутствуют сопоставления с возможно более родственными формами соленых или прибрежно-морских водоемов.

Gloeocapsites rubra n. g. et sp.

Фиг. 2-*в*; 4-*в*; 5-*в*; 6-*в*; 7-*в*.

Водоросль колониальная, реже одноклеточная. Количество клеток в колонии 4—8, иногда многоклеточная с плотно и тесно скученными клетками. Форма колоний округло-угловатая, при четном количестве клеток округло-четырехугольная, иногда в в форме тетрады и тетраэдра. Клетки маленькие, но изменяются в бо́льших пределах, чем у Gloeocapsites Rusanovii; размеры с оболочкой от 2 до 6 микрон. Оболочки клеток нешироки, мутные, красные, сливающиеся с темнокрасным содержимым клеток. Часто оболочки клеток не различимы, особенно у одиночных экземпляров и в кучковидных колониях. Иногда несколько светлее окрашены и поэтому заметны. Признаков слоистости оболочки не обнаружено. Размеры колоний большею частью 4—6 до 12 μ, но встречаются в 16 и более микрон. Периферическая колониальная слизь иногда красная, мутная и не отличимая от внутренней части колоний, иногда же окрашена слабее и оформлена в виде пленки красноватого, оранжевого или золотисто-желтого цвета. Обычно довольно тонкая и неслоистая.

Из современных представителей эта форма несколько напоминает Gloeocapsa varia (A.Br) Hollerb (1), но отличается от последней меньшими размерами клеток, окраской, местообитанием и т. д. Между прочим, эта форма является видимо переходной между ископаемыми представителями сем. Gloeocapsaceae и сем. Microcystidaceae, так как имеет некоторые признаки последнего, например, значительно большую однородность слизи.

Наши представители рода Gloeocapsites обнаруживают некоторое сходство с серобактериями (Thiobacteria), например, Thiocystites violaceae Winogr, Thiocapca roseo-persicina Winogr, Lamprocystis roseo-persicina (Kütz) Schröter и др., но этот вопрос еще требует специальных исследований (3).

MICROCYSTIDACEAE

Microcystites sp.

Фиг. 2-*е*; 3-*е*; 4-*с*; 5-*а*.

Колонии слизистые, многоклеточные, весьма разнообразных очертаний и неопределенной формы. Часто разорванные, ветвистые и расплывчатые. Периферическая и внутриколониальная слизь расплывающаяся, мутная и неслоистая. Клетки шаровидные, комковидные, скученные или разреженные, иногда с неясными ограничениями—часто придают скоплениям ватообразный хлопьевидный характер. Цвет клеток и слизи изменяется от темнокрасного, иногда почти черного до пурпурно-красного. Размеры клеток маленькие, порядка 1—3 микрона. Скученные колонии достигают размеров 30—50 микрон и видимы тогда уже при увеличениях 100—120. Строение колоний вероятно плёночное, так как они обнаруживаются почти исключительно в горизонтальных препаратах; в вертикальных, наоборот, почти не наблюдаются. Отсутствие пузыристых образований в слизи, неясность и неопределенность очертания колоний, расплывчатость и комковатость колониальных скоплений и др. заставляют предполагать в этих водорослях представителей ископаемого семейства *Microcystidaceae* (1).

Микроскопические признаки, указанные в описании *Microcystites sp.* относятся более к родовым. Вследствие недостаточной сохранности мы не считали возможным присвоить этой водоросли видовое название. Не исключена вероятность принадлежности остатков микроорганизмов, отнесенных нами к роду *Microcystites sp.*, к остаткам анаэробной микрофлоры типа *Thiobacteria* (серобактерий), обнаруженных в последнее время среди микрофлоры нефтеносных горизонтов третичного периода (3).

Микроскопические исследования минусинских, точнее учумских и уйбатских горючих сланцев, а также и горючих сланцев Барзасского района в Кузбассе, относящихся к девону, позволяют сделать следующие выводы:

I. Установить полную аналогию в их генезисе, фациальных условиях образования и природе исходного органического материала, что дает достаточные основания считать все эти битуминозные сланцы одновозрастными образованиями и наметить палеогеографическую связь между СВ частью Кузбасса и Минусинской котловиной в среднем девоне.

II. Установить существенные отличия между фацией горючих сланцев и фацией барзасситов, т. е. псилофитовых липтобиолитов по условиям образования и палеоботанической природе растительного материала (4). Отождествление этих фаций, сделанное в последнее время И. Н. Звонаревым (2), является недостаточно обоснованным и с общегеологической и палеонтологической точки зрения. Отнесение горючих сланцев „по природе к высокобитуминозным образованиям липтобиолитового типа" является явно бездоказательным и противоречит микроскопическим исследованиям (4). Ничем также не доказывается синхронизация фации битуминозных сланцев с фацией барзасситов и разделение Дмитриевско-Перебойской толщи А. В. Тыжнова на две: Дмитриевскую и Перебойскую (2, стр. 8—9)?

Отнесение горючих сланцев к липтобиолитам не согласуется и с химическими исследованиями этих глубоко различных образований. Так, девонские битуминозные сланцы Западной Сибири и в частности барзасские, характеризуются, например, весьма низким содержанием фенолов и кислот в первичной смоле (доли процента) и этим весьма существенно, генетически отличаются от псилофитовых липтобиолитов или барзасситов, содержащих обычно довольно значительное количество фенолов и кислот (до 5—6 и даже 17%)—не говоря уже о громадных палеонтологических различиях в исходном материале и условиях образования и т. д.

Дело в том, что И. Н. Звонарев пытается утверждать даже не об одновозрастности этих различных фаций девона, а на основе их якобы генетического тождества приписывает одноименное стратиграфическое положение этим чрезвычайно различным, но может быть почти одновозрастным фациям—правда по другим, не разобранным автором, соображениям (2, стр. 35).

III. Барзасские, учумские, уйбатские и другие девонские битуминозные сланцы Западной Сибири образовались за счет накопления остатков микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности и распада в горько-соленых озерно-лагунных условиях. К этим микроорганизмам относятся остатки пурпурных и желтых водорослей-цианофии из семейства *Gloeocapsaceae* (*Gloeocapsites rubra* и *Gloeocapsites Rusanovii*) и сем. *Microcystidaceae* (*Microcystites sp*), а в некоторой степени возможно также за счет остатков и продуктов жизнедеятельности пурпурных бактерий, в частности серобактерий (*Thiobacteria*), например, *Thiocystites, Lamprocystites* и *Thiocapca* (3), некоторое общее сходство с которыми наших водорослей было отмечено выше. Но этот вопрос требует дальнейшего специального изучения.

Анаэробная микрофлора, в частности пурпурные серобактерии и их возрастные и экологические модификации, была впервые открыта и изучена Т. Л. Гинзбург-Карагичевой в недрах нефтяных месторождений Советского Союза, в частности Апшеронского полуострова и др. (3).

Использованная литература.

1. А. А. Еленкин—Синезеленые водоросли СССР. Систем., вып. 1, 1938 г. и общая часть, 1936 г.
2. И. Н. Звонарев, К. С. Курындин, И. П. Максимов—Перегонные угли Западной Сибири. Изд. ЗСГУ, 1946 г.
3. Т. Л. Гинзбург-Карагичева—Очерки микробиологии нефти. ОНТИ СССР, 1936 г.
4. А. А. Ларищев—К вопросу о природе углей барзасского типа. Ученые Записки ТГУ, № II, 1948 г. и др.
5. А. А. Ларищев—О природе минусинских и барзасских горючих сланцев. Ученые Записки ТГУ, № 5, 1947 г.

ОБЪЯСНЕНИЯ к ТАБЛИЦАМ [1])

Таблица I

Фиг. 1. Общее микроскопическое строение горючего сланца из среднего пласта Учумского месторождения в вертикальном сечении ×120.

a. Сплюснутые оболочки мегаспор

b. Обрывки древесных растительных элементов

c. Зерна кальцита, доломита, кварца и полевого шпата

b. Органическая студенистая масса.

Фиг. 2. *a*. Кучковидные скопления и одиночные экземпляры сине-зеленой водоросли *Gloeocapsites Rusanovii* n. g. et sp. в студнеобразной массе горизонтального шлифа ×1300

в. Сине-зеленая водоросль *Gloeocapsites rubra* n. g. et sp. в форме округло-четырехугольной колонии пурпурно-красного цвета.

c. Минеральные частички известково-доломитового органического коллоида

d. Основная хлопьевидная студнеобразная органическая масса

e. Ватообразное скопление сине-зеленой водоросли *Microcystites* sp. в основной студневидной массе Учумского битуминозного сланца ×1300.

Фиг. 3. *a*. Многоклеточные колонии и одиночные формы сине-зеленой водоросли *Gloeocapsites Rusanovii* n. g. et sp. в горючем сланце на горизонтальном разрезе. × 1300.

в. Округло-угловатая колония сине-зеленой водоросли *Gloeocapsites rubra* n. g. et sp, с отчетливой красновато-оранжевой периферической слизью в форме тонкой оболочки. × 1300.

c. Минеральные включения битуминозного Учумского сланца; кристаллы доломита.

d. Основная хлопьевидная органическая масса в горизонтальном сечении.

e. Многоклеточное колониальное скопление водоросли *Microcystites sp.* ×1300.

Таблица II

Фиг. 4. *a*. Одноклеточные и колониальные формы *Gloeocapsites Rusanovii* n. g. et sp. Пласт средний. Учумское месторождение. × 1300.

в. Колония и одноклеточная форма сине-зеленой водоросли *Gloeocapsites rubra* n. g. et sp.

c. Многоклеточные колониальные скопления микроводоросли *Microcystites* sp. × 1300.

---

[1]) Фотографии с акварельных рисунков, исполненных с натуры при помощи рисовального аппарата.

Фиг. 5. *a*. Ветвистое и „ватообразное" скопление колониальной сине-зеленой водоросли *Microcystites* sp.

Пласт средний. Учумское месторождение горючих сланцев. × 1300.

b. Симметричные округло-угловатые колонии микроводоросли *Gloeocapsites rubra* n. g. et sp.

Фиг. 6. *a*. Одиночные клетки и кучкообразные скопления сине-зеленой водоросли *Gloecapsites Rusanovii* n. g. et sp.

b. Одиночная клетка сине-зеленой водоросли *Gloeocapsites rubra* n. g. et sp. Учумский битуминозный сланец. Участок шлифа с натуры при увеличении 1300 с помощью рисовального прибора.

Фиг. 7. *a*. Четырехклеточная колония и одиночная форма микроводоросли *Gloeocapsites Rusanovii* n. g. et sp. с периферической колониальной и клеточной слизью в виде тонкой бледнозеленовато-желтой оболочки. Пласт средний. Учумское м-ние Участок шлифа с натуры при увеличении 1300.

b. Колония сине-зеленой водоросли *Gloeocapsites rubra* n. g. et sp. в форме тетрады с красновато желтой периферической слизистой оболочкой. Клеточные слизистые оболочки мутно-красные, внутреннее содержимое кроваво красное. × 1300.

Фиг. 8. Горючий сланец из Дмитриевско-Перебойской толщи. Кузбасса. Барзасский район.

Строение и состав горючего сланца под микроскопом.

Участок горизонтального шлифа, зарисованный с натуры при помощи рисовального аппарата. × 1300.

a. Одиночные и колониальные формы *Gloeocapsites Rusanovii* n. g. et sp. Колонии кучковидные. У более крупных экземпляров ясно заметна слизистая оболочка желтовато-оранжевого цвета.

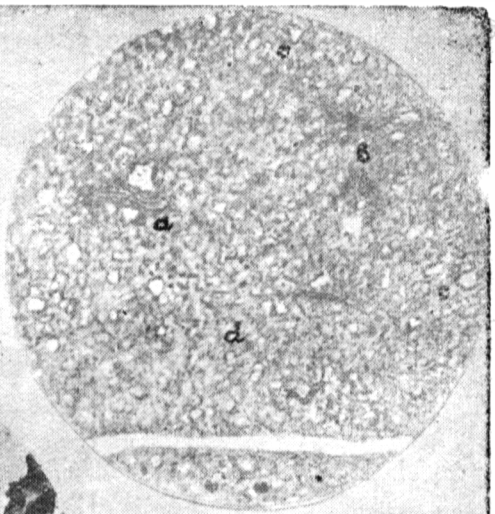
b. Симметричная, четырехугольная в сечении, колония сине-зеленой водоросли *Gloeocapsites rubra* n. g. et sp.

c. Ромбовидные в сечении кристаллы доломита, образовавшиеся одновременно с накоплением органического студня на дне первоначального водоема.

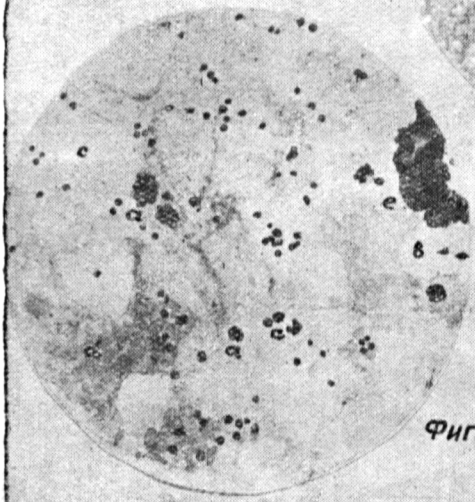
d. Органическая студнеобразная основная масса.

Кафедра динамической геологии.

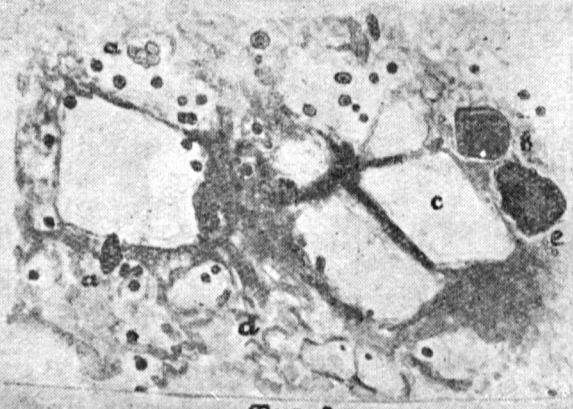
ТАБЛИЦА I



Фиг. 1

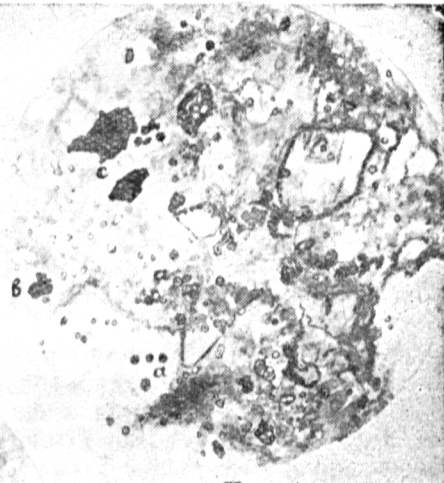


Фиг. 2



Фиг. 3

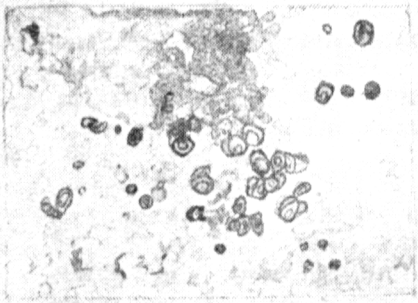
Таблица II



Фиг. 4

Фиг. 5

Фиг. 7



Фиг. 6

Фиг. 8

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
1948 УНИВЕРСИТЕТА имени В. В. КУЙБЫШЕВА № 11

К СТРАТИГРАФИИ КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ РАЙОНА с. ВОРОНОВО НА р. ОБИ.

Б. В. МИЗЕРОВ

В настоящей заметке приводятся новые данные по стратиграфии кайнозойских отложений, слагающих ЮВ окраину Обь-Иртышского междуречья.

Район исследований неширокой полосой протягивается по левобережью реки Оби от г. Новосибирска до с. Вороново.

С целью освещения стратиграфии исследуемого района приводится наиболее полный и типичный разрез кайнозойских отложений в окрестностях с. Вороново (рис. 1), где вскрываются наиболее древние кайнозойские отложения района — континентальный неоген.

Вороновское обнажение расположено в 2,5 *км* ниже села того же названия, в левом борту долины реки Оби. Обнажение представляет собой два крутых пятидесятиметровых обрыва, так называемого Степного плато, интенсивно подмываемых протокой реки Оби — Симаном (рис. 2).

В прекрасных естественных разрезах Вороновского яра I го, а также Вороновского яра II расположенного в 1300 *м* ниже по течению реки от яра I вскрывается мощная толща четвертичных осадков, в основании которой выходят третичные отложения.

1. Третичные отложения

Нижние горизонты третичных отложений, установленные по буровым скважинам на глубину около 6 *м* ниже уровня воды, сложены среднезернистыми слюдистыми и довольно плотными песками светлосерых и серовато-сизых оттенков, мощностью около 4 *м*.

Выше пески сменяются толщей глин общей мощностью около 8 *м*. Последние представлены сероватыми, серовато-сизыми глинами, слегка песчанистыми и слюдистыми, с тонкими прослоями такого же цвета мелкозернистых песков. Верхние горизон-

ты глин сложены менее песчанистыми разностями и приобретают более темный серовато-синий оттенок.

В глинах встречаются сидериты, известково-мергелистые конкреции, конкреции пирита и мелкая хорошо окатанная галька преимущественно кремнистых пород. В нижних горизонтах глин

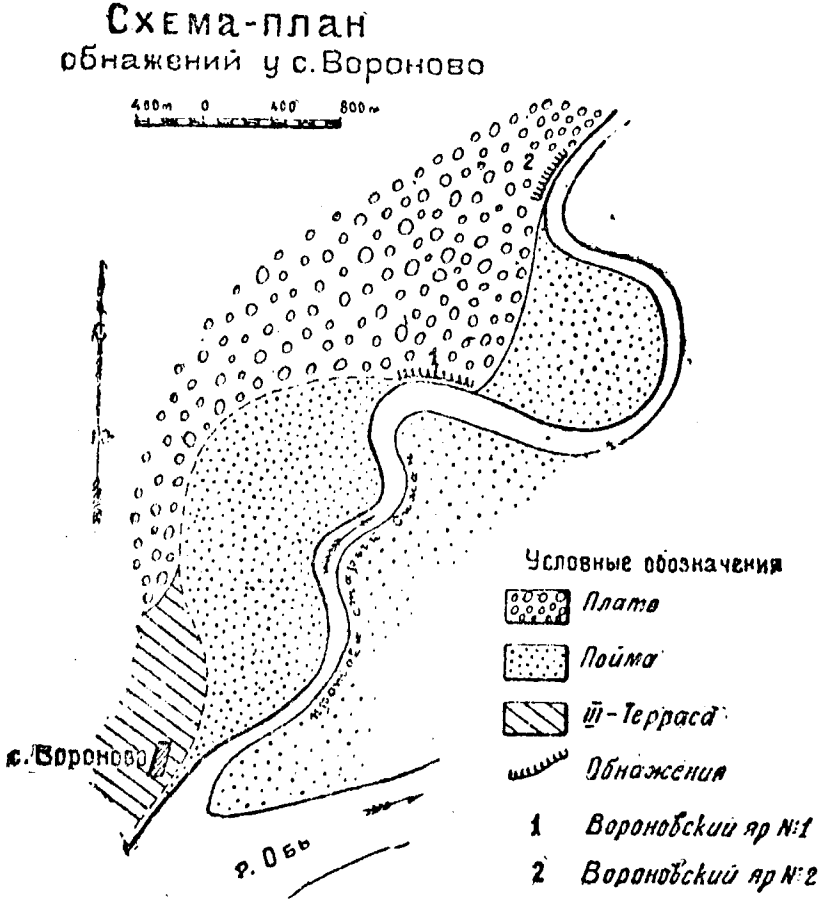


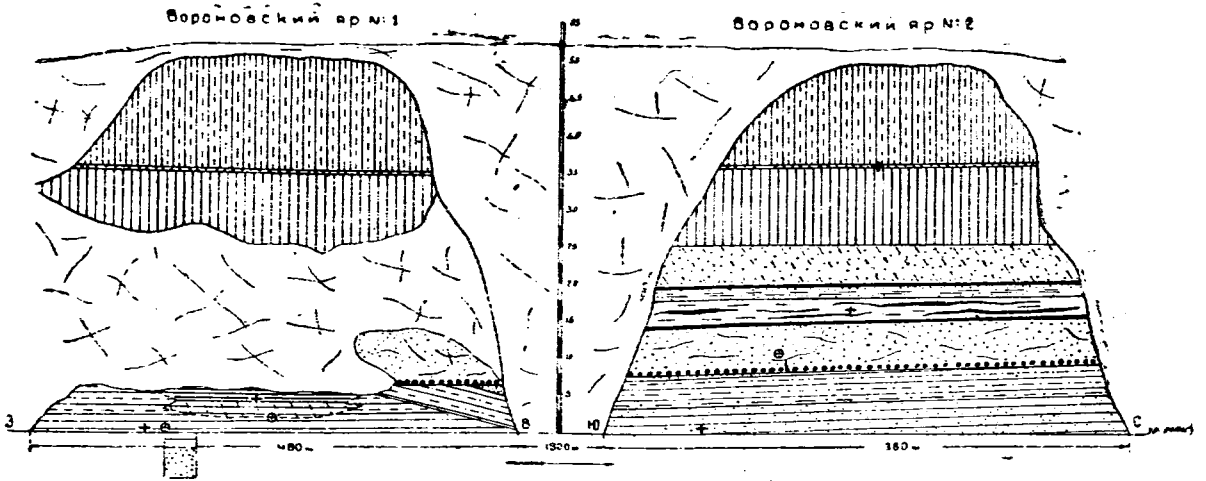
Рис. 1

изредка встречаются плохо сохранившиеся отпечатки листьев и мелкие раковины пелеципод, размером 4—5 *см*. Для толщи глин, а также для нижележащей толщи песков, характерным является наличие стеблей и стволов лигнитизированной древесины.

Схематический разрез

Каиновейских отложений в районе села Вороново на реке Оби

составил Б. В. Мизеров



1. Серовато-сизые пески t_2, 2. Серовато-сизые глины t_2; 3. Серовато-синие глины t_2; 4. Каштановые глины t_2, 5. Плитчато-слоистые глины t_2, 6. Серовато-желтые пески с прослоями серовато-сизых глин t_2, 7. Серовато-сизые глины с прослоями серовато-желтых песков t_2. 8. Галечник Q_1, 9. Серые пески Q_1^1; 10. Голубовато-синие глины выше с прослоями глинистой супеси Q_1^1; 11. Желтовато-палевые супеси с прослоями песков и коричневатых глин; 12. Желтовато-буроватые суглинки суглинно-супеси Q_1^1; 13. Погребенная почва, 14. Желтоватые желтовато-палевые столбчатые суглинки Q_1^1; 15. Точки с флорой, 16. Точки с фауной; 17. Задернованно, осыпь

Рис. 2

Определения древесины были проведены сотрудником Томского университета А. А. Ларищевым, который установил следующие формы:
Populinium s p., *Pterocarinium gorbunovii* s p. n., *Betulinium voronoviense* s p. n., *Betulinium* s p., *Ulminium fegoniporosum* s p. n.

Фациально по протяжению серовато-сизые глины переходят в каштановые глины черновато-коричневатого оттенка со своеобразной неправильнокомковатой структурой. При высыхании они распадаются на мелкие остромногоугольные обломки и приобретают белесоватый оттенок. В нижних горизонтах глин сотрудником Томского университета М. Г. Горбуновым обнаружены крупно-скульптурные пелециподы, достигающие размера 25 *см*.

Каштановые глины выше сменяются зеленовато-коричневатыми глинами плитчато-слоистого сложения с обилием ксилеловых и витреновых растительных остатков, обрывками кутикулы и обилием мелких семян.

В серовато-сизых глинах, несомненно in situ, были найдены прекрасной сохранности плоды серого американского ореха *Juglans cinerea L. fossilis* Bronn, *Corylus*, *Trapa* и впервые семена *Magnolia*.

Комплекс своеобразной семенной флоры, собранной нами в толще глин, был изучен П. А. Никитиным, определившим в ее составе следующие формы: *Salvinia tuberculata* P. A. N., *Typha cf. latissima* (A. Br.) R. etc. Ch., *Sparganium aff. ramosum Z.*, *Sparganium* s p. 2 (*cf. simplex* etc). *Potamogeton* sp. 1, *Potamogeton* s p. 2., *Epipremnum crassum C.* et E. *Aracispermum cordiformis* P. A. N. var., *Juglans cinerea L. fossilis* Bronn., *Betula* s p. *Corylus* s p., *Brasenia purpurea* (Mish) Casp., *Nuphar* s p. exot., *Nymphaea candida* Presl. var. *extinct* № 1., *Nymphacea candida* Presl. var. *extinct.* № 2., *Cerathophyllum demersum L*, *Magnolia* s p., *Euphorbia* s p., *Meliosma europaea* Reid, *Vitaceae gen* (*Vitis?*), *Hypericum septestum* P. A. N., *Trapa* s p. *extinct.*, *Decodon gibbosus* Reid, *Diclidocarya Menzelii* Reid, *Naumburgia subthyrsiflora* P. A. N., *Menyanthes trifoliata L.*
Incertae sedis:
Carpolithus bilobatus P. A. N., *Coceonites araneosus* P. A. N., *Mixt.*
На основании перечисленных форм П. А. Никитин устанавливает нижнеплиоценовый возраст этих отложений.

Описываемая толща глин параллелизуется с нижнеплиоценовой Черлакской свитой В. А. Николаева, пользующейся широким развитием по рекам Иртышу, Ишиму, Оми и Васюгану. Она также может соответствовать верхнему ярусу континентального неогена в известной схеме Высоцкого (1).

Верхним горизонтом третичных отложений, залегающим на размытой и срезанной под углом 14° поверхности описанных глин, является толща песков. Последние представлены среднезернистыми песками серовато-желтого цвета, переслаивающимися в нижней части с серовато-сизыми глинами. По данным литологического анализа проведенного Е. В. Шумиловой (рис. 3, рис. 4) по всему разрезу Вороновского обнажения, для описываемой толщи песков характерны следующие минералы: сиде-

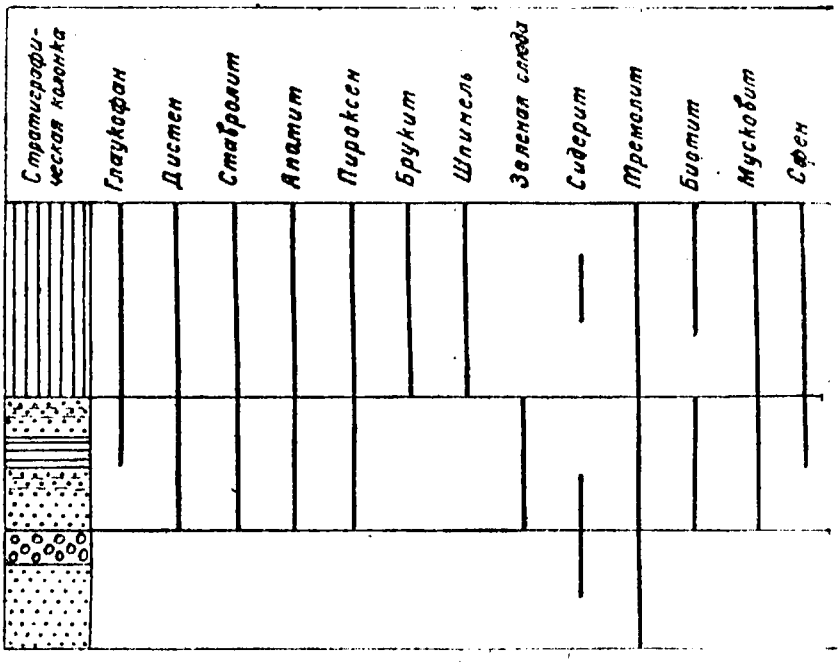


Рис. 3

рит, эпидот, рутил, гранат, тремолит, зеленая роговая обманка и гр. рудных минералов. В общем, минералогический состав третичных отложений по сравнению с вышележащими четвертичными отложениями характеризуется более бедной минеральной ассоциацией и явными следами химического выветривания.

Из толщи песков П. А. Никитиным определены сильно истертые фрагменты *Juglans cinerea*, фрагменты семени *Liriodendron* sp., *Teucrium Tatianae* P.A.N. и плохо сохранившиеся семена *Ulmus* sp.

По взаимоотношению толщи песков с нижележащими глинами можно судить о их более позднем возрасте. Последний нами условно относится к среднему плиоцену.

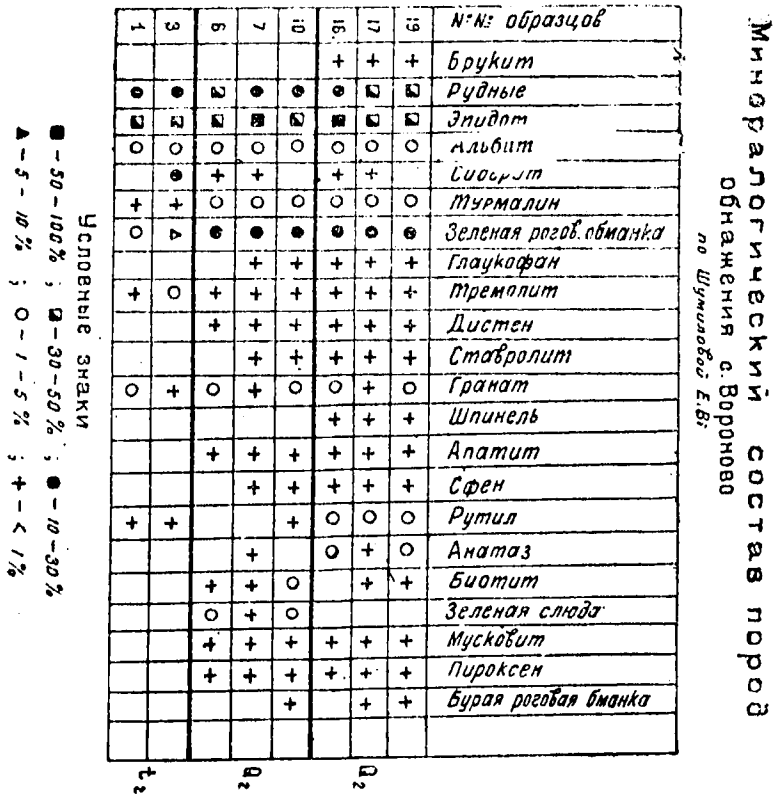


Рис. 4

2. Четвертичные отложения

Четвертичные отложения, залегающие на размытой поверхности третичных осадков, начинаются базальным галечником. Последний пользуется широким развитием на границе третичной и четвертичной системы как в исследуемом нами районе, так и соседних с ним районах (4).

Горизонт галечника общей мощностью около 30 *см*, сложен хорошо окатанной галькой небольшого размера: 7—5 *см*. В составе галечника преобладает галька кремней, кварца, кварцито

и значительно реже наблюдается галька кислых и основных изверженных пород. В галечнике встречаются сидериты, бурые железняки, а также глинистые окатыши, отвечающие составу нижележащих третичных отложений.

По стратиграфическому положению возраст галечника устанавливается как нижнечетвертичный — Q_1^1.

На галечнике лежит свита полого-косослоистых в нижней части песков, общей мощностью около 7 *м*. Пески среднезернисты, кварц полевошпатового и реже кварцевого состава, обычно, светлых, сероватых и реже желтоватых оттенков. Выше они сменяются более мелко- и тонкозернистыми разностями с правильной горизонтальной или слабо волнистой слоистостью и переслаиваются с коричневатыми и голубоватыми глинами. В песках встречается фауна пресноводных моллюсков. Среди последних преобладают виды: *Pisidium и Valvata.*

Толща песков совершенно согласно и постепенно переходит в довольно выдержанный горизонт глин, общей мощностью около 5 *м*. Глины сложены довольно плотными и пластичными разностями светлоголубоватых или синеватых оттенков. Иногда они слабо слоисты, с погребенными торфяниками и гумусированными горизонтами.

В верхней части, глины переслаиваются с зеленовато-серыми глинистыми супесями.

Из погребенных торфяников П. А. Никитиным определены следующие формы растений: *Bryales, Carex* cf. *gracilis* Curt. *Carex* cf. *caespitosa L., Carex* sp. 3, *Ranunculus reptans L., Potentilla* (?) sp., *Hippuris vulgaris L., Insecta* (*Coleoptera* etc.)

На основании перечисленных форм П. А. Никитиным устанавливается среднечетвертичный возраст этих отложений.

Описываемый горизонт голубовато-синих глин, как и вышележащая свита, пользуется широким развитием как в исследуемом районе, так и за его пределами в отложениях юго-восточной части Обь Иртышского междуречья. Этот горизонт может быть сопоставлен с нижней свитой среднечетвертичных отложений Обь-Чумышской впадины, установленной М. П. Нагорским (2) и также горизонтом (*C*) — возраста Q^1_2 Степного Плато П. А. Православлева (5).

Нижележащая свита песков, составляющая с глинами единый ритм осадконакопления и имеющая одинаковый минералогический состав с лежащими выше осадками (рис. 4, рис. 3) относится нами к самым нижним горизонтам среднечетвертичных отложений Q_2^{1-1}.

Следующим стратиграфическим горизонтом, залегающим со

следами размыва на нижележащих отложениях являются супеси, общей мощностью около 5 *м*.

Горизонт сложен тонкослоистыми желтовато палевыми супесями с прослоями коричневых глин и сероватых или желтоватых мелко- и тонкозернистых песков. Количество последних увеличивается в нижних горизонтах, где также наблюдается более отчетливая слоистость, обусловленная чередованием слоев супесей, песков и глин. В свою очередь, в каждом отдельном слое проявляется более мелкая слоистость, имеющая неправильный, часто переметный или спутанный характер. Последний тип слоистости является характерным для супесей. В основании горизонта залегает прослой серых песков с неправильной крупной волнистой слоистостью. В верхней части толщи заметно увеличивается количество и мощность прослоев коричневатых глин, которыми и заканчиваются эти отложения.

Минералогический состав горизонта супесей, а также нижележащей толщи четвертичных отложений, характеризуется большим разнообразием. Здесь появляются пироксен, сфен, рутил, апатит, ставролит, дистен, граукофан, группа слюд и другие минералы, что резко отличает отложения квартера от нижележащих третичных отложений.

Этот горизонт среднечетвертичных отложений сопоставляется нами с титановым горизонтом одноименных отложений Обь-Чумышской впадины (2) и горизонтом (В) П. В. Православлева (5), имеющим возраст Q_2^2.

Разрез четвертичных отложений венчается желтоватыми, желтовато-коричневатыми, желтовато-палевыми, часто, лёссовидными суглинками, мощностью около 25 *м*.

Суглинки разделяются погребенной почвой на два горизонта. Нижний горизонт общей мощностью около 12 *м* залегает на неровной поверхности нижележащих отложений. Он сложен желтовато-буроватыми, довольно плотными, часто пылеватыми суглинками или суглино-супесями с неясной столбчатой отдельностью. В нижней части суглинков наблюдается довольно отчетливая, но чаще неясная и расплывчатая слоистость, а также тонкие прослои коричневатых глин.

Верхний горизонт суглинков, мощностью около 13 *м*, залегая на погребенной почве, иногда подстилается тонким прослоем 2—5 *см* мощности желтоватых тонкозернистых песков. Этот горизонт сложен желтоватыми, желтовато-палевыми, пористыми, пылеватыми и часто лёссовидного сложения суглинками с известковыми журавчиками и хорошо выраженной столбчатой отдельностью. Карбонатность и наличие известковых конкреций является характерным признаком этих отложений.

Для минеральной ассоциации свиты суглинков характерно отсутствие зеленой слюды и появление новых минералов. Здесь, среди других встречающихся минералов, приведенных при характеристике нижележащих четвертичных отложений, появляются брукит, шпинель и апатит.

Из горизонта погребенной почвы средней части толщи суглинков П. А. Никитиным определены фрагменты флоры с яркими следами субаэральных и почвообразовательных процессов времени Q_{2-3}. Здесь отмечаются остатки *Fungi*, фюзенизированные хвоинки *Picea* sp, фрагменты орешка *Carex* sp., обилие раковинок наземных улиток и косточки позвоночных, часть из которых, видимо, принадлежит *Rodentia*.

Описываемая свита стратиграфически соответствует горизонту (А), имеющему возраст Q_2^3 в схеме П. В. Православлева (5) для приобья Кулундинской степи. Она также может быть сопоставлена с двумя горизонтами соответствующей свиты среднечетвертичных отложений Обь-Чумышской впадины М. П. Нагорского (2).

Заключение

Геологические исследования проведенные летом 1946 года по левобережью реки Оби от г. Новосибирска до села Вороново, позволили среди осадков кайнозоя выделить отложения третичной и четвертичной системы.

Третичные отложения района исследований представлены палеонтологически охарактеризованным нижним плиоценом с впервые встреченными in situ плодами *Juglans cinerea L. fossilis Bronn.* и семенами *Magnolia* sp.

Четвертичные отложения района представлены палеонтологически доказанным средним квартером.

Осадки среднего квартера разделяются на несколько литологических горизонтов:

а) серые слоистые пески Q_2^{1-1} ;

в) голубовато-синие глины Q_2^1;

с) супеси с песками и глинами Q_2^2;

d) суглино-супеси и лёссовидные суглинки Q_2^3—(Q_3 ?).

Детальные и всесторонние исследования богатого палеонтологического и литологического материала, собранного в 1947 г. по отдельным горизонтам третичных и четвертичных отложений, позволят считать разрез последних одним из опорных разрезов Западной Сибири.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Высоцкий И. К.—Очерк третичных и послечетвертичных образований Западной Сибири. Геологические исследования и разведочные работы по линии Сиб. жел дор. 5, 1896 г.

2. Нагорский М. П.—Материалы по геологии и стратиграфии рыхлых отложений кайнозоя Обь-Чумышской впадины. Материалы по геологии Зап. Сибири № 3, 1941 г.

3. Нагорский М. П.—Основные этапы четвертичной истории юго-восточной части Зап. Сиб. низменности. Вестник Зап. Сиб. Геолог. Управления, 1941 г., в 3.

4. Неуструев С. Е.—К вопросу об изучении послечетвертичных отложений Сибири. Почвоведение, 1925 г., № 3.

5. Православлев П. А.—Приобье Кулундинской степи. Материалы по геологии Зап. Сиб. Края. 1934 г., вып. 6.

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
1948 УНИВЕРСИТЕТА имени В. В. КУЙБЫШЕВА № 11

НОВЫЕ ФОРМЫ РЫБ ИЗ АЛАКУЛЬСКИХ ОЗЕР

Канд. биол. наук Н. Г. НЕКРАШЕВИЧ

В последней сводке Л. С. Берга (1932—33) для бассейна Алакульских озер было зарегистрировано 5 видов рыб: Schizothorax argentatus Kessl., Dipthychus dybowskii Kessl., Nemachilus strauchi Kessl., N. labiatus Kessl. и Perca schrenki Kessl. Все эти виды описаны Кесслером (1874) по небольшим коллекциям из бассейнов Балхаша и Алакуля. О нахождении их в Алакуле сообщали Петерс (Peters, (1877) и Финш (1879), но описания этих рыб они не дали.

При посещении Алакульских озер в 1940 и 1945 гг. я собрал значительные коллекции рыб: 50 экз. маринок из Алакуля, 123 сазана (из них 50 экз. молоди) из Сасык-куля и Кашкар-куля, 46 губачей из Алакуля и 72 окуня Шренка из Сасык-куля. После биометрической обработки этих сборов и сопоставления ее результатов с диагнозами, данными Кесслером и впоследствии Бергом маринке, губачу и окуню, я пришел к выводу о необходимости выделения названных рыб в особые формы. Сазан акклиматизировался в этих озерах с 1932—33 гг.

Schizothorax victorianus sp. nov.

Алакульская маринка

Описание. D III—IV 5—8 1/2[1]), A II—III 5—6, P I 14—19, V II 8—10, l.l.(86)91 $\frac{19—31}{13—27}$ 105 (109). В D из 42 случаев при III твердых лучах 5 ветвистых были в 1 случае, 6 1/2 в 1, 7 в 5, 7 1/2 в 33, 8 1/2 в 4; IV твердых луча и 7 разветвленных в 2 случаях. В A II 6 в 1, III 5 в 1 и III 5 1/2 в 42 случаях. В P у 31 экз. 17—19 ветвистых лучей, у 1—16, у 3 по 15 и у 1—14. В V при II не-

[1]) 8 1/2 означает, что в плавнике последний, т. е. 8 й ветвистый луч раздвоенный.

ветвистых у 10 экз. по 8 ветвистых, у 33 по 9 и у одного 10 ветвистых лучей. Число чешуй в l.l. составляет такой ряд:

85	91	97	103	109	115	
3	23	18	3	1		M = 96 — 97

Нижняя челюсть без режущего покрова, на ней сверху посредине есть заметный бугорок. Чешуя в 9 случаях из 43 образует между l.l. и основанием шипа D 25 и более продольных рядов. Усики короткие: передние не доходят до вертикали переднего края глаза, простираясь до середины носового отверстия, иногда заходя за него, а задние—до вертикали середины глаза, чаще за нее и редко за вертикаль заднего края глаза. Нижняя губа посредине не прервана. Голова несжатая. Рыло скорее долотовидное, чем коническое. Длина головы более длины хвостового стебля в 1,1—1, 2 раза, в длине тела [1]) 3,9--5,0 раз. Верхушка А заходит за половину хвостового стебля. Наименьшая высота тела в длине хвостового стебля 2,1—2,3 раза.

От Sch. argentatus отличается по числу неветвистых лучей в V, формуле D (и отчасти А), l.l., а также по различию пластических признаков, особенно наименьшей высотой тела. Отличается быстрым темпом роста: средние размеры: Т 4 + 1[1]) — 320 *мм*, вес 502 *г*; 5 + 360 *мм*, 586 *г*; 6 + 390 *мм*, 883 *г*; 7 + 420 *мм*, 1125 *г* и 8 + 470 *мм*, 1200 *г*.

Распространена по всем озерам группы; нерестует не ежегодно; образует в Алакуле яровую и озимую сезонные расы (Infraspecies periodica).

Мною найдены формы алакульской маринки, отклоняющиеся от описанной.

1. Мелкочешуйная маринка — Schizothorax victorianus var. microsquamosus nov. Описана по 2 экземплярам из Алакуля; март 1945 г. Экз. № 22: l—320 *мм*, вес 390 *г*, ♂ III, Т4. D III 7 1/2, A III 5 1/2, P 1 17, V II 9, l.l. $\frac{31}{24}$ - 100. Экз. № 32: l—385 *мм*, вес 795 *г*, ♂ II, Т 6, D III 7, A III 5 1/2, P 1 18, V II 9, l.l. $\frac{23}{23}$ - 114. У обоих экземпляров отношения пластических признаков не выходят за пределы колебаний у вида. Отличаются мелкой чешуей.

2. Крупночешуйная маринка--Schizothorax victorianus var. macrosquamosus nov. Оз. Алакуль, март 1945 г., 1 экз.; l—447 *мм*, вес 1250 *г*, ♀ III, Т 6, D III 7 1/2, A III 5 1/2, P 1 17,

[1]) Во всех случаях принимается l — длина тела без С.

V II 9, l.l. $\frac{19}{21}$ 86. Отношения пластических признаков в пределах нормальных колебаний данного вида. По наружному виду заметно отличается от типичной формы крупной чешуей; имеет повышенный темп роста.

3. Карпочешуйная маринка—Schizothorax victorianus var. cyprinosquamosus nov. Оз. Алакуль, август 1940 г., 1 экз. l—427 *мм*, вес 1200 *г*. D III 7, A III 5, P I 17, V II 8, l.l. $\frac{10}{7}$ 57.

Чешуя крупная, неправильной формы, разного размера, в беспорядке разбросана по всему телу; на спинной стороне более мелкая и более крупная вдоль и ниже l.l., последняя извилиста.

4. Золотистая маринка—Schizothorax victorianus aberr. aurata nov. Рч. Урджар в 1 *км* от устья, сентябрь 1945 г., 1 экз. l-480 *мм*, вес 1400 *г*, ♀ IV. D III 7 1/2, A II 5, P I 16, V II 9, l.l. $\frac{26}{18}$ 108.

Все признаки в пределах нормальных колебаний. Окраска же совершенно оригинальная—желто-золотистая: по бокам тела по 5—6 крупных темнобурых пятен неправильной формы; концы плавников темные, с красноватым оттенком.

5. Мопсовидная маринка—Schizothorax victorianus monstr. mosuosis nov. Оз. Сасык-куль, у пос. Сагат, август 1940., 1 экз. l—378 *мм*. Длина головы в l 18,5 %, т. е. относительно короче крайней левой варианты. Этот экземпляр отличается от типичной Sch. victorianus лишь строением головы с мопсовидным рылом.

Nemachilus ruzskyi sp. nov.

Озерный губач

Кесслер, 1874; Peters, 1877; Kessler, 1879; Никольский, 1887; Герценштейн, 1888; Берг, 1905 и 1933.

Описание. D (II)III 7 1/2—9, A II—III 5—6, P I 12—14, V I—II 7—8, l.l.(86) 98—117.

Формула D варьирует: III 7 1/2 в 5 случаях, III 8 в 19, III 81/2 в 14, III 9 в 7 и II 9 в 1. Формула A: II 5 в 2, II 6 в 2, III 5 в 12, III 5 1/2 в 12, III 6 в 18 случаях. Формула P: I 12 в 12, I 13 в 25 и I 14 в 9 случаях. Формула V: I 7 в 4, I 8 в 4, II 7 в 3 и II 8 в 35 случаях. Число позвонков 38—42, среднее 39—40. Жаберных тычинок на I дуге 13—18, среднее 14—15. На последней жаберной дуге вместо глоточных зубов 12—14 коротких жаберных тычинок. Толщина хвостового стебля меньше наименьшей высоты тела; хвостовой стебель длиннее головы и редко равен ей; наименьшая

высота тела в длине хвостового стебля 3—5 раз, высота D не бо лее наибольшей высоты тела у самцов, а у самок бывает равна к редко (3 из 22 случ.) больше; наибольшая высота тела в его длине 5—7, а наименьшая 13,9—19,6 раз; P длиннее или (реже) короче V, последний короче V—A. Хвостовой плавник со слабой выемкой, в 1 случае из 46 усеченный. У самцов P сильно утолщен.

От N. strauchi и его зайсанского и исыкульского (Меньшиков, 1937) подвидов N. ruzskyi существенно отличается: числом ветвистых лучей в P (M diff. 3,0—4,5); длиной головы (3,1—12,0) наибольшей высотой тела (4,8—8 2), наименьшей высотой тела (4,8—9,0), длиной хвостового стебля (до 7,0), антедорсальным расстоянием (3,1—3,5), постдорсальным расстоянием (7,3 · 8,0) высотой D (2,1—11,8), длиной основания D (3,45), шириной лба (6,7—15,6), наименьшей высотой тела в процентах длины хвостового стебля (3,7—10,4) и толщиной хвостового стебля в процентах наименьшей высоты тела (M diff. 15,7—18.5). По меристическим признакам существенно отличается от N.strauchi формулами D и V и наличием в V двух неветвистых лучей (чего не встречается ни у N. strauchi, ни у N. labiatus). Озерный губач в Алакуле круглый год держится в предустьевых зонах и устьях речек. Отличается крупными рамерами (до 290 *мм* и 200 *г* при T 5), высокоспинностью и довольно быстрым темпом роста.

Perca schrenki var. smirnovi nov.

Джунгарский окунь

Кесслер, 1874; Peters, 1877; Finsch, 1879; Берг, 1905 и 1933; Никольский, 1940.

Описание. D XII—XIV, I—III 10—14, A I—II 6—10, P I—II 10 I—II, V 15, I.I. (42) $43-\frac{5-9}{12-17}-55$. Число позвонков 34—40, среднее 37, тычинок на нижней половине первой жаберной дуги 20—27, среднее 23; тычинок на обеих половинах жаберной дуги 27—33, среднее 30. В грудном плавнике неветвистые лучи наблюдаются и с нижнего края (у 11 экз. 1 и у 52 экз. 2 луча), что, как и наличие (в 4 случаях) двух неразветвленных лучей в верхней части плавника, не отмечается для P. schrenki в литературе. В D и V последние ветвистые лучи бывают раздвоены (считались за один).

В процентах l: длина головы 32,8—39,3, среднее 36,1; наибольшая высота тела 25,6—32,8, среднее 29,2; длина хвостового стебля 15,6—22,3, среднее 18,9; длина P 15,6—22,1, среднее 18,8; длина основания 1 D 25,4—34,7, среднее 19,8; тоже II D

12,3—19,5, среднее 17,2; наибольшая высота I D 10,9—15,8, среднее 13,0, тоже II D 10,1—13,5, среднее 12,6; высота головы в ее длине 42,1—54,0, среднее 48,8.

У описанного окуня меристические признаки имеют более широкие колебания, чем у типичного P. schrenki. От последнего отличается двумя из четырех сравниваемых пластических признаков: более длинной головой и ее меньшей высотой, большей длиной хвостового стабля и основания II D и высотой I D. Отличается двумя из 4 сравниваемых признаков: большой длиной головы и более кортким хвостовым стеблем от P. schrenki из р. Или, которой также отличается от типичного P. schrenki Кесслера и может быть выделен в особую форму Perca schrenki var. jevtjuchovi nov., в отличие от P. schenki schrenki из Балхаша.

Джунгарский окунь образует биологическую расу, характеризующуюся угнетенным ростом, которую я именую Perca schreki var. smirnovi m. pygmea nov. Особи этой расы наблюдались в массе в предустье и устье р.Урджар. Морфолого-системматические признаки их не выходят за пределы колебаний у типичного P. schrenki var. smirnovi.

Описание названных форм заставляет нас по новому подойти к вопросу истории ихтиофауны Балхаш—Алакульской впадины, ихтиогеографическому районированию и вопросам рыбного хозяйства в исследованном районе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берг Л. С.—Рыбы Туркестана. Изв. Турк. отд. Русск. геогр. общ. т. IV, 1905.

2. Берг Л. С.—Об экземпляре кумжи странной окраски. Ежег. Зоол. муз. Ак. Наук, т. XIII, 1908.

3. Берг. Л. С.—Рыбы пресных вод СССР и определьных стран; ч 1, 1932, ч. II, 1933.

4. Берг Л. С.—Яровые и озимые расы у проходных рыб. Изв. Ак. Наук СССР, 1934.

5 Домрачев П. Ф.—Отчет о работах Балхашской научно-промысловой экспедиции в 1929 г. Изв. Ленингр. н.— исслед. ихт. инст., т. XI, в. 1, 1930.

6. Дрягин П. А.—Рыбы р. Чу и рыбное хозяйство этой реки. Тр. Кирг. компл. эксп. АН СССР, т. II, в. 1, 1936.

7. Кесслер К. Ф.—Ихтиологическая фауна Туркестана. Изв. Общ. люб.. естеств., т. X, 1872.

8. Кесслер К. Ф.—Путешествие А. П. Федченко в Туркестан. Рыбы. Изв. Общ. люб. ест., т. XI в. 3. 1874.

9. Меньшиков М. И.—Новые данные по распространению рыб в бассейне Иртыша. Докл. АН СССР, т. XVII, № 8, 1937.

10. Некрашевич Н. Г.—Балхашский сазан в оз. Чаны. Тр. Зап.-Сиб.. отд. ВНИОРХ, т. 1, 1934.

11. Некрашевич Н. Г.—Рыбы Алакульских озер. Томский Госуниверситет, 1946.

12. Никольский А. М.—Об ихтиологической фауне балхашского бассейна. Тр. СПБ Общ. естествоисп., т. XVI, 1885.
13. Никольский Г. В.—Рыбы равнинного течения р. Или Бюлл. Моск. Общ. исп. прир., Отд. биолог., т. 59, в. 3—4 и 5—6, 1940.
14. Семенов-Тян Шанский А. П.—Таксономические границы вида и его подразделений. Зап. АН, т. XXI, № 1, 1910.
15. Тюрин П. В.—Материалы к познанию биологии окуня оз. Чавы. ДАН СССР, 1,2—3, 1935.
16. Финш О. и Брэм А.—Путешествие в Западную Сибирь. Москва; 1882.
17. Finsch O. Dr.—Reise nach West Sibirien im Jahre 1876. Verhandlungen der zool.-bot. Geselschaft. Wien, 1879.
18. Kessler K.—Beiträge zur Ichtyologie von Central-Asien. Mel. biol., X, p. 233, 1879.
19. Peters W.—Uebersicht über die wahreend der sibirischen Expedition von O. Finsch gesammelten Seugethiere, Amphibien und Fische. Monatsber. der K. Akad. der Wissensch. Berlin, 1877.
20. Schrenk A. L.—Berichte über eine im J. 1840 ... Reise. Beiträge zur kenntnisse Rus. Reich. VII, 4, 1845.
21. Svetovidov A. N.—Über den europaischen und ostasiatischen Karpfen (Cyprinus carpio). Zool. Anz., CIV, 9—10, 1933.

Кафедра ихтиологии
и гидробиологии ТГУ

Институт зоологии
Академии Наук Каз. ССР

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
1948 УНИВЕРСИТЕТА имени В. В. КУЙБЫШЕВА № 11

СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ CALLANDREAU И HALPHEN'A ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ВЕКОВЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА НА ПРИМЕРЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ ВОЗМУЩЕНИЙ ПЛАНЕТЫ (13) EGERIA ОТ ЮПИТЕРА

Доц. А. А. СИВКОВ

Настоящая работа имеет целью ознакомить широкие круги специалистов небесной механики с преимуществами блестящего по своему изяществу и практической простоте метода Halphen'a вычисления вековых возмущений малых планет, возрожденного трудом покойного профессора Томского государственного университета доктора физико-математических наук Н. Н. Горячева.

Способ Halphen'a, в том виде, в котором он был предложен самим Halphen'ом, содержит ряд ошибок и применение его к вычислительному процессу „в чистом виде" приводит к неверным результатам. В труде „Способ Halphen'a для вычисления вековых возмущений планет и применение его к Церере" проф. Н. Н. Горячев дал анализ ошибок Halphen'a, внес соответствующие исправления и дал удобный аппарат рабочих формул, допускающих широкое применение вычислительных машин.

Проделанную мною работу можно разделить на две части: первая включает вычисление вековых возмущений планеты (13) Egeria от Юпитера по методу Halphen'a, во вторую входит решение той же задачи по методу Callandreau. После этого дается сопоставление обоих методов в смысле их точности и простоты выполнения.

Обращаюсь к первой части работы—методу Halphen'a.

В основе этого метода лежит идея великого Гаусса о притяжении эллиптическим материальным кольцом внешней точки. Гаусс массу возмутителя мыслит не как сконцентрированной в одной точке орбиты, а распределенной по всей эллиптической орбите, причем плотность в каждом элементе орбиты пропорциональна времени, которое необходимо для прохождения возмутителем этого элемента; иначе говоря, плотность вещества в кольце пропорциональна площади сектора с вершиной в фокусе эллиптического кольца и основанием—элементом этого кольца.

Поместим начало координат в центр инерции возмущаемой планеты. Расположение осей оставляем пока произвольным. Обозначим через $(x_0; y_0; z_0)$ координаты фокуса эллиптического кольца, через $(x; y; z)$ координаты любой точки кольца, через $(x+dx; y+dy; z+dz)$ координаты точки кольца близкой к точке $(x; y; z)$ и через h обозначим расстояние от притягиваемой планеты до плоскости кольца; тогда объем тетраэдра, составленного из четырех вышеупомянутых точек, будет:

$$(1)\quad \pm V = \frac{1}{6}\begin{vmatrix} x_0 & y_0 & z_0 & 1 \\ x & y & z & 1 \\ dx & dy & dz & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = \frac{1}{6}[x_0(ydz - zdy) + y_0(zdx - xdz) + z_0(xdy - ydx)].$$

С другой стороны, обозначая $d\sigma$ площадь основания тетраэдра (приняв за его вершину—начало координат), т. е. площадь сектора с вершиной в фокусе $(x_0; y_0; z_0)$ и основанием бесконечномалой дугой кольца, можем выразить тот же объем V следующим образом:

$$V = \frac{1}{3}\, d\sigma \cdot h$$

и отсюда:

$$(2)\quad d\sigma = \frac{1}{2h}[x_0(ydz - zdy) + y_0(zdx - xdz) + z_0(xdy - ydx)].$$

После этого обозначая, через $\rho^2 = x^2 + y^2 + z^2$—квадрат расстояния элемента кольца от начала координат, легко находим проекции силы притяжения эллиптическим кольцом возмущаемого тела в виде интегралов по всему эллиптическому кольцу:

$$(3)\begin{cases} \Phi_x = \frac{1}{h}\left\{\int \frac{1}{2}\frac{x}{\rho^3}(ydz - zdy)x_0 + \int \frac{1}{2}\frac{x}{\rho^3}(zdx - xdz)y_0 + \right. \\ \qquad \left. + \int \frac{1}{2}\frac{x}{\rho^3}(xdy - ydx)z_0\right\} \\ \Phi_y = \frac{1}{h}\left\{\int \frac{1}{2}\frac{y}{\rho^3}(ydz - zdy)x_0 + \int \frac{1}{2}\frac{y}{\rho^3}(zdx - xdz)y_0 + \right. \\ \qquad \left. + \int \frac{1}{2}\frac{y}{\rho^3}(xdy - ydx)z_0\right\} \\ \Phi_z = \frac{1}{h}\left\{\int \frac{1}{2}\frac{z}{\rho^3}(ydz - zdy)x_0 + \int \frac{1}{2}\frac{z}{\rho^3}(zdx - xdz)y_0 + \right. \\ \qquad \left. + \int \frac{1}{2}\frac{z}{\rho^3}(xdy - ydx)z_0\right\}. \end{cases}$$

Не останавливаясь на выводе формул, к которым приводит интегрирование Halphen'ом этих уравнений, с исчерпывающей полнотой исследованных в указанном выше труде профессора Горячева, привожу лишь сводку формул, необходимых для решения поставленной задачи по методу Halphen'а. Из решения сферического треугольника k_1; k_2; k_3 находим наклон плоскостей орбит друг к другу $\ldots I$, а также расстояния Ψ и Φ от общей точки k_3 орбит до узлов k_2 и k_1. После этого находим долготу восходящего узла Ω возмущаемой орбиты по отношению возмущающей и расстояние π перигелия возмущаемой орбиты от этого узла. После этого на орбите возмущаемой планеты берется, например, 12 (можно 8 или 16) ее положений через равный интервал эксцентрической аномалии ε в 30° (т. е. $\varepsilon = 0$; $\varepsilon = 30$; .... $\varepsilon = 330°$) и для каждого положения вычисляются радиус вектор и истинная аномалия ω по формулам:

$$\sqrt{r}\ \mathrm{Sin}\ \frac{\omega}{2} = \sqrt{2a}\ \mathrm{Sin}\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right) \mathrm{Sin}\ \frac{\varepsilon}{2}.$$

$$\sqrt{r}\ \mathrm{Cos}\ \frac{\omega}{2} = \sqrt{2a}\ \mathrm{Cos}\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right) \mathrm{Cos}\ \frac{\varepsilon}{2}.$$

Затем для указанных 12 положений возмущаемой планеты вычисляются прямоугольные гелиоцентрические координаты по формулам:

$$x = r\ [\mathrm{Cos}\ \Omega\ \mathrm{Cos}\ (\pi + \omega) - \mathrm{Sin}\ \Omega\ \mathrm{Sin}\ (\pi + \omega)\ \mathrm{Cos}\ I]$$
$$y = r\ [\mathrm{Sin}\ \Omega\ \mathrm{Cos}\ (\pi + \omega) + \mathrm{Cos}\ \Omega\ \mathrm{Sin}\ (\pi + \omega)\ \mathrm{Cos}\ I]$$
$$z = r\ \mathrm{Sin}\ (\pi + \omega)\ \mathrm{Sin}\ I.$$

Попутно находятся направляющие косинусы радиуса вектора с осями координат:

$$\mathrm{Cos}\ \alpha = \frac{x}{r};\ \mathrm{Cos}\ \beta = \frac{y}{r};\ \mathrm{Cos}\ \gamma = \frac{z}{r}.$$

Затем отыскиваются направляющие косинусы прямой перпендикулярной к радиусу вектору в сторону движения возмущаемой планеты и лежащей в плоскости ее орбиты, для чего заменяют в выражениях $\mathrm{Cos}\ \alpha$; $\mathrm{Cos}\ \beta$ и $\mathrm{Cos}\ \gamma$ ω через $\omega + 90°$. Обозначим указанные косинусы через $\mathrm{Cos}\ \alpha'$; $\mathrm{Cos}\ \beta'$; $\mathrm{Cos}\ \gamma'$.

Наконец, отыскиваются направляющие косинусы перпендикуляра к плоскости возмущаемой орбиты направляемого к северу, по формулам:

$$\mathrm{Cos}\ \alpha'' = +\mathrm{Sin}\ \Omega\ \mathrm{Sin}\ I;\ \mathrm{Cos}\ \beta'' = -\mathrm{Cos}\ \Omega\ \mathrm{Sin}\ I;\ \mathrm{Cos}\ \gamma'' = +\mathrm{Cos}\ I.$$

После этого находятся:

$$\alpha = x + ae;\ \beta = y;\ \gamma = z.$$

Затем находятся k_1; k_2; k_3

После этого отыскиваются инварианты g_2 и g_3 по формулам:

$$g_2 = \frac{4}{3}(k_1^2 - 3k_2); g_3 = \frac{4}{27}(2k_1^3 - 9k_1k_2 + 27k_3)$$

Далее находятся $\xi = 1 - \frac{1}{I} = 27 g_3^2 : g_2^3$ и тогда по аргументу ξ из таблиц выписываются функции $\Psi(\xi)$ и $\Psi'(\xi)$ и вычисляются множители:

$$A = \frac{\sqrt{2}}{\pi g_2^4 \sqrt[4]{g_2}} 144\, g_3\, \Psi'(\xi) \text{ и } B = \frac{\sqrt{2}}{\pi g_2^4 \sqrt[4]{g_2}} \Psi(\xi)$$

Затем находятся коэффициенты a_{11} a_{22}.....;a_{11}'; a_{22}'...и составляются символы $A_{ik} = a_{ik}\ A + a'_{ik}\Psi\ B\ (i, k, = 1, 2, 3)$, а по ним находятся силы притяжения на оси x; y; z.

$$P_x = 2fm'\ (A_{11}\ x_0 + A_{12}\ y_0 + A_{13}\ z_0)$$
$$P_y = 2fm'\ (A_{21}\ x_0 + A_{22}\ y_0 + A_{23}\ z_0)$$
$$P_z = 2fm'\ (A_{31}\ x_0 + A_{32}\ y_0 + A_{33}\ z_0), \qquad \text{где}$$

$x_0 = -x$; $y_0 = -y$; $z_0 = -z$ — гелиоцентрические координаты возмущаемой планеты.

И, наконец вычисляются проекции возмущающей силы на направления Hansen'a S; T; W по формулам:

$$S = P_x \operatorname{Cos}\alpha + P_y \operatorname{Cos}\beta + P_z \operatorname{Cos}\gamma$$
$$T = P_x \operatorname{Cos}\alpha' + P_y \operatorname{Cos}\beta' + P_z \operatorname{Cos}\gamma'$$
$$W = P_x \operatorname{Cos}\alpha'' + P_y \operatorname{Cos}\beta'' + P_z \operatorname{Cos}\gamma''$$

Вычисления, после того, как найдены x; y; z; $\operatorname{Cos}\alpha$, $\operatorname{Cos}\beta$; ..... $\operatorname{Cos}\gamma''$, ведутся целиком при помощи арифмометра, что сильно экономит время.

После того, как S; T и W найдены, по известным формулам небесной механики находятся возмущения (см. Tisserand Traite' de mècanigue cèleste $T.\ I$):

$$1)\quad \frac{da}{dt} = \frac{2m'}{1+m} \frac{na^2}{\sqrt{1-e^2}} \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (Ser \sin W + Tp)\, dv$$

$$2)\ \frac{de}{dt}=\frac{na\sqrt{1-e^2}}{1+m}\,m'\,\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}[Sr\ \mathrm{Sin}\ W+Tr\ (\mathrm{Cos}\varepsilon+\mathrm{Cos}\ W)]\,d\varepsilon$$

$$3)\qquad \frac{di}{dt}=\frac{m'n}{1+m}\,\frac{1}{\sqrt{1-e^2}}\,\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}Wr^2\ \mathrm{Cos}\ v\,d\varepsilon$$

$$4)\qquad \mathrm{Sin}\,i\,\frac{d\Theta}{dt}=\frac{m'n}{1+m}\,\frac{1}{\sqrt{1-e^2}}\,\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}Wr^2\ \mathrm{Sin}\ v\,d\varepsilon$$

$$5)\ \ e\,\frac{d\pi}{dt}=2e\,\mathrm{Sin}^2\,\frac{i}{2}\,\frac{d\Theta}{dt}+\frac{m'na\sqrt{1-e^2}}{1+m}\,\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}[-Sr\,\mathrm{Cos}\,w+$$

$$+T\left(1+\frac{r}{p}\right)r\,\mathrm{Sin}W]\,d\varepsilon$$

$$6)\ \ \frac{dL}{dt}=\frac{e^2}{1+\sqrt{1-e^2}}\,\frac{d\pi}{dt}+2\sqrt{1-e^2}\,\mathrm{Sin}^2\,\frac{i}{2}\,\frac{d\Theta}{dt}-$$

$$-2\,\frac{nm'}{1+m}\,\frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi 2}Sr^2\,d\varepsilon$$

Для малых планет массу m в этих формулах можно полагать равной нулю.

Вышеприведенный аппарат формул мною был применен к вычислению вековых возмущений малой планеты (13) Egeria от Юпитера.

Из работ Samter'a мною были взяты следующие элементы малой планеты (13) Egeria (см. B. A. *I*. 1917):

Эпоха оскуляции и среднее равноденствие 1850 *I*an 0. 0. M. *Z*. Rerlin.

1. C=210°47'06".0 .... средняя аномалия в эпоху,
2. ω=76°57'55".6 .... угловое расстояние перигелия от узла,
3. Θ=43°11'37".6 .... долгота восходящего узла,
4. i=16°32'24".3 .... наклон плоскости орбиты Egeria к пл. эклиптики,
5. φ=4°59'48".7 .... эксцентрический угол,
6. *n*=857".9471 ..... среднее суточное движение,
7. *loga*=0.4110307 ... *lg* большой полуоси.

Из работ Hill'a мною были взяты следующие элементы планеты Юпитер (Bauschinger Tafeln); эпоха оскуляции и среднее равноденствие 1850 г.

1. $C' = 148°01'46''.68$
2. $\omega' = 272°58'28''.56$
3. $\Theta' = 98°55'58''.16$
4. $i' = 1°18'41''81$
5. $\varphi' = 2°45'56''.93$
6. $n' = 299''.12837656$
7. $lga' = 0.71623737$

Названия этих элементов те же, что и для соответсвующих элементов Egeria.

8. $m' = \frac{1}{1047}$ . . масса Юпитера в частях массы Солнца.

Результаты вычислений привожу в такой последовательности:

E	lg r	W
0°	0.3714532	0° 00′ 00″. 00
30°	0.3769696	32° 35′ 51″. 90
60°	0.3916924	64° 25′ 28″. 36
90°	0.4110306	94° 59′ 48″. 72
120	0.4295440	124° 14′ 08″. 78
150	0.4426136	152° 24′ 31″. 08
180	0.4473006	180° 00′ 00″. 00
210	0.4426136	207° 35′ 28″. 92
240	0.4295440	235° 45′ 51″. 22
270	0.4110306	265° 00′ 11″. 28
300	0.3916924	295° 34′ 31″. 64
330	0.3769696	327° 24′ 08″. 10

E	lg A	lg B
0°	$\bar{9}.9642872_n$	$\bar{4}.3627904$
30°	$\bar{9}.9542487_n$	$\bar{4}.3598129$
60°	$\bar{9}.9935117_n$	$\bar{4}.3763525$
90°	$\bar{8}.0463262_n$	$\bar{4}.3965389$
120°	$\bar{8}.0729241_n$	$\bar{4}.4038098$
150°	$\bar{8}.0678562_n$	$\bar{4}.3975292$
180°	$\bar{8}.0641966_n$	$\bar{4}.3927071$
210°	$\bar{8}.0916969_n$	$\bar{4}.4019645$
240°	$\bar{8}.1393697_n$	$\bar{4}.4212242$
270°	$\bar{8}.1577488_n$	$\bar{4}.4313018$
300°	$\bar{8}.1117144_n$	$\bar{4}.4172439$
330°	$\bar{8}.0282278_n$	4.3870006

E	$S.10^2$	$T.10^2$	$W.10^2$
0°	+ 0.34808156	— 0.02396788	— 0.44659443
30°	+ 0.37026466	+ 0.04403430	— 0.41535645
60°	+ 0.48059250	+ 0.06507083	— 0.28245455
90°	+ 0.58963639	+ 0.01550525	— 0.03883153
120°	+ 0.59608062	— 0.05956050	+ 0.26682073
150°	+ 0.50261055	— 0.08001945	+ 0.52030001
180°	+ 0.42192086	— 0.02365173	+ 0.64778644
210°	+ 0.44502310	+ 0.06178028	+ 0.63840759
240°	+ 0.56533075	+ 0.10059651	+ 0.47520005
270°	+ 0.65610284	+ 0.04210261	+ 0.16397415
300°	+ 0.59134718	— 0.05256361	— 0.16621550
330°	+ 0.44091786	— 0.07688591	— 0.37409242

И окончательно имеем вековые возмущения планеты (13) Egeria от Юпитера по способу Halphen'a:

	Возмущения в юлианский год	Возмущения при $\Delta E = 1$
1. $\delta\Theta$	— 41″.7120	— 27″.455
2. δi	— 0″.8123	— 0″.535
3. δe	— 0″.6298	— 0″.415
4. $\delta\pi$	+ 20″.6815	+ 13″.613
5. $\delta\gamma$	+ 22″.4075	+ 14″.749
6. δL	— 41″.8227	—
7. δC	— 62″.5042	— 41″.141
8. δa	+ 0″.*000*012	—

Теперь обращаюсь к решению той же задачи сметодом Callandreau.

Не останавливаясь на анализе всего аппарата формул этого метода, детально изложенного автором в мемуаре „Calcul des variations sêculaires des êlements des orbites", ниже привожу лишь рабочие формулы этого метода в последовательности выполняемых операций.

Взяв за элементы обоих планет уже использованные мною в первой части работы данные Samter'a и Hill'a я прежде всего нашел величины: p; q; ω; Θ и α по формулам:

1. $p = \frac{1}{3}(\gamma_0 - \gamma_2)$

2. $29\ \mathrm{Sin}\ \omega = p$

3. $(29\ \mathrm{Cos}\ \omega)^2 = \frac{1}{3}\ (\gamma_0 - \gamma_2)^2 - \frac{4}{3}\ (f^2 J^2 - \gamma_0 \gamma_2)$

4. $\frac{\Theta}{3} = \omega - 60^0 + \delta\omega$

5. $\alpha = \frac{1-\nu}{1+\nu}$, где $\nu = \sqrt{\frac{\mathrm{Cos}\left(60 + \frac{\Theta}{3}\right)}{\mathrm{Cos}\ \frac{\Theta}{3}}}$

При этом для метода механических квадратур, я пользовался восьмью точками возмущаемой орбиты с эксцентрическими аномалиями $E_0 = 0 \ldots . E_1 = 45^0 \ldots . E_7 = 315^0$.

По аргументу α из таблиц Callandreau находим величины: $\lg m^4 n^4 \chi(\Theta)$ и $\lg \frac{\Psi(\Theta)}{\chi(\Theta)}$ и вычисляем $W = p + q \frac{\Psi(\Theta)}{\chi(\Theta)}$

После этого находим величины: $F_0; I_0; F_1; I_1; F_2; I_2; F_3; I_3$ и получаем производные возмущающей функции $a \frac{d\Omega}{dv}$; $ar \frac{d\Omega}{dr}$ и $ar \frac{d\Omega}{Zd}$ по формулам:

1. $\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} a \frac{d\Omega}{dv}\, dg^1 = m^1 \alpha^2 \left(\frac{r}{a}\right)^2 \mathrm{Cos}^2 \varphi^1 q^{-\frac{7}{2}} \chi(\Theta) \left\{F_1 + I_1 W\right\}$;

2. $\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} ar \frac{d\Omega}{dr}\, dg^1 = m^1 \alpha^2 \left(\frac{r}{a}\right)^2 \mathrm{Cos}^2 \varphi^1 q^{-\frac{7}{7}} \chi(\Theta) \left\{F_2 + I_2 W\right\}$;

3. $\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} ar \frac{d\Omega}{dZ}\, dg^1 = m^1 \alpha^2 \left(\frac{r}{a}\right) \mathrm{Cos}^2 \varphi^1 q^{-\frac{7}{7}} \chi(\Theta) \left\{F_3 + I_3 W\right\} \mathrm{Sin} J.$

После этого получаем обычным путем (см. мемуар Callandreau „Calcul des variations . . . . “) разложения возмущений Hansen'a v; $n\delta z$ и $\frac{u}{\mathrm{Cos}\,i}$ по синусам и косинусам кратных углов E. При этом пользуемся формулами:

$$\frac{1}{4}u=\left[\frac{a}{r}\,\mathrm{Cos}\,\varphi+\frac{r}{a}\frac{1}{\mathrm{Cos}\,\varphi}\right]\frac{a}{4}\frac{d\Omega}{dv}+e\mathrm{Sin}E\frac{a}{r}\frac{1}{4}ar\frac{d\Omega}{dZ}$$

$$\frac{1}{4}v=\frac{1}{4}ar\frac{d\Omega}{dr}-\frac{e\,\mathrm{Sin}\,E}{\mathrm{Cos}\,\varphi}\frac{1}{4}a\frac{d\Omega}{dv};\quad\frac{1}{3}\frac{d\Xi}{dE}=-$$

$$-\frac{r}{\mathrm{Cos}\,\varphi}\frac{d\Omega}{dv}$$

$$2\,V_2-2\,U_1=Y\,\mathrm{Sin}\,E-\Psi\,\mathrm{Cos}\,\varphi\,\mathrm{Cos}\,E$$

$$2\,U_2+2\,V_1=Y\,\mathrm{Cos}\,E+\Psi\,\mathrm{Cos}\,\varphi\,\mathrm{sin}\,E$$

$$2\,v=\int(2\,V_2-2\,U_1)dE$$

$$n\delta z=\int\left[2\,U_2+2V_1-\left(\frac{1}{3}\,\Xi+2\int u dE\right)\right](1-e\,\mathrm{Cos}\,E)\,dE$$

$$\frac{u}{\mathrm{Cos}\,i}=-Z_1-e\left[\mathrm{Sin}\,E\int Z dE-\int\mathrm{Sin}\,E\,Z dE\right]$$

Результаты можно представить в виде следующей таблицы:

	$2v$	$n\delta z$		$-\frac{u}{\mathrm{Cos}\,i}$	
ε	+ 0″.0728	ε	− 26″.4054		− 3″.4457
$\varepsilon\,\mathrm{Cos}\,\varepsilon$	+ 0″.8356	$\varepsilon\,\mathrm{Sin}\,\varepsilon$	− 0″.8324	ε	+ 0″.1082
$\mathrm{Sin}\,\varepsilon$	− 0″.6438	$\varepsilon\,\mathrm{Sin}\,2\varepsilon$	+ 0″.0182	$\varepsilon\,\mathrm{Sin}\,\varepsilon$	+ 7″.7060
$\mathrm{Sin}\,2\varepsilon$	+ 1″.1069	$\mathrm{Cos}\,\varepsilon$	− 1.4758	$\mathrm{Cos}\,\varepsilon$	+ 3″.9504
$\mathrm{Sin}\,3\varepsilon$	− 0″.1086	$\mathrm{Cos}\,2\varepsilon$	+ 0″.7519	$\mathrm{Cos}\,2\varepsilon$	+ 0″.6956
$\mathrm{Sin}\,4\varepsilon$	− 0″.0018	$\mathrm{Cos}\,3\varepsilon$	− 0″.0759	$\mathrm{Cos}\,3\varepsilon$	+ 0″.0406
$\varepsilon\,\mathrm{sin}\,\varepsilon$	− 2″.5791	$\mathrm{Cos}\,4\varepsilon$	− 0″.0004	$\mathrm{Cos}\,4\varepsilon$	− 0″.0040
$\mathrm{Cos}\,\varepsilon$	− 1″.7426	$\varepsilon\,\mathrm{Cos}\,\varepsilon$	− 2″.5791	$\varepsilon\,\mathrm{Cos}\,\varepsilon$	− 1″.2420
$\mathrm{Cos}\,2\varepsilon$	+ 3″.4094	$\varepsilon\,\mathrm{Cos}\,2\varepsilon$	+ 0″.0562	$\mathrm{Sin}\,\varepsilon$	+ 0″.6051
$\mathrm{Cos}\,3\varepsilon$	− 0″.0936	$\mathrm{Sin}\,\varepsilon$	+ 7″.3087	$\mathrm{Sin}\,2\varepsilon$	+ 0″.2972
$\mathrm{Cos}\,4\varepsilon$	− 0″.0106	$\mathrm{Sin}\,2\varepsilon$	− 2″.3047	$\mathrm{Sin}\,3\varepsilon$	+ 0″.0155
		$\mathrm{Sin}\,3\varepsilon$	+ 0″.1127	$\mathrm{Sin}\,4\varepsilon$	− 0.0006
		$\mathrm{Sin}\,4\varepsilon$	+ 0″.0011		

Далее решая уравнения:

$$Y \operatorname{Sin} \varepsilon - \Psi \operatorname{Cos}\varphi \operatorname{Cos} \varepsilon = -2U_1 + 2V_2$$

$$Y \operatorname{Cos} \varepsilon + \Psi \operatorname{Cos} \varphi \operatorname{Sin} E = 2U_2 + 2V.$$

$$-\frac{U}{\operatorname{Cos} i} = -q \operatorname{Cos} \varphi \operatorname{Sin} \varepsilon + p(\operatorname{Cos} \varepsilon - c)$$

находим члены пропорциональные ε в Y; $\operatorname{Cos}\varphi\,\Psi$; $q\operatorname{Cos}\varphi$ и p имеем:

$$Y \quad \ldots\ldots\ldots - 0''.8356\,\varepsilon$$

$$\Psi \operatorname{Cos}\varphi \quad \ldots\ldots + 2''.5791\,\varepsilon$$

$$q\operatorname{Cos}\varphi \quad \ldots\ldots - 7''.7060\,\varepsilon$$

$$p \quad \ldots\ldots\ldots - 1''.2420\,\varepsilon$$

После чего пользуемся, для нахождения возмущений элементов, формулами Callandreau

$$1.\ \frac{2\delta e}{\operatorname{Cos}^2\varphi_0} = J.$$

$$2.\ \frac{2e\delta\chi}{\operatorname{Cos}^2\varphi_0} = \Psi$$

$$3.\ \delta i = -p \operatorname{Sin}(\pi_0 - \Theta_0) + q \operatorname{Cos}(\pi_0 - \Theta_0)$$

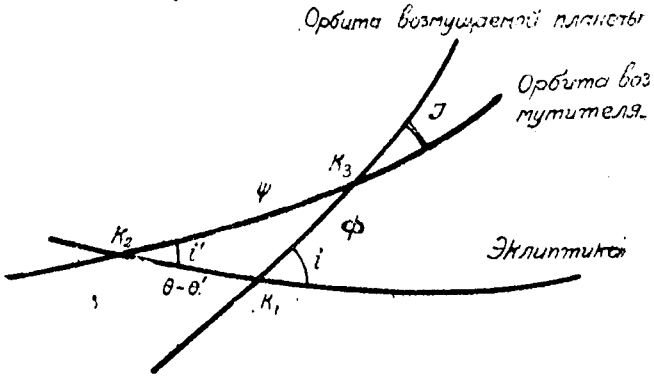
$$4.\ \operatorname{tg} i\,\delta\sigma = p \operatorname{Cos}(\pi_0 - \Theta_0) + q \operatorname{Sin}(\pi_0 - \Theta_0)$$

$$5.\ \delta\Theta = \operatorname{Sec} i\,\delta\sigma$$

$$6.\ \delta\pi = \delta\chi + 2\operatorname{Sin}^2(\pi_0 - \Theta_0)$$

$$7.\ \delta c + \operatorname{Cos}\varphi\,\delta\chi = -2ar(1 - e\operatorname{Cos}\varepsilon)\frac{d\Omega}{dr}$$

(См. мемуары Callandreau „Calcul des variations séculaires des éléments des orbites").



В последней формуле Callandreau допущена ошибка: он пишет

$\delta c + \mathrm{Cos}\,\varphi\, d\chi = -2\,ar\,\frac{d\Omega}{dr}$, таким образом, он утерял весьма чувствительный член:

$$+ 2\,are\,\mathrm{Cose}\,\frac{d\Omega}{dr}$$

Применение указанных формул дает такие возмущения элементов:

(13) Egeria: $\delta e = -0''.4146\,\varepsilon$

$\delta\chi = +14''.7490\,\varepsilon$

$\delta i = -0''.5346\,\varepsilon$

$\delta\sigma = -26''.3195\,\varepsilon$

$\delta\Theta = -27''.4550\,\varepsilon$

$d = +13''.6130\,\varepsilon$

$\delta c = -41''\cdot1410$

Подводя итог проделанной работе, следует заметить, что с точностью до одной тысячной доли секунды вековые возмущения планеты (13) Egeria от Юпитера, полученные по методу Halphen'a полностью совпадают с таковыми же, полученными по методу Callendreau.

Это указывает прежде всего на то, что метод Halphen'a по своей точности не уступает методу Callendreau. Если же принять во внимание, что в способе Halphen'a после того, как найдены x; y; z, $\cos\alpha$; $\cos\beta$ . . . . . $\cos\gamma^{\alpha}$, вычисления возмущений сводятся к арифметическим операциям и ведутся исключительно на арифмометре, то становится очевидным преимущество метода Halphen'a перед методами, решающими ту же задачу логарифмическим путем (напр. способ Callendreau). Можно с уверенностью сказать, что при наличии надежного арифмометра способ Halphen'a приводит к цели по крайней мере в три раза быстрее нежели логарифмически-тригонометрический метод Callendreau и без сомнения заслуживает внедрения в производство при массовых вычислениях вековых возмущений.

То обстоятельство, что способ Halphen'a до сих пор не применялся на практике, объясняется тем, что этот метод в том

виде, в каком он был дан самим Haephen'ом содержит ошибки как по небрежности вычислений, так и по существу ряда принципиальных вопросов. Поэтому этод метод более половины века был изящным, но сомнительным „решением" проблемы нахождения вековых возмущений планет; „решением", которое, к сожалению, не согласовалось с наблюдениями. Таким образом, метод Halphen'a по справедливости можно считать возрожденным трудом покойного профессора Томского университета Н. Н. Горячева „Способ Halphen'a", в котором он дал полный разбор этого метода, внес соответствующие исправления ошибок Halphen'a дал удобный для пользования аппарат рабочих формул и таблицы вспомогательных функций $\Psi(\xi)$ и $\Psi^1(\xi)$, облегчающих решение задачи.

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
1948 УНИВЕРСИТЕТА имени В. В. КУЙБЫШЕВА № 11

ФЕРРОЦИАНИДНЫЙ МЕТОД ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦИНКА И КАДМИЯ В КАДМИЕВЫХ ЭЛЕКТРОЛИТАХ

Доц. В. В. СЕРЕБРЕННИКОВ и А. М. КАРПОВ

Существующие методы определения цинка и кадмия, при их совместном присутствии в растворах, требуют от человека, работающего в этой области, на производство анализа затраты большого количества времени.

Находясь на электролитном (кадмиевом) заводе комбината „Алтайполиметалл", где лабораторией производятся анализы на кадмий сероводородным методом, авторам пришлось наблюдать, что даже результаты анализа аварийных проб химическая лаборатория может сообщить только через 6—8 часов.

Нами была поставлена задача разработки такой методики, которая бы обеспечила быстрый контроль за содержанием цинка и кадмия в электролитах кадмиевых заводов.

Определение цинка ферроцианидным методом с различного рода внутренними и внешними индикаторами является в аналитической практике с давних пор самым распространенным методом и мы считаем излишним в настоящей работе приводить дополнительно цифровой материал для доказательства применимости этого метода. Тем более, что он оправдал себя, как экспресный метод определения цинка, в заводских лабораториях цветной металлургии.

Определение же кадмия в настоящее время проводят чаще всего весовым методом. В предлагаемой работе делается основной упор на его определение путем титрования раствором $K_4 Fe(CN)_6$ после определения Zn тем же раствором.

Для весового количественного определения кадмия гексацианоферрат (II) калия, как осадитель в сильноаммиачной среде и в присутствии большого количества аммонийных солей, был впервые предложен Luff'ом (1).

При указанных условиях Luff получил соль состава $(NH_4)_2 Cd [Fe(CN)_6]$, которая после высушивания при 110°С оставалась

постоянной. Благодаря этому предоставлялась возможность весового определения кадмия в виде указанной соли.

Далее НТИ ВОТИ и О. М. Скловская и З. С. Гильдовская (2) применили гексацианоферрат (II) калия для определения кадмия объемным способом в уксуснокислом растворе с применением уксуснокислого уранила в качестве внешнего индикатора в цианистых кадмиевых электролитах.

Других работ по применению гексацианоферрата (II) калия авторами при просмотре литературы не найдено.

Метод предлагаемый ниже основан на последовательном титровании цинка и кадмия титрованным раствором гексацианоферрата (II) кадмия в различных средах. Сначала в кислой среде (1,08 N по отношению HCl) титруется цинк, а затем, после отфильтровывания осадка и нейтрализации кислоты в фильтрате аммиаком до слабого запаха, кадмий с применением внешнего индикатора молибдата аммония.

Экспериментальная часть

Для установления возможности титрования кадмия в слабоаммиачной среде, в присутствии сульфата аммония и различного содержания аммиака в титруемом растворе было поставлено ряд опытов.

С этой целью навеска металлического кадмия в 19,984 *г* растворилась в HNO_3, раствор выпаривался досуха, затем прибавлялась H_2SO_4 и вновь производилось выпаривание до появления белых паров. По охлаждении содержимое разбавлялась водой, переносилось в литровую мерную колбу и доводилось дестиллированной водой до метки. 10 *мл.* приготовленного раствора отбиралось в мерную колбу на 100 *мл.* разбавлялось дестиллированной водой до меткии снова 10 *мл.* этого раствора отбиралось в эрленмеиеровскую колбу на 250—300 *мл.*

Затем прибавлялся, в одних опытах, аммиак с избытком до слабого запаха, в других—до резкого запаха или заведомо известный избыток и в третьих—определенное количество раствора $(NH_4)_2SO_4$ с известным содержанием.

Раствор разбавлялся до 100 *мл*, нагревался до 70—80° и титровался титрованным раствором $K_4[Fe(CN)_6]$ (Титр раствора по цинку равен 0,005) с применением внешнего индикатора 1% раствора молибдата аммония, к каждой капле которого прибавлялась одна капля H_2SO_4 (1:1). Избыток раствора $K_4[Fe(CN)_6]$, введенный в титруемый раствор вызывает желтую окраску индикатора, что и служило концом титрования.

Результаты титрования помещены в таблицу 1.

Таблица 1

№ п/п опыта	Взято раствора	Прибавлено	Прибавлено р-ра (13,2%) в *мл*	Прибавлено аммиака	Объем раствора	Пошло раствора в *мл*	Титр
1	10	—	—	До слабого запаха	100	3,15	0,006344
2	10	—	—	"	100	3,12	0,006405
3	10	—	—	"	100	3,17	0,006304
4	10	10	—	До сильного запаха	100	3,25	0,006149
5	10	10	—	"	100	3,30	0,006055
6	10	10	—	1 *мл* избытка 25%	100	3,35	0,005979
7	10	10	5	До слабого запаха	100	3,12	0,006405
8	10	10	10		100	3,12	0,006405
9	10	10	15	"	100	3,15	0,006344
				"			

Как видно из таблицы 1, количество миллилитров титрованного раствора гексацианоферрата (II) калия, идущего на одно и то же количество кадмия, находящегося в титруемом растворе, постоянно при содержании аммиака в растворе соответствующем слабому его запаху и увеличение содержания аммиака увеличивает расход раствора гексацианоферрата (II) калия. Колебание содержания сернокислого аммония на результаты титрования не влияет.

Выяснив возможность титрования кадмия раствором гексацианоферрата (II) калия в отсутствии других элементов, нами были поставлены опыты по выявлению влияния на титрование элементов, встречающихся вместе с кадмием в электролитах, а также влияния на результаты титрования удаления некоторых из этих элементов. Кроме кадмия в растворах (электролитах) кадмиевых заводов в значительных количествах содержатся As, Sb, Mn и Fe.

Для выяснения влияния As и Sb на титрование кадмия к раствору соли кадмия прибавлялся раствор сернокислой сурьмы конц. Sb—0,4 *г/л* и мышьяка в виде Na_3AsO_4 (TNa_3Aso_4 = 0,0041 *г/л*), в количествах приблизительно соответствующих их содержанию в электролитах и, при соблюдении вышеуказанных условий, проводилось титрование, результаты которого занесены в таблицу 2.

Таблица 2

№ п/п опыта	Взято раствора $CaSO_4$ в *мл*	Взято раствора $Sb_2(SO_4)_3$ содержащ. 0,1 *г/л* в *мл*	Взято раствора Na_3AsO_4 содержащ. 0,14 *г/л* As в *мл*	Пошло раствора $K_4[Fe(CN)_6]$ на титрование Cd в *мл*	Титр р-ра $K_4[Fe(CN)_6]$ по кадмию
1	10	10	—	3,12	0,006405
2	10	10	50	3,15	0,006344
3	10	20	50	3,10	0,006447

Опыты, занесенные в таблицу 2, показали, что сурьма и мышьяк в тех количествах, в которых они содержатся в электролитах, на титрование кадмия не влияют.

Железо мешает определению цинка, а марганец—кадмия, поэтому перед определением как цинка, так и кадмия их необходимо удалить.

Для удаления железа и марганца нами был избран путь осаждения их аммиаком в присутствии бромной воды. Влияние этой операции, а также титрования цинка раствором гексацианоферратам (II) калия при отфильтровывании осадка железисто-синеродистого калия - цинка, который при этом образуется, видно из опытов занесенных в таблицу 3.

Таблица 3

№ п/п опыта	Взято раствора в *мл*	Взято раствора $MnCl_2$ с содерж. 0,54 *г/л* в *мл*	Взято раствор. Na_3AsO_4 с содерж. 0,1 *г/л* As в *мл*	Взято раствора сернокислого железа с содержанием 2,6 *г/л* Fe в *мл*	Взято раствора $ZnSO_4$ с содержанием 3,0 *г/л* Zn в *мл*	Пошло р-ра $K_4[Fe(CN)_6]$ на титрование Cd в *мл*	Титр раствора $K_4[Fe(CN)_6]$ по Cd
1	10	10	10	10	10	3,12	0,006105
2	10	10	10	10	10	3,10	0,006447
3	10	10	10	10	10	3,10	0,006447
4	10	10	10	10	10	3,20	0,006245

Методика проведения этих опытов заключалась в следующем.

Искусственная смесь солей в соотношении, указанном в таблице 3, нагревалась и для осаждения Fe и Mn к раствору прибавлялся 1—2 *мл* бромной воды и аммиак до слабого запаха.

Осадок гидрокиса железа и марганцовистой кислоты отфильтровывался и промывался на фильтрате три раза горячей водой.

Фильтрат нейтрализовался H_2SO_4 (1 :1) и прибавлялось 10 *мл* HCl уд. веса 1,19. Объем раствора, после прибавления HCl, до-

водился до 100 *мл* и цинк титровался, как обычно, раствором гексацианоферрата (II) калия при применении внешнего индикатора молибдата аммония. Осадок железистосинеродистого калий-цинка отфильтровывался через фильтр с адсорбентом из фильтра и промывался горячей водой. Фильтр нейтрализовался аммиаком до слабого запаха и затем производилось титрование кадмия, как уже указывалось.

Опыты, что видно из таблицы 3, дают вполне сходящиеся результаты как для цинка, так и для кадмия. Нами были проведены сравнительные анализы параллельных проб кадмиевых электролитов по сероводородному методу и по предлагаемой нами методике.

Два из них помещены в таблице **4**.

Таблица 4

№ п/п пробы	По предложенной методике		По данным химлаборатории	
	Zn *г/л*	Cd *г/л*	Zn *г/л*	Cd *г/л*
1	26,50	58,62	27,00	58,23
2	12,00	62,10	12,20	62,20

Из таблицы 4 видно, что для целей контроля за содержанием цинка и кадмия в электролитах результаты удовлетворительно сходны.

Ход определения цинка и кадмия в кадмиевых электролитах

10 *мл* определяемого раствора вливаются в мерную колбу на 100 *мл* и доводятся дестиллированной водой до метки. 10 *мл* разбавленного таким образом раствора помещают в эрленмейеровскую колбу на 250—300 *мл* и прибавляют 10 *мл* сульфата аммония (10%), 1—2 *мл* бромной воды и затем аммиака до исчезновения окраски от брома. Нагревают до кипения. В случае выделения белого хлопьевидного осадка гидроокисей Zn и Cd прибавляют избыток 1—2 *мл* аммиака до их растворения. Осадок гидроокиси железа и марганцовистой кислоты отфильтровывают и промывают на фильтре четыре раза горячей водой.

К фильтрату прибавляют 2 *мл* аммиака и нагревают до кипения, чтобы разрушить остатки брома. Далее, сняв с плиты колбу, нейтрализуют раствор серной кислоты (1 : 1) и прибавляют 10 *мл* HCl (1, 19). Объем раствора доводят до 100 *мл* и, нагрев его до 70—80°, титруют титрованным раствором гексацианоферрата (II) калия (титр по Zn приблизительно равен

0,005 *г*) в присутствии внешнего индикатора 1% раствора молибдата аммония до слабожелтой окраски.

Для обратного титрования, в случае перетитрования, может быть употреблен раствор хлористого цинка, который приготовлялся следующим образом: 5 *г* металлического цинка растворяется в 25*мл* HCl (1, 19), раствор нейтрализуется аммиаком до слабого запаха, который уничтожается 2—3 каплями H_2SO_4 (1 : 1) и переносится в мерную колбу на 1 литр, а потом разбавляется до метки. 1 *мл* этого раствора соответствует 1 *мл* раствора $K_4[Fe(CN)_6]$ с титром по цинку равным 0,005.

Содержание цинка в *г* на литр в анализируемом растворе определяется по формуле:

$$P = T.v.\ 1000,$$ где T—титр $K_4[Fe(CN)_6]$ по цинку,

v—расход раствора $K_4[Fe(CN)_6]$ в *мл*.

Осадок железистосинеродистого калий—цинка отфильтровывают и промывают 5 раз горячей водой, содержащей HCl. Фильтрат нейтрализуют аммиаком и прибавляют его избыток до слабого запаха.

Раствор нагревают до 70—80° и титруют тем же раствором $K_4[Fe(CN)_6]$, что и цинк, в присутствии того же индикатора молибдата аммония, к каждой капле которого, нанесенной на поверхность покрытой парафином тарелки, прибавлено по капле H_2SO_4 (1 : 1) до появления желтого окрашивания. Для обратного титрования при перетитровании может также применяться раствор азотнокислого кадмия, приготовленного следующим образом:

6,4 *г* металлического кадмия растворяется в азотной кислоте, выпаривается досуха, сухой остаток растворяется в воде и раствор разбавляется до литра в мерной колбе.

Содержание кадмия, выраженное в *г* на литр, определяется по формуле:

$P = T.v.\ 100_0$, где T—титр $K_4[Fe(CN)_6]$ по кадмию, а v—расход раствора $K_4[Fe(C)N_6]$ в *мл*.

Пользуясь этой методикой можно сделать за 3 рабочих часа 4—6 определений Zn и Cd и одно определение за 30—45 минут.

Установка титра раствора $K_4[Fe(CN)_6]$ по цинку и кадмию

Для установки титра раствора гексацианоферрата (II) калия по цинку и кадмию отвешивают 5 *г* чистого метал. цинка и 12 *г* электролитического кадмия. Растворяют в смеси HNO_3 и H_2SO_4,

выпаривают до появления белых паров, охлаждают, разбавляют водой, переносят в мерную колбу на 200 *мл* и доливают дистиллированной водой до метки.

10 *мл* полученного раствора переносят в мерную колбу на 100 *мл*, и вновь, разбавив до метки, отбирают 10 *мл* в эрленмейеровскую колбу; потом прибавляют 10 *мл* раствора $(NH_4)_2SO_4$ (10%) и приблизительно соответствующее количество содержащихся в определяемых растворах Fe, Mn, Sb и As.

Далее поступают так же, как при определении Zn и Cd по предлагаемой в данной работе методике. Титр раствора $K_4[Fe(CN)_6]$ по Zn получается при делении 0,025 на число *мл* раствора $K_4[Fe(CN)_6]$, пошедшего на титрование цинка и по кадмию—0,06 на число *мл* раствора $K_4[Fe(CN)_6]$, пошедшего на титрование кадмия.

Выводы

1. Разработан быстрый объемный метод последовательного определения цинка и кадмия при совместном их присутствии, основанный на титровании в различных средах.
2. Метод довольно прост и может применяться в условиях цеховых лабораторий электролитных (кадмиевых) заводов.
3. Продолжительность определения 30—45 минут.
4. Метод проведен на целом ряде сравнительных анализов по предлагаемой методике и сероводородному способу.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Luff, Z. anal. Chem: 65, 97—109, 1924.
2. О. М. Скловская и З. С. Гильдовская. Заводская лаборатория 5, 669—70, 1936.

Томский государственный университет,
кафедра технической химии.

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
1948 УНИВЕРСИТЕТА имени В. В. КУЙБЫШЕВА № 11

ТРИЭНОФОРОЗ РЫБ ТЕЛЕЦКОГО ОЗЕРА

Доц. С. Д. ТИТОВА

Летом 1946 г. я принимала участие в экспедиции, организованной кафедрой ихтиологии и гидробиологии Томского университета под руководством проф. Б. Г. Иоганзена по изучению рыб Телецкого озера. При исследовании паразитофауны, я обратила внимание на распространенное у рыб заболевание триэнофороз. Причиной болезни является зараженность рыб ленточными червями из рода Triaenophorus Rudol., а именно T. nodulosus (Pall.) и T. crassus Forel, личиночная стадия которых встречается во внутренних органах многих видов рыб, взрослая же—в кишечнике щуки.

Указанные паразиты, в особенности T. nodulosus, широко распространены в водоемах нашего Союза. В Европейской части СССР В. А. Догель и Б. Е. Быховский (1933) находили T. nodulosus в рыбах Невской губы: в щуке, ерше, колюшке, налиме и бычке—Cottus gobio, а T. crassus—в щуке и сиге—Coregonus lavaretus. Г. К. Петрушевский (1940) отмечал T. nodulosus в щуке, озерном лососе, озерной форели, сиге, окуне, ерше, судаке и налиме, а T. crassus—в щуке, окуне и сиговых Онежского озера. И. Е. Быховская (1936) при исследовании рыб из „ламб" Карелии находила T. nodulosus в щуке и окуне. В озерах Днепровского бассейна С. В. Пигулевский (1932) встречал этот вид в щуке и леще. В Каме В. А. Захваткин (1935) обнаружил этот же вид в щуке и налиме.

На юге СССР T. crassus был найден С. У. Османовым (1940) в щуке из Черного моря. В Каспийском море этот вид был обнаружен В. А. Догелем и Б. Е. Быховским (1938) в Gobius kessleri, а T. nodulosus—в щуке. В Аральском море этими же исследователями (1934) T. nodulosus был встречен в шемае и щуке. Из р. Волги этот вид констатирован С. Лавровым (1907) в ерше.

В Сибири T. nodulosus также широко распространен. В Барабинских озерах Б. Е. Быховский (1936) обнаружил его в

щуке и окуне. В оз. Зайсане и реке Черный Иртыш В. А. Захваткин (1938) встречал этот вид тоже в щуке и окуне.

В системе р. Оби указанный вид был найден в щуке В. Г. Шипачевым (1912), в щуке и налиме Г. Э. Иоганзеном и Н. Н. Павловым (1929) и Н. Н. Павловым (1932), в налиме и ерше М. М. Волковой (1941), в щуке, окуне, налиме, ельце, язе, чебаке и сибирском бычке С. Д. Титовой (1947).

В восточной Сибири T. nodulosus отмечен В. А. Захваткиным (1936) из окуня оз. Гунда и Сосновского Еравнинской системы. В озере Байкал Э. М. Ляйман (1933) встретил его в окуне, а в Забайкалье из р. Селенги Г. Г. Виттенберг и В. Н. Подъяпольская (1923)—в омуле. В р. Амуре Г. Я. Змеев (1936) находил T. crassus в касатке, чебаке, карасе и щуке—Esox reicherti; у последней С. Д. Титова (1939) обнаружила T. nodulosus.

Таков широкий ареал описываемых видов из рода Triaenophorus: от озер Карелии до Черного и Каспийского морей, от Невской губы до Амура.

В Телецком озере T. nodulosus впервые был найден в 1937 г. участником ихтиологической экспедиции ТГУ (руководитель И. П. Лаптев) П. Ф. Мартеховым в налиме, гольяне, хариусе и бычках, а T. crassus—в сиге. Мною эти паразиты были найдены почти во всех видах рыб названного озера, причем T. nodulosus в личинной стадии в следующих 10 (см. табл. 1).

Из таблицы 1 видно, что T. nodulosus чаще встречается у налима (93,0%), ленка (85,8%), хариуса (76,0%), гольяна (66,0%) и окуня (65,0%). Большая интенсивность заражения этим паразитом наблюдается у налима, в печени которого встречалось до 83 цист. Возраст зараженных рыб 1—3 года. Локализация паразитов—почти всегда печень.

Цисты с плероцеркоидами T. nodulosus довольно крупные, овальной формы, иногда сильно поражают печень, увеличивая ее вес. У одного пестроногого бычка печень, зараженная личинками T. nodulosus, весила 340 *мг*, вес паразитов—300 *мг*; следовательно, вес печени в 7,5 раз меньше веса паразитов.

Личиночная стадия T. crassus была мною найдена в мышцах телецкого сига, причем плероцеркоид находился в тонкой молочно-белой продолговатой цисте с серозным содержимым. Чаще всего плероцеркоиды встречались в спинных мышцах, реже в боковых. Интенсивность заражения сига этим паразитом небольшая (1—2 экз.) Длина цисты 2-3 *мм*, но находящийся внутри в свернутом виде червь достигает длины 200 *мм* и более. Из 67 исследованных экземпляров сига оказались зараженными 18 (27%).

Таблица 1

Зараженность рыб Телецкого озера плероцеркоидами Triaenophorus nodulosus

№№ п/п	Название рыбы	Возраст	Орган заражения	Количество исследованных рыб	Количество зараженных рыб	% зараженных рыб	Интенсивность заражения
1	Brachymystax lenok—ленок	2+3+	Печень	15	13	85,8	1-много
2	Thymallus arcticus arcticus n. alchutovi—хариус	2+3+	"	26	19	76,0	1-много
3	Esox lucius—щука	1+	"	16	1	6,2	1
4	Perca fluviatilis—окунь	2+3+4+	"	20	13	65,0	1—5
5	Lota lota—налим	1+2+3+4+	Яичник	16	15	93,0	1—83
6	Leuciscus leuciscus baicalensis n. teletzk nsis—елец	3+	Печень	20	2	10,0	1
7	Phoxinus phoxinus—гольян	1+2+	"	15	10	66,0	1—4
8	Cottus sibiricus—бычок сибирский	2+	"	15	2	13,2	1—2
9	Cottus poecilopus—бычок пестроногий	2+	"	15	8	56,8	1—2
10	Nemachilus barbatulus toni—голец	2+	"	15	2	13,2	1—2
	Всего			173	85	49,1	

Взрослая стадия T. nodulosus и T. crassus найдена у щуки. Из 16 исследованных экземпляров в кишечнике восьми был T. nodulosus, в десяти T. crassus, а в двух из них были паразиты того и другого вида. Количество червей было довольно велико: T. nodulosus от 1 до 150 экз. (в среднем 38 экз.), T. crassus

от 2 до 173 экз. (в среднем 45 экз.). Длина их тела достигала 200 *мм* и в этом отношении оба вида друг от друга не отличались. Разница у них в форме и величине головки и крючьев, которые более мощны у T. crassus

Взрослая стадия T. crassus, кроме щуки, встречена мною один раз у налима, что позволяет считать этот вид рыбы новым хозяином, не указанным до сего времени в литературе

Строение T. nodulosus подробно описал Н. Зограф (1876), который привел данные и по истории его изучения. В. Г. Шипачев (1912) дал некоторые сведения по вопросу развития триенофоруса. Он нашел, что трехзубчатые крючья взрослого паразита образуются из 4 пар крючкородных клеток, дающих восемь простых крючьев, которые, сливаясь попарно, образуют 4 окончательных крючка. Он же установил зависимость заражения щуки этим паразитом от времени года: летом зараженность больше (до 93,3%), зимой она снижается до 72%.

М. Н. Горбунова (1936) в щуках оз. Кончезера установила зависимость заражения T. nodulosus во взрослой стадии от возраста хозяина.

Таблица 2

Зараженность щуки T. nodulosus по возрастным группам (по Горбуновой)

Возраст	0+	1+	2+	3+	4+	5+ до II
% заражения	0	26,4	46,2	66,0	85,3	80,0
Средняя интенсивность	0	4,7	4,4	4,8	9,7	12,2

Заражение происходит в начале второго года жизни, т.е. тогда, когда щука начинает поедать достаточно крупную рыбу, зараженную личинкой T. nodulosus. С возрастом хозяина зараженность увеличивается; повышается и интенсивность заражения, как следствие увеличения потребности щуки в пище и возможности поедания большего количества рыб, инвазированных этим паразитом.

По моим исследованиям, проведенным ранее, следует, что длина тела червей T. nodulosus варьирует. У 51 экз., вынутых из одного кишечника щуки, размеры были следующие:

у 9 экз. от 110 до 140 *мм*
„ 10 „ „ 160 „ 190 „

„ 14	„	„ 220	„ 250	„
„ 4	„	„ 260	„ 280	„
„ 11	„	„ 300	„ 350	„
„ 3	„	„ 360	„ 420	„

Возраст хозяина на длину тела паразита не влияет. Так, у щуки в возрасте одного года встречались экземпляры от 40 до 250 *мм* длины, в возрасте 2 лет — от 9 до 120 *мм* и более.

Заражение рыб плероцеркоидами из рода Triaenophorus губительно отзывается на их организме: уменьшается вес, рост, количество жира, рыба истощается и нередко погибает.

К. М. Новикова (1934), выясняя влияние T. nodulosus на форель, исследовала 200 рыб, которые были поделены ею на больных и здоровых (зараженных и незараженных). Трехгодовалая зараженная форель, находясь в пруду один год, имела длину тела 15,9 *см* и вес 33,8 *г* против 17,3 *см* и 44,8 *г* незараженной рыбы того же возраста. Личинки T. nodulosus, находящиеся в печени форели в количестве 60—75 экз., по сообщению К. М. Новиковой, уничтожают весь находящийся там жир, печень увеличивается в размерах и сдавливает органы пищеварения, вследствие чего рыба слабеет, теряет свой вес и гибнет.

М. М. Волкова (1941), отмечая сильную зараженность (59%) налимов реки Оби плероцеркоидами T. nodulosus, говорит, что пораженная печень не используется на консервы, что снижает хозяйственную ценность рыбы.

А. П. Маркевич (1943), констатировал в озере Кандры-куль Башкирской АССР массовую гибель окуней в возрасте одного и двух лет, как результат 100% заражения плероцеркоидами T. nodulosus печени и внутренних органов. У больных окуней было заметно сильное малокровие, резкое побледнение жабер. Развитие болезни сильно повлияло на упитанность рыбы и на темп ее роста.

Не патогенен ли T. nodulosus для человека? Для выяснения этого вопроса В. Г. Шипачев (1914) ставил опыты с кроликом и кошкой, которым скармливал кусочки печени с цистами T. nodulosus. Кролик убивался через 7 и 25 дней, кошка—через 1—2 месяца. В кишечнике опытных животных паразитов не оказывалось. Возможно, что и для человека T. nodulosus не опасен.

Аналогичные опыты ставились нами в экспедиции на Телецком озере. Цисты с личинками T. crassus, вынутые из свежей, только что пойманной рыбы, скармливались кошке. Через 16 дней опытная кошка была убита, но в ее кишечнике паразитов не оказалось.

Выводы.

Паразиты рыб из рода Triaenophorus в особенности T. nodulosus, весьма распространены в водоемах СССР.

В Телецком озере из 14 имеющихся форм рыб 11 исследованных заражены ими; из 240 экз. заражено 103 (43%).

Большой процент заражения рыб Телецкого озера паразитами из рода Triaenophorus заставляет выразить опасение, что триэнофороз может в дальнейшем принять характер эпизоотии. В целях предупреждения подобной вспышки, а также для борьбы с триэнофорозом, необходимо применить массовый вылов щуки (по преимуществу старших возрастов), которая является основным разносчиком этого заболевания. Такое мероприятие предохранит от заражения остальное рыбное население, среди которого телецкий сиг является весьма ценной промысловой рыбой.

ЛИТЕРАТУРА

Быховская И. Е. — Материалы по паразитологии рыб Карелии. Паразитофауна рыб малых водоемов „ламб". Труды Бородинской биологической станции, т. IV, в. 2, 1936.

Быховский Б. Е. — Паразитофауна рыб Барабинских озер. Паразитологический сборник Зоологического Института Академии Наук СССР, VI, 1936.

Виттенберг Г. Г. и Подъяпольская В. Н. — 11-ая союзная гельминтологическая экспедиция в Забайкалье. Деятельность 28 гельминтологических экспедиций в СССР, 1923.

Волкова М. М. — Паразитофауна рыб бассейна р. Оби. Ученые записки. ЛГУ, в. 18, 1941.

Горбунова М. Н.—Возрастные изменения паразитофауны щуки и плотвы. Ученые записки ЛГУ № 7, т. VII, в. 3, 1936.

Догель В. А. и Быховский Б. Е. — Паразитофауна рыб Невской губы. Труды Ленинградского о-ва естествоиспытателей, т. XII, в. 3, 1933.

Догель В. А. и Быховский Б. Е. — Фауна паразитов рыб Аральского моря. Паразитологический сборник Зоологического Института Академии Наук СССР, т. IV, 1934.

Догель В. А. и Быховский Б. Е. — Паразиты рыб Каспийского моря Изд. Академии Наук СССР, 1938.

Захваткин В. А. — Материалы по фауне паразитов р. Камы. Ученые записки Пермского государственного университета, т. I, в. 1, 1935.

Захваткин В. А. — К фауне паразитических червей сибирских рыб. Ученые записки Пермского госуниверситета, т. II, 1936.

Захваткин В. А. — Паразитофауна рыб оз. Зайсана и р. Черного Иртыша. Ученые записки Пермского госунив рситета, т. III, в. 2, 1938.

Зограф Н. - Строение Triaenophorus nodulosus. Известия о-ва любителей естествознания, антропологии и этнографии, т. XXIII, в. 2, 1876.

Змеев Г. Я. — Сосальщики и ленточные черви р. Амура. Паразитологический сборник Зоологического Института Академии Наук СССР, т. VI, 1936.

Лавров С. — Результаты исследования фауны червей р. Волги и поемных озер у Саратова. Труды Саратовского о-ва естествоиспытателей и любителей естествознания, т. V, в 2, 1907.

Лийман Э. М. — Паразитические черви оз. Байкала. Труды Байкальской лимнологической станции, т. IV, 1933.

Новикова К. М. — Распространение Triaenophorus nodulosus у форелей. За рыбную индустрию Севера, 6, 1934.

Османов С. У. — Материалы к паразитофауне рыб Черного моря. Ученые записки Ленинградского педагогического ин-та, т. XXX, 1940.

Павлов Н. Н. — К вопросу о паразитологии рыб бассейна р. Оби. Труды Дальневосточного педагогического ин-та, серия V, 1932.

Петрушевский Г. К. — Паразиты рыб Онежского озера. Ученые записки Ленинградского государственного педагогического ин-та им. Герцена, т. XXX, 1940.

Пигулевский С. В. — Паразитические черви рыб Днепровского бассейна. Ежегодник Зоологического музея, АН СССР XXXII, в. 4, 1932.

Титова С. Д. — К паразитологии амурской щуки (Esox reicherti Dyb.). Труды Биологического института, при ТГУ, т. VI, 1939.

Титова С. Д. — Паразиты рыб бассейна р. Томи. Труды Томского госуниверситета, т. 97, 1947.

Шипачев В. Г. — Внутренние паразиты рыб Томского края. Труды о-ва естествоиспытателей и врачей, 1913.

Шипачев В. Г. — Обзор и санитарная оценка паразитов рыб Томского рынка. Вестник рыбопромышленности, 1914.

Кафедра зоологии беспозвоночных животных ТГУ.

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
1948 УНИВЕРСИТЕТА имени В. В. КУЙБЫШЕВА № 11

О СТАТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ВИНТОВЫХ ПРУЖИН БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ

Доц. Е. Д. ТОМИЛОВ

Рассматриваемому вопросу посвящена работа Г. Д. Гродского [1], в которой, на основании математической теории упругости, устанавливается, взамен обычного линейного соотношения, зависимость между сжимающей силой и величиной сжатия с точностью до малых третьего порядка, а затем дается практическая разработка вопроса для пружин прямоугольного и эллиптического сечения.

Данная работа имеет целью рассмотреть ту же задачу с более общей точки зрения, в частности учесть и случай растяжения, а также устранить имеющиеся у Гродского ошибки.

§ 1. Основные зависимости

Для стержня, нагруженного силами лишь по концам, имеют место следующие уравнения Кирхгофа.

$$\left.\begin{aligned}
&\frac{dN}{ds} - N'\tau + T\varkappa' = 0,\\
&\frac{dN'}{ds} - T\varkappa + N\tau = 0,\\
&\frac{dT}{ds} - N\varkappa' + N'\varkappa = 0,\\
&\frac{dG}{ds} - G'\tau + H\varkappa' = N',\\
&\frac{dG'}{ds} - H\varkappa + G\tau = -N,\\
&\frac{dH}{ds} - G\varkappa' + G'\varkappa = 0.
\end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

Здесь s — длина упругой линии, отсчитываемая от одного конца стержня и принятая неизменяющейся при деформации, N, N', T—компоненты результирующего напряжения в „главных осях кручения-изгиба" x, y, z, G, G', H — компоненты упругого момента в тех же осях, $\varkappa$, $\varkappa'$—компоненты кривизны, τ—степень кручения.

Пусть до деформации стержень был кривым, и пусть $\varkappa_0$, $\varkappa_0'$ и τ_0 — компоненты кривизны и степень кручения для этого состояния стержня в осях x_0, y_0 и z_0, выбранных в каждом поперечном сечении направленными соответственно по главным осям сечения и по касательной кривой линии центров этих сечений. Тогда упругие моменты будут:

$$G = A\delta\varkappa; \quad G' = B\delta\varkappa', \quad H = C\delta\tau, \tag{2}$$

где

$$\delta\varkappa = \varkappa - \varkappa_0, \quad \delta\varkappa' = \varkappa' - \varkappa_0', \quad \delta\tau = \tau - \tau_0,$$

A и B—главные жесткости стержня при изгибе, а C—жесткость стержня при кручении.

Упомянутые выше „главные оси кручения-изгиба" берутся так, что ось z совпадает с касательной к деформированной упругой линии, а плоскость (xz) содержит линейный элемент, исходивший до деформации из точки упругой линии в направлении оси x_0.

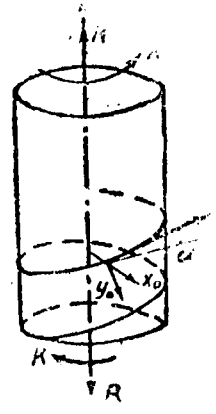


Рис. 1

Рассмотрим теперь цилиндрическую винтовую пружину. Обозначим через r_0 радиус недеформированной пружины, т. е. радиус цилиндра, на котором расположена ее упругая винтовая линия, а через α_0—угол, образуемый касательной к этой линии с плоскостью, перпендикулярной к оси упомянутого цилиндра. Тогда, если главные оси поперечных сечений всюду совпадают с главной нормалью и бинормалью упругой линии, компоненты кривизны и степень кручения будут постоянны и, при указанном на чертеже выборе осей (ось x_0—по главной нормали внаружу цилиндра, y_0—по бинормали в ту сторону, чтоб оси x_0, y_0, z_0 образовывали бы правую систему), будут равны

$$\left.\begin{aligned} \varkappa_0 &= 0, \qquad \varkappa_0' = -\frac{\cos^2\alpha_0}{\tau_0}, \\ \tau_0 &= \frac{\sin\alpha_0\cos\alpha_0}{r_0}. \end{aligned}\right| \tag{3}$$

Пусть теперь при деформации пружина принимает новую также винтовую форму, определяемую в главных осях кручения — изгиба величинами.

$$\varkappa = 0, \quad \varkappa' = -\frac{\cos^2\alpha}{r}, \quad \tau = \frac{\sin\alpha\cos\alpha}{r}, \tag{4}$$

где α и r — значения α_0 и r_0 для новой винтовой линии. Тогда совместное рассмотрение уравнений (1) и (2) показывает, что такое деформированное состояние может быть получено, если внешняя нагрузка на каждом конце представляет собой динаму с осью, совпадающей с осью пружины, причем сила динамы R и момент пары K определяются формулами:

$$\left.\begin{aligned} R &= C\frac{\cos\alpha}{r}\cdot\delta\tau + B\frac{\sin\alpha}{r} - \delta\varkappa', \\ K &= C\sin\alpha\cdot\delta\tau - B\cos\alpha\cdot\delta\varkappa'. \end{aligned}\right\} \tag{5}$$

Указанные на чертеже силы и моменты соответствуют положительным значениям R и K.

Винтовая форма упругой линии пружины, при неизменности длины этой линии, может быть определена любыми двумя из 4-х параметров — α, r, высотой столба пружины h и углом χ между радиусами пружины, проведенными от оси к концевым ее сечениям, — ибо между этими величинами существуют две зависимости:

$$h = l\sin\alpha, \quad r\chi = l\cos\alpha. \tag{6}$$

Чтоб получить наиболее удобные выражения для элементов динамы, возьмем в качестве независимых переменных величины

$$\varphi = \sin\alpha = \frac{h}{l} \quad \text{и} \quad \psi = \ln\chi. \tag{7}$$

Тогда найдем

$$\left.\begin{aligned} \delta\varkappa' &= -\frac{\cos^2\alpha}{r} + \frac{\cos^2\alpha_0}{r} = -\frac{1}{l}\left(e^{\psi}\sqrt{1-\varphi^2} - e^{\psi_0}\sqrt{1-\varphi_0^2}\right) = \\ &= -\frac{1}{l}(\chi\cos\alpha - \chi_0\cos\alpha_0), \\ \delta\tau &= \frac{\sin\alpha\cos\alpha}{r} - \frac{\sin\alpha_0\cos\alpha_0}{r_0} = \frac{1}{l}(\chi\sin\alpha - \chi_0\sin\alpha_0) = \\ &= \frac{1}{l}\left(e^{\psi}\varphi - e^{\psi_0}\varphi_0\right), \end{aligned}\right\} \tag{8}$$

и, следовательно:

$$\frac{\cos\alpha}{r}\delta\tau = \frac{\chi}{l}\delta\tau = \frac{e\psi}{l^2}\left(e\psi\varphi - e\psi_0\varphi_0\right),$$

$$\frac{\sin\alpha}{r}\delta x' = \frac{\chi}{l}\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}\delta x' = -\frac{\varphi e\psi}{l^2}\left(e\psi - e\psi_0\sqrt{\frac{1-\varphi_0^2}{1-\varphi^2}}\right),$$

$$\sin\alpha\delta\tau = \frac{\varphi}{l}\left(e\psi\varphi - e\psi_0\varphi_0\right)$$

$$\cos\alpha\delta x' = -\frac{1}{l}\left\{e\psi(1-\varphi^2) - e\psi_0\sqrt{(1-\varphi_0^2)(1-\varphi^2)}\right\}.$$

Разлагаем эти функции в ряды Тэйлора по приращениям переменных $\delta\varphi = \varphi - \varphi_0$ и $\delta\psi = \psi - \psi_0$. При этом примем во внимание, что, как замечает и Г. Д. Гродский, на практике угол α_0 невелик настолько, что всегда можно считать $\varphi = \sin\alpha_0 \leqslant 0{,}1$. Величина $\delta\varphi$ будет того же порядка малости. В то же время, наблюдение показывает, что поворот одного конца пружины относительно другого всегда весьма мал, так что абсолютное значение величины $\delta\psi = \ln\frac{\chi}{\chi_0}$ даже при полном сжатии или при весьма значительном растяжении пружины будет много меньше чем 0,1. Полагаем, поэтому порядок малости $\delta\psi$ не меньше порядка малости ψ_0^2 и $\delta\psi_0^2$. Тогда, если отбросить члены порядка малости выше третьего относительно φ_0 и $\delta\varphi_0$, в результате вычислений получим разложения:

$$\frac{\cos\alpha}{r}\delta\tau = \frac{1}{r_0^2}\left[(1-\varphi_0^2)\delta\varphi + \varphi_0\delta\psi + 2\delta\varphi\delta\psi\right],$$

$$\frac{\sin\alpha}{r}\delta x' = \frac{1}{r_0^2}\left[\varphi_0^2\delta\varphi - \varphi_0\delta\psi + \frac{3}{2}\varphi_0^2\delta\varphi^2 - \delta\varphi\delta\psi + \frac{1}{2}\delta\varphi^3\right],$$

$$\sin\alpha\delta\tau = \frac{1}{r_0}\left[\varphi_0\delta\varphi + \delta\varphi^2\right],$$

$$\cos\alpha\delta x' = \frac{1}{r_0}\left[\varphi_0\delta\varphi - \delta\psi + \frac{1}{2}\delta\varphi^2\right].$$

Подстановка в (5), если положить $C = mB$, дает:

$$R = \frac{B}{r_0^2}\left[\left\{m + (1-m)\varphi_0^2\right\}\delta\varphi - (1-m)\varphi_0\delta\psi + \frac{3}{2}\varphi_0\delta\psi^2 - \right.$$
$$\left. - (1-2m)\delta\varphi\delta\psi + \frac{1}{2}\delta\varphi^3\right],$$

$$K = -\frac{B}{r_0}\left[(1-m)\varphi_0\delta\varphi - \delta\psi + \left(\frac{1}{2} - m\right)\delta\varphi^2\right].$$

Заменим φ_0 его значением и обозначим

$$\delta\varphi = \xi, \qquad \delta\psi = p,$$

тогда окончательно получим:

$$\left.\begin{aligned} R &= \frac{B}{r_0^2}\left[\left\{m + (1-m)\sin^2\alpha_0\right\}\xi - (1-m)\sin\alpha_0 p + \right. \\ &\left. + \frac{3}{2}\sin\alpha_0\xi^2 - (1-2m)\xi p + \frac{1}{2}\xi^3\right), \\ K &= -\frac{B}{r_0}\left[(1-m)\sin\alpha_0\xi - p + \left(\frac{1}{2} - m\right)\xi^2\right]. \end{aligned}\right\} \tag{9}$$

В этих формулах величина

$$\xi = \delta\varphi = \frac{\delta h}{l}$$

представляет собой относительное растяжение (или сжатие, если $\delta h < 0$) столба пружины, отнесенное к единице длины упругой линии пружины. При этом в случае растяжения имеем $\xi > 0$, $p > 0$, а в случае сжатия $\xi < 0$, $p < 0$.

Константы B и m зависят от упругих постоянных, а также от формы и размеров поперечного сечения стержня пружины. Их выражения общеизвестны и приводятся в работе Г. Д. Гродского для эллиптического и прямоугольного сечения.

Учитывая условия на концах пружины, можно вместо (9) получить для R и K формулы, дающие их в зависимости от одного параметра. Так, обычно, силы трения на концах пружины таковы, что относительного поворота концов пружины не происходит; то же самое имеет место и при закреплении концов. Этот именно случай рассматривал Г. Д. Гродский, он же будет рассмотрен и в нашей работе в качестве основного.

§ 2. Случай отсутствия относительного поворота концов пружины

В этом случае мы должны принять $p = 0$, и тогда формулы (9) перейдут в такие:

$$\left.\begin{aligned} R &= \frac{B}{r_0^2}\left[m + (1-m)\sin^2\alpha_0 + \frac{3}{2}\sin\alpha_0\xi + \frac{1}{2}\xi^2\right]\xi, \\ K &= -\frac{B}{r_0}\left[(1-m)\sin\alpha_0 + \left(\frac{1}{2} - m\right)\xi\right]\xi. \end{aligned}\right\} \tag{10}$$

Для случая сжатия отрицательные величины удобнее заменить их численными значениями, т. е. положить

$$R = -Q,\ \xi = -\eta.$$

Тогда, вместо (11), будем иметь для этого случая:

$$\left.\begin{aligned} Q &= \frac{B}{r_0^2}\left[m + (1-m)\sin^2\alpha_0 - \frac{3}{2}\sin\alpha_0 \cdot \eta + \frac{1}{2}\eta^2\right]\cdot\eta, \\ K &= \frac{B}{r_0}\left[(1-m)\sin\alpha_0 - \left(\frac{1}{2} - m\right)\eta\right]\eta. \end{aligned}\right\} \qquad (11)$$

Величина η связана с введенной у Г. Д. Гродского величиной η', как нетрудно видеть, соотношением

$$\eta = \eta' \cos\alpha,$$

исходя из которого легко установить, что в пределах взятой нами точности, первая формула (11) совпадает с соответствующей формулой Г. Д. Гродского.

Определим наибольшее нормальное напряжение в материале пружины и место этого напряжения.

Компоненты напряжения выразятся в виде:

$$\left.\begin{aligned} X_z = \frac{E}{2(1+\sigma)}\delta\tau\frac{\partial\Psi}{\partial y},\quad Y_z = -\frac{E}{2(1+\sigma)}\delta\tau\frac{\partial\Psi}{\partial x},\ Z_z = -E\delta x'.x, \\ X_z = X_y = X_y - 0, \end{aligned}\right\} \qquad (12)$$

где Ψ — функция напряжения при кручении. Из уравнения для определения главных напряжений найдем, что величина N наибольшего нормального напряжения в какой-либо точке пружины определится формулой

$$N = \frac{1}{2}\left\{\left|Z_z\right| + \sqrt{Z_z^2 + 4(X_z^2 + Y_z^2)}\right. . \qquad (13)$$

Принимая во внимание, что в рассматриваемом случае $\chi = \chi_0$, а

$$\sin\alpha = \sin\alpha_0 + \xi,$$

легко находим с принятой точностью из (8) и (6):

$$\delta x' = \frac{\cos\alpha_0}{r_0}\left(\sin\alpha_0 + \frac{1}{2}\xi\right)\xi,$$

$$\delta\tau = \frac{\cos\alpha_0}{r_0}\xi.$$

Тогда из (13) и (12) для наибольшего напряжения получаем:

$$N=\frac{E\cos\alpha_0}{2r_0}|\xi|\left\{\varepsilon|x|+\sqrt{\varepsilon^2x^2+\frac{1}{(1+\sigma)^2}\left[\left(\frac{\partial\Psi}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial\Psi}{\partial y}\right)^2\right]}\right\}, \quad (14)$$

где

$$\varepsilon=\sin\alpha_0+\frac{1}{2}\xi. \quad (15)$$

Формула (14) позволяет определить наибольшее напряжение, поскольку известна функция Ψ для поперечного сечения пружины, причем место этого напряжения найдется из уравнений

$$\frac{\partial N}{\partial x}=0, \quad \frac{\partial N}{\partial y}=0.$$

Для пружины прямоугольного сечения эти уравнения представят собой систему 2-х достаточно сложных трансцендентных уравнений, ибо в этом случае функция напряжений будет

$$\Psi=-y^2-\frac{b^2}{2}\left(\frac{4}{\pi}\right)^3\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(-1)^n}{(2n+1)^3}\frac{\operatorname{ch}\frac{(2n+1)\pi x}{2b}}{\operatorname{ch}\frac{(2n+1)\pi a}{2b}}\cos\frac{(2n+1)\pi y}{2b}=$$

$$+-x^2-\frac{a^2}{2}\left(\frac{4}{\pi}\right)^3\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(-1)^n}{(2n+1)^3}\frac{\operatorname{ch}\frac{(2n+1)\pi y}{2b}}{\operatorname{ch}\frac{(2n+1)\pi b}{2a}}\cos\frac{(2n+1)\pi x}{2a}. \quad (16)$$

Здесь $2a$ и $2b$ — размеры сечения по осям x и y.

Заметим при этом, что, считая поперечное сечение расположенным длинной стороной по оси x, Г. Д. Гродский ошибочно утверждает, что наибольшее напряжение для этой пружины будет иметь место в средине ее коротких сторон. В действительности в этих точках будет иметь максимум лишь $[Z_z]$, а входящая в (13) величина $4(X_z^2+Y_z^2)$, как учетверенный квадрат касательного напряжения на поперечном сечении пружины, являющийся результатом лишь одного кручения, в противоположность утверждению, имеет максимум в срединах длинных сторон прямоугольника (см. любой курс теории упругости, доказательство можно найти в [2]) Поэтому место наибольшего напряжения будет зависеть от соотношения между этими компонентами напряжений.

Для эллиптического сечения вопрос решается просто. Пусть a и в — полуоси эллипса по осям x и y, тогда

$$\Psi + - \frac{a^2b^2}{a^2+b^2}\left(\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}-1\right), \tag{17}$$

и по (14) получаем

$$N=\frac{E\cos\alpha_0}{2r_0}\,|\xi|\left\{\varepsilon|x|+\sqrt{\varepsilon^2x^2+\frac{4a^4b^4}{(1+\sigma)^2(a^2+b^2)^2}\left(\frac{x^2}{a^4}+\frac{y^2}{b^4}\right)}\right\}.$$

Нетрудно убедиться, вводя полярные кординаты, что N будет иметь наибольшее значение на контуре. Вводя отношение полуосей

$$K=\frac{a}{b} \tag{18}$$

и постоянную m для эллипса

$$m=\frac{2}{1+\sigma}\cdot\frac{1}{\kappa^2+1}, \tag{19}$$

находим для точек контура:

$$N=\frac{E\cos\alpha_0}{2r_0}\,|\xi|\left\{\varepsilon|x|+\sqrt{m^2a^2\kappa^2-[m^2(\kappa^2-1)-\varepsilon^2]\,x^2}\right\} \tag{20}$$

В дальнейшем будем всегда предполагать, что $a \geq$ в (тоже и в случае прямоугольного сечения), т. е., что поперечное сечение расположено так, что его большая ось перпендикулярна оси пружины. Поэтому всегда $\kappa \geqslant 1$.

Если

$$\varepsilon \geqslant m\sqrt{\kappa^2-1},$$

то N растет с возрастанием $|x|$, и максимальное напряжение будет при $x=\pm a$, т. е. на концах большой оси эллипса.

Если же

$$\varepsilon < m\sqrt{\kappa^2-1},$$

то решение уравнения

$$\frac{dN}{dx}=0$$

дает для места наибольшего напряжения:

$$= x \pm \frac{a\kappa}{\sqrt{m^2-\dfrac{\varepsilon^2}{\kappa^2-1}}}\cdot\frac{\varepsilon}{\kappa^2-1}. \tag{21}$$

Однако, если это значение будет давать точки вне эллипса, то, очевидно, по прежнему, максимум напряжения будет при $x = \pm a$. Согласно (21), это будет иметь место при

$$\frac{\varepsilon\kappa}{(\kappa^2-1)\sqrt{m^2-\frac{\varepsilon^2}{\kappa^2-1}}} > 1,$$

или, если решить неравенство относительно ε, при

$$\varepsilon > \frac{2}{1+\sigma(\kappa^2+1)}\frac{\kappa^2-1}{\sqrt{2\kappa^2-1}}. \qquad (22)$$

Правая часть имеет максимум при $\kappa^2 = 2+\sqrt{3}$, т. е. при $\kappa = 1{,}93$. При этом значении κ, если принять $\sigma = \frac{1}{3}$, для правой части (22) получается значение, близкое к $\frac{1}{3}$, максимальное же значение ε, имеющее место при растяжении, даже при двойном увеличении столба пружины и при $\sin\alpha_0 = 0{,}1$, согласно (15), не будет превышать 0,15. Поэтому неравенство может выполняться лишь при κ, близких к 1 или значительно больших, чем 1,93. Полагая в первом случае

$$\kappa^2 = 1+\beta,$$

разлагая правую часть неравенства (22) в ряд по степеням β, сохраняя лишь член с первой степенью от β, найдем, что

$$\kappa < \sqrt{1+(1+\sigma)\varepsilon}.$$

При больших же κ, сохранив в (22) лишь член первого порядка относительно $\frac{1}{\kappa}$, найдем, что

$$\kappa > \frac{\sqrt{2}}{(1+\sigma)\varepsilon}.$$

При $\varepsilon = 0{,}15$ эти неравенства дают для κ границы:

$$\kappa < 1{,}095 \text{ и } \kappa > 7{,}07.$$

Следовательно, место наибольшего напряжения будет определяться по формуле (21) тогда, когда

$$1{,}095 < \kappa < 7{,}07.$$

В случае же меньшего растяжения или при сжатии эти границы еще более раздвигаются. Для пружин с эллиптической фор-

мой поперечного сечения k обычно находится в пределах от 2 до 4-х, и поэтому для них полученное условие всегда выполняется.

Подставляя (21) в (20), находим, что наибольшее нормальное напряжение для пружины эллиптического сечения определяется формулой

$$N_{max} = \frac{E\cos\alpha_0}{2r_0}\,|\xi|\,\frac{akm^2}{\sqrt{m^2 - \frac{\varepsilon^2}{k^2-1}}} \tag{23}$$

Ту же величину для пружины круглого сечения получим непосредственно из (21), полагая $|x| = a$ и $b = a$, в виде:

$$N_{max} = \frac{E\cos\alpha_0}{2r_0}\,|\xi|\,a\left\{\varepsilon + \sqrt{\frac{1}{(1+\sigma)^2} + \varepsilon^2}\right\} \tag{24}$$

Сравним наибольшие напряжения в пружинах эллиптического и кругового сечений, имеющих одинаковый вес и одинаковую упругую линию. Тогда величины l, r_0, h_0 и α_0 будут у них одинаковы, одинакова будет и величина ω, равная

$$\omega = ab = a'^2$$

если a'—радиус сечения круглой пружины. Переписав формулы (23) и (24) в виде

$$N_{max} = \frac{m^2 k\sqrt{k}}{\sqrt{m^2 - \frac{\varepsilon^2}{k^2-1}}}\,\sqrt{\omega}\,\frac{E\cos\alpha_0}{2r_0}\,|\xi|$$

и

$$N_{max} = \left\{\varepsilon + \sqrt{\frac{1}{(1+\sigma)^2} + \varepsilon^2}\right\}\sqrt{\omega}\,\frac{E\cos\alpha_0}{2r_0}\,|\xi|,$$

найдем отсюда, что при $\sigma = \frac{1}{3}$ и $\varepsilon = 0{,}15$ (следовательно, при одном и том же $|\xi|$) для пружины эллиптического сечения при $k = 4$,

$$N_{max} = 0{,}784\,\sqrt{\omega}\,\frac{E\cos\alpha_0}{2r_0}\,|\xi|,$$

а при $k = 2$

$$N_{max} = 0{,}885\sqrt{\omega}\,\frac{E\cos\alpha_0}{2r_0}\,|\xi|;$$

для пружины же круглого сечения получаем

$$N_{max} = 0{,}915\sqrt{\omega}\,\frac{E\cos\alpha_0}{2r_0}\,|\xi|.$$

Таким образом, с точки зрения прочности пружины эллиптического сечения оказываются более выгодными и притом тем более, чем больше k—вывод, подтверждаемый практикой работы пружин накатников артиллерийских орудий.

Рассмотрим теперь вопрос об определении, для случая сжатия, силы Q_{max}, при которой происходит полное сжатие пружины до соприкосновения всех ее витков. Обозначим индексом единица величины, относящиеся к этому состоянию пружины, тогда

$$\eta_1 = \sin\alpha_0 - \sin\alpha_1 = \sin\alpha_0 - \frac{b}{\pi r_1}.$$

Но из второго соотношения (6) при постоянстве χ следует:

$$\frac{1}{r_1} = \frac{\cos\alpha_0}{r_0}\,\frac{1}{\cos\alpha_1} \approx \frac{\cos\alpha_0}{r_0}\left(1 + \frac{1}{2}\sin^2\alpha_1\right) =$$

$$= \frac{\cos\alpha_0}{r_0}\left[1 + \frac{1}{2}\left(\sin\alpha_0 - \eta_1\right)^2\right] =$$

$$= \frac{\cos\alpha_0}{r_0}\left[1 + \frac{1}{2}\sin^2\alpha_0 - \sin\alpha_0 \cdot \eta_1 + \frac{1}{2}\eta_1^2\right] \approx$$

$$\approx \frac{1}{r_0}\left[1 - \sin\alpha_0 \cdot \eta_1 + \frac{1}{2}\eta_1^2\right].$$

Подставляем в предыдущее равенство и решаем полученное уравнение относительно η_1, отбрасывая члены 3-го порядка малости и выше относительно $\sin\alpha_0$ и величины $\nu = \frac{b}{\pi r_0}$; тогда получим

$$\eta_1 \approx \sin\alpha_0 - \nu = \sin\alpha_0 - \frac{b}{\pi r_0}. \qquad (25)$$

Величина ν на практике оказывается в несколько раз меньше, чем $\sin\alpha_0$. Поэтому, при подстановке (25) в первую формулу (11), мы пренебрежем членами с величинами $\nu\sin^2\alpha_0$ и $\nu^2\sin\alpha_0$ и членами более высокого порядка малости. Заменяя также B через $\frac{C}{m}$, найдем, что

$$Q_{max} = \frac{C}{r_0^2}\left[\sin\alpha_0\cos^2\alpha_0 - \frac{b}{\pi r_0}\right]. \qquad (26)$$

Полученные же Г. Д. Гродским формулы для Q_{max} совершенно неверны вследствие грубого недосмотра автора, выразившегося в пропуске в знаменателе его формул длины полувитка пружины. В результате этого даже размерность выражений для Q_{max} является неверной, а все его выводы, построенные на этих формулах,—ошибочными.

В самом деле, возьмем первую задачу, рассмотренную Г. Д. Гродским для случая эллиптического сечения,—определить при каком $k=\frac{a}{b}$ пружина с заданной винтовой упругой линией (известны r_0 и α_0) и заданного веса (известны $ab=\omega$ и l) будет иметь наибольшее значение для Q_{max}. Подставляя в (26) $C=B_m$, заменяя затем B по формуле

$$B=EI_y=\frac{\pi}{4}Ea^3b,$$

а m по (19), получим

$$Q_{max}=M\frac{b^2}{\omega^2+b^4}(L'-b),$$

где

$$M=\frac{E}{2(1+\sigma)}\frac{\omega^3}{r_0^3},\quad L'=\pi r_0\sin\alpha_0\cos^2\alpha_0.$$

Тогда уравнение

$$\frac{dQ_{max}}{db}=0$$

дает после упрощений:

$$b^5-2l'b^4-3\omega^2b+2L'\omega^2=0$$

Делим это уравнение на b^5 и вводим обозначение

$$L=\frac{2L'}{b}=2\frac{\pi r_0}{b}\sin\alpha_0\cos^2\alpha_0.$$

Тогда для определения искомого $k=k_0$ получим

$$k_0^2(L-3)-L+1=0,$$

откуда

$$k_0=\sqrt{\frac{L-1}{L-3}}. \tag{28}$$

Составлением второй производной убеждаемся, что при k_0 Q_{max} будет действительно иметь наибольшее значение.

Таким образом, в отличие от вывода Г. Д. Гродского, наибольшее значение для Q_{max} будет не обязательно у пружины круглого сечения или очень близкой к ней, а у пружины, у которой k_0 определяется зависимостью (28). При этом k_0 оказывается зависящим как от угла α_0 наклона винтовой линии, так и от отношения $\nu = \dfrac{b}{\pi r_0}$. Значения k_0 для двух значений $\sin\alpha_0$ можно проиллюстрировать следующей таблицей:

$\sin\alpha_0$ \ ν	0,01	0,02	0,03	0,04	0,045	0,0464	0,05	0,06	0,063	0,065	0,066
0,07	1,088	1,227	1,489	2,267	4,673	∞	—	—	—	—	—
0,10	1,058	1,136	1,247	1,424	—	—	1,756	2,769	3,873	6,670	∞

Вторая задача—определить r_0 и χ_0 (или, что то же,—число витков n), при которых для пружины с заданными поперечными размерами a и b, высотой h_0 и длиной l сила Q_{max} имеет наибольшее значение,—легко решается для пружины с любой формой поперечного сечения.

В формуле (26) единственной переменной величиной для этого случая будет r_0, и уравнение $\dfrac{dQ_{max}}{dr_0} = 0$ дает

$$-\frac{2}{r_0^3}\sin\alpha_0\cos^2\alpha_0 + \frac{3b}{\pi r_0^4} = 0,$$

откуда

$$\left.\begin{aligned} r_0 &= \frac{3b}{2\pi\sin\alpha_0\cos^2\alpha_0}, \\ \chi_0 &= \frac{l\cos\alpha_0}{r_0} \approx \frac{2\pi h_0}{3b}\left(1 - \frac{3}{2}\sin^2\alpha_0\right), \\ n &= \frac{\chi_0}{2\pi} \approx \frac{h_0}{3b}\left(1 - \frac{3}{2}\sin^2\alpha_0\right), \end{aligned}\right\} \qquad (29)$$

или более приближенно:

$$n_0 = \frac{3b}{2\pi \sin\alpha_0},$$

$$\chi_0 = \frac{2\pi h_0}{3b}, \qquad (29')$$

$$n = \frac{h_0}{3b}.$$

Из последней зависимости следует, что высота полувитка

$$h' = \frac{h_0}{2^n} = \frac{3}{2} b, \qquad (30)$$

а не 2 b, как получено Г. Д. Гродским.

Таким образом, из проволоки данных размеров и веса пружина с заданной высотой в свободном состоянии и наибольшим значением силы Q_{max} получается тогда, когда

$$\nu = \frac{b}{\pi r_0} = \frac{2}{3} \sin\alpha_0 \ (1 - \sin^2\alpha_0) \approx \frac{2}{3} \sin\alpha_0.$$

На практике применяются меньшие значения ν, поэтому всегда следует стремиться к наибольшему значению коэффициента ν, поскольку это допустимо конструкцией и величиной наибольшего напряжения, т. е. при выбранном b — к наименьшему радиусу r_0.

Заметим, наконец, что для пружины с одинаковым наклоном витков до деформации, одинаковым радиусом пружины и одинаковым размером $2b$, силы полного сжатия будут, независимо от формы поперечного сечения, пропорциональны жесткостям этих пружин на кручение. Это вытекает непосредственно из формулы (26).

§ 3. Случай действия на пружину одной лишь продольной силы

Этот случай межет иметь место при свободных концах пружины и отсутствии на них сил трения. Дополнительным условием здесь явится равенство нулю момента динамы K, определяемого во второй формуле (9). С помощью этого условия сила R выразится опять-таки лишь через ту же величину ξ.

Однако, исследование этого случая дало результаты, мало отличающиеся от предыдущего случая. Так, например, для пружины эллиптического сечения наибольшее нормальное напряжение, вместо (23), определится формулой

$$N_{max} = \frac{E\cos\alpha_0}{2r_0}\,|\xi|\,(1+\gamma)\,\frac{akm}{\sqrt{1-\frac{e^2}{k^2-1}}} \qquad (31)$$

где γ — малая 2-го порядка, определяемая выражением

$$\gamma = (1-m)\,sin^2\alpha_0 + \left(\frac{3}{2} - 2m\right)\,sin\alpha_0\,\xi + \left(\frac{1}{2} - m\right)\xi^2 \qquad (32)$$

Вычисления показывают, что даже при двойном растяжении пружины N_{max} будет иметь вид:

при $k = 4$ $\qquad N_{max} = 0{,}725\sqrt{\omega}\;\frac{E\cos\alpha_0}{2r_0}\,|\xi|,$

при $k = 2$ $\qquad N_{max} = 0{,}869\sqrt{\omega}\;\frac{E\cos\alpha_0}{2r_0}\,|\xi|.$

Таким образом, численные коэффициенты получились немного меньшими, чем в соответствующем примере предыдущего случая. Близкие значения получаются и для Q_{max}, а также и для остальных величин.

Часто является затруднительным установить наличие или отсутствие поворота концов пружины относительно друг друга при работе пружины. Вследствие же малого различия результатов для рассмотренных двух крайних случаев, практические расчеты следует вести по формулам для первого случая, так как небольшая разница, получающаяся в наибольшем напряжении в этих случаях, пойдет в дополнительный запас прочности

Сибирский физико-технический
институт при ТГУ

ЛИТЕРАТУРА

1. Гродский Г. Д. Теория винтовых пружин, изд. Ком. Особ. Арт. Опытов, Ленинград, 1925.

2. Filon, Onthe Resistance to Torsion of Certain Formes of Shafting, Phil. Trans. of the Roy. Soc. of zondon, ser. A, vol 193, 1900.

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
1948 УНИВЕРСИТЕТА имени В. В. КУЙБЫШЕВА № 11

К ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ КАЧЕСТВА УГЛЕЙ ТОМЬ-УСИНСКОГО РАЙОНА КУЗБАССА

Проф. В. А. ХАХЛОВ и доц. А. А. ЛАРИЩЕВ

Одним из основных правил, принятых, при опубликовании тех или иных материалов о научных исследованиях, и обязательных для автора, является необходимость полного и исторически правильного освещения всех опубликованных материалов предыдущих исследователей по данному вопросу. Незнание и незнакомство с литературой не может служить извиняющим фактором, особенно когда вопрос касается приоритета или заострения внимания на каких-то неизвестных до сего времени особенностях или качествах того или другого полезного ископаемого.

В Вестнике Западно-Сибирского Геологического Управления № 4 за 1947 год помещена статья Г. П. Радченко: „Томь-Усинский угленосный район Кузнецкого бассейна", в которой из 13 указанных в списке литературы наименований семь рукописных, ссылки на которые вообще не обязательны, в то время как уже опубликованные новые данные предыдущих исследователей были игнорированы автором или же он не знал о их существовании, что привело к известным искажениям в изложении исторической последовательности изучения некоторых качеств углей, например, того же Томь-Усинского района.

Второе обстоятельство, которое заставляет нас поместить некоторые справочные материалы, это то, что Г. П. Радченко, ссылаясь на работу профессора Хахлова, указывает, что она опубликована в Вестнике Западно-Сибирского Геологического Управления (после работы В. И. Яворского 1937 г.), № 1, вышедшем в 1938 г. К сожалению приходится констатировать, что в Вестнике такой работы проф. В. А. Хахлова не имеется и вообще в 1938 г. проф. В. А. Хахлов никаких материалов по данному вопросу не печатал. Все это было сделано гораздо раньше и в то время, когда В. А. Хахлов со своими помощниками доц. Г. Л. Поспеловым, доц. А. А. Белицким, доц. Л. А. Рагозиным, доц. А. Г. Сивовым и доц. Лари-

щевым А. А. производили изучение юго-восточной части Кузбасса и во время разведочных работ вскрыли впервые многие пласты каменного угля и выделили Прокопьевскую свиту, характеризующуюся своими углями, аналогичными Прокопьевскому району.

В статье Г. П. Радченко на первой странице указывается, что в более позднем своем рукописном отчете за 1937 г. В. И. Яворский указал на тот факт, что отдельные куски угля, взятые им у выхода одного из верхних пластов свиты по реке Усу, обнаруживают признаки хорошего спекания.

Ниже автор пишет, что В. И. Яворский в своих последних сводках по Кузбассу (1940 г.) отметил значительное богатство юго-восточной окраины Кузбасса пластами угля и первым высказал мнение, что некоторые из них могут быть сложены хорошо спекающимися углями.

При всей несомненности огромных заслуг В. И. Яворского и автора статьи Г. П. Радченко в изучении геологического строения, угленосности и качества углей Кузнецкого каменноугольного бассейна, справедливость и объективность требует отметить, что не вышеуказанные лица, а профессор В. А. Хахлов отметил еще в 1932 году все эти особенности углей юго-восточной части Кузбасса в своих печатных работах. Что же касается ссылки автора на В. А. Хахлова на 2 странице, то она является недостаточной, поскольку она ограничивается общей фразой и без указания времени опубликования.

По этому поводу мы приводим следующие справки:

В 1932 году в своей работе „Геологический разрез продуктивной толщи в юго-восточной части Кузбасса" на стр. 36 В. А. Хахлов писал:

„Усть-Ольджерасское месторождение.....Нижние пачки угля, имеющие мощность до 4 *м*, дали слабо спекающийся кокс".

По II Сыркашевскому месторождению—„Кокс слабо спекшийся".

По III Сыркашевскому месторождению—„Кокс хорошо спекающийся".

Эти же данные были опубликованы и в 1935 году в его статье „Юго-восточная окраина Кузбасса", опубликованная в томе—Полезные ископаемые Западно-Сибирского края. Далее эти данные повторяются в работе проф. В. А. Хахлова—„Стратиграфия угленосных отложений юго-восточной части Кузбасса" (Труды Томского Университета, том 69, 1936 г.).

Ссылка же на работу В. А. Хахлова, опубликованную в Вестнике за 1938 г., не соответствует действительности.

Далее на странице 2 тот же автор указывает, что более опреде-

ленное мнение о возможности нахождения в Томь-Усинском районе коксующихся и даже нормальных коксовых углей связали в 1940 году Г. П. Радченко и Т. И. Шлыкова. Автору было видимо неизвестно или он сознательно игнорировал ранние указания доцента Томского университета А. А. Ларищева, который в своем докладе на Научной Конференции по изучению и освоению производительных сил Сибири, состоявшейся в июне 1939 года при участии всех геологов Западной Сибири и академика М. А. Усова указал, что особого внимания заслуживают угли Сибергинского, Сыркашевского и Усть Ольджерасского месторождений района, впоследствии Томь-Усинского района, так как петрографические исследования, проведенные еще в 1936 году, химические анализы и сопоставление с углями ранее изученных и уже эксплоатируемых месторождений Кузбасса—позволяют отнести их к группе, столь дефицитных в Кузбассе, коксующихся углей и привел соответствующие доказательства этих выводов, основанные на фактическом материале его петрографических исследований. В тезисах и авторефератах докладов вышеуказанной конференции, вышедших из печати еще до открытия конференции, то-есть в мае 1939 года, на стр. 72 помещен краткий автореферат доклада доц. А. А. Ларищева: „Петрографические исследования некоторых углей Западной Сибири", где приведены вполне определенные указания на коксуемость углей Сибергинского, Сыркашевского и Усть Ольджерасского месторождений и некоторые доказательства, а также и указания на отсутствие коксующихся свойств, в связи со степенью углефикации, у углей Корайского и Чульджанского месторождений, того же района, в юго восточной части Кузбасса.

В отношении углей первых трех месторождений в этих тезисах кроме того указываются некоторые петрографические признаки, характерные для гумитов ряда „ПЖ" и „К", а среди химических данных такие, которые указывают на присутствие углей IV группы классификации Грюнера, то-есть углей коксовых. Для углей двух пластов Корайского месторождения и против улуса Чульджан сообщаются петрографические данные о более высокой степени углефикации, приближающейся к группе „ПС" и „Т", то-есть паровичноспекающихся и тощих. Все лабораторные исследования проведены в 1936 году; что опубликовано в тезисах тиражом 400 экземпляров.

В целях уточнения истории вопроса изучения качества углей юго-восточной окраины Кузбасса считаем необходимым довести до сведения геологической общественности вышеприведенные справки.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Алабужев П. М. доц.—Вековые возмущения планеты Паллада от Юпитера 3
2. Бюлер Г. А. доц.—Напряженность магнитного поля в цилиндре с разрезом 7
3. Бюлер Г. А. доц.—Распределение плотности индукционных токов на поверхности металла 11
4. Иванин В. А. доц.—К вопросу о возрасте некоторых горизонтов коралловых известняков девона северозападной окраины Кузбасса . 17
5. Иоганзен Б. Г. проф. и Гундризер А. Н.—Концентрация NaCl, губительная для некоторых пресноводных сибирских рыб 27
6. Киселева Е. Ф. доц.—К фауне пухоедов Mallophaga птиц Томского района 41
7. Клементьев З. И. доц.—О линейных функционалах на полуупорядоченных пространствах 47
8. Клементьев З. И. доц.—О самосопряженности линейных полуупорядоченных пространств 53
9. Кузнецов К. А. проф.—Почвы Правобережья р. Галки . 57
10. Ларищев А. А. доц.—К вопросу о природе углей барзасского типа 79
11. Ларищев А. А. доц.—Микрофлора из минусинских и барзасских горючих сланцев девона 101
12. Мизеров Б. В. аспирант. К стратиграфии кайнозойских отложений района села Воронова на р. Оби 109
13. Некрашевич Н. Г. кан. биол. наук.—Новые формы рыб из Алакульских озер 119
14. Сивков А. А. доц.—Сравнение способов Callandreau и Halphen'a для вычисления вековых возмущений первого порядка на примере вычисления возмущений планеты (13) Egeria от Юпитера 125
15. Серебренников В. В. доц. и Карпов А. М.—Феррицианидный метод последовательного определения цинка и кадмия в кадмиевых электролитах 137
16. Титова С. Д. доц.—Триэнофороз рыб Телецкого озера . . 145
17. Томилов Е. Д. доц.—О статической теории винтовых пружин большой мощности 153
18. Хахлов В. А. проф. и Ларищев А. А. доц.—К истории изучения качества углей Томь Усинского района Кузбасса 169

К304513
Сдано в производ. 26/VII-48 г.
Подписано к печати 11/XII-48 г.
Заказ № 2563

Знаков в 1 печ. л. 43200
Объем 10,75 п.л., авт 12 л.
Тираж 1500 экз.
Цена 10 руб.

Томск, типография № 1 Полиграфиздата. Советская, 47.