

ACADEMY OF SCIENCES OF THE USSR

TRANSACTIONS  
OF THE HYDROBIOLOGICAL  
SOCIETY  
OF THE USSR

Volume XI



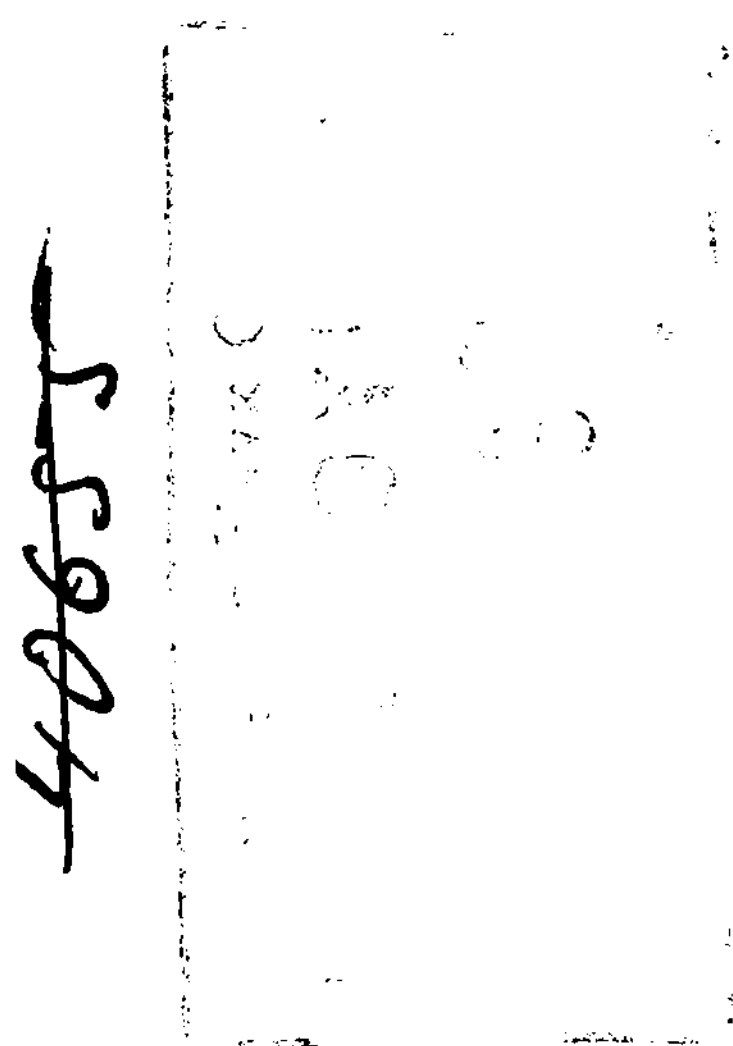
PUBLICATION OF ACADEMY OF SCIENCES OF THE USSR

MOSCOW 1964

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

ТРУДЫ  
ВСЕСОЮЗНОГО  
ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОГО  
ОБЩЕСТВА

Том XI



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА 1961



РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

*Н. С. Гаевская, В. И. Жадин, Л. А. Зенкевич,  
М. М. Кожов, Я. В. Ролл, П. И. Усачев*

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

Член-корреспондент АН СССР

*Л. А. Зенкевич*

## ПРЕСНОВОДНЫЕ ОРГАНИЗМЫ, ИХ ЭКОЛОГИЯ

Г. А. СОКОЛОВА

### СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА И ЧИСЛЕННОСТИ ЖЕЛЕЗОБАКТЕРИЙ И КРУГОВОРОТ ЖЕЛЕЗА В ГЛУБОКОМ ОЗЕРЕ

*(Институт микробиологии АН СССР; Москва)*

Круговорот железа в озерах изучался немногими исследователями. Наиболее полные наблюдения были проведены В. С. Ивлевым (1937) на Белом озере в Косине и Иосимура (Joshimura, 1936) на ряде японских озер.

Эти авторы показали, что в воде эвтрофных и мезотрофных озер количество железа сильно увеличивается в придонных слоях в период стагнаций, а во время циркуляций железо окисляется и выпадает в осадок.

Однако роль железобактерий в окислении железа не исследовалась. Имеются лишь отрывочные сведения относительно распространения в озерах отдельных форм железобактерий (Соколова, 1959). Организмы из этой группы бактерий хорошо описаны в обзорных работах Дорфа (Dorff, 1934), Прингсхейма (Pringsheim, 1949), Н. Г. Холодного (1953) и Б. В. Перфильева (1959). В отличие от других групп микроорганизмов они могут быть обнаружены микроскопически, на основании особенностей морфологии.

Отдельные виды железобактерий из оз. Глубокого учитывались на мембранных фильтрах. Основной первичный материал, собранный А. П. Щербаковым в 1950—1951 гг., был дополнен небольшим материалом, собранным мною в октябре 1957 г. Пробы воды с разных горизонтов отбирали один-два раза в месяц и фильтровали через мембранные фильтры № 3.

Бактерии на фильтрах окрашивали 5%-ным раствором эритрозина в 5%-ной карболовой воде и далее обрабатывали 5%-ной желтой кровяной солью и разбавленной соляной кислотой. При этом окисные железистые отложения окрашивались в синий цвет. Количество железобактерий учитывали под микроскопом по методу А. С. Разумова (1932) при увеличении в 900 раз. Одновременно с отбором проб воды для микробиологического анализа А. П. Щербаков определял температуру и количество в воде кислорода и железа. Данные химических анализов были также любезно предоставлены А. П. Щербаковым, за что приношу ему искреннюю благодарность.

В результате обработки материалов мною в Глубоком озере было найдено 11 видов железобактерий: *Spirothrix pseudovacuolata* Perf., *Leptothrix ochracea* Kütz., *L. crassa* Chol., *Metallogenium personatum* Perf., *Siderocapsa treubii* Mol., *S. major* Mol., *S. coronata* Redinger, *Gallionella ferruginea* Ehrenb., *G. minor* Chol., *G. planctonica* Rasumov, *Ochrobium tectum* Perf. Кроме того, было обнаружено два ранее не описанных организма из родов *Gallionella* и *Pasteuria*, по-видимому, принимающих участие в превращении форм железа в водоемах, так как они давали положительную окраску на окисное железо. Сезонное изменение численности и вертикальное распределение названных бактерий представлены на рис. 1.

Постоянно находимым в планктоне и довольно многочисленным был *Spirothrix pseudovacuolata*. У самого дна он встречался в виде длинных, до 250  $\mu$ , спирально извитых нитей с сильно утолщенными железистыми чехлами.

В вышележащих слоях нити значительно короче, по 2—5 завитков, иногда с едва заметным отложением железа в чехле. Попадались также прямые нити, которые и Б. В. Перфильев (1927) и Дорф (Dorff, 1934) относят к этому же виду.

*S. pseudovacuolata* в озере в период стагнации приурочен к придонным слоям и наиболее многочислен у самого дна. Появившись после весеннего перемешивания, к концу летней стагнации он численно постепенно увеличивается и затем выносится в вышележащие горизонты. Кислород в эти месяцы на глубинах с 20 м отсутствует и по методу Вивклера не определяется, т. е. *S. pseudovacuolata* развивается в бескислородной зоне. С началом осеннего перемешивания этот вид равномерно распределяется по всей водной толще и численность его в пересчете на все озеро в целом увеличивается в несколько раз.

Зимой *S. pseudovacuolata* встречается лишь в нижнем пятиметровом слое в небольшом количестве, но к началу весенней циркуляции численность его вновь увеличивается до 25 тыс. нитей в 1 мл. Кислород в это время присутствует до глубины 26 м. В апреле, после вскрытия озера и с началом перемешивания воды, *Spirothrix* вновь появляется на всех глубинах.

Другой массовой формой оказалась *Gallionella ferruginea*. На мембранных фильтрах она встречалась в виде отдельных дихотомически ветвящихся нитей или, в большом количестве, в виде нитей, спутанных в клубки (рис. 2, б).

У этого вида клетки непрочны соединены со стебельками и легко отрываются (Холодный, 1953). Поэтому часто попадались нити без клеток; иногда на микроскопическом препарате клетки обнаруживались в непосредственной близости к нитям.

*G. ferruginea* была обнаружена в пробах воды со всех горизонтов в приблизительно одинаковом количестве, и лишь у самого дна, где кислород отсутствовал, она почти или вовсе не встречалась. Колебания численности в разные месяцы значительны.

*Metallogenium personatum* на необработанных желтой кровяной солью фильтрах имеет вид желто-бурых сферических комочков с короткими толстыми лучами (рис. 2, а). Эти комочки хорошо красятся в синий цвет и, следовательно, содержат отложения окисного железа. Сам организм так замаскирован этими отложениями и состоит из настолько тонких нитей, что его с трудом можно различить только после обработки соляной кислотой. Подробно он был изучен Б. В. Перфильевым (1952, 1959).

В воде Глубокого озера *M. personatum* был найден главным образом в пробах с больших глубин и отсутствовал в эпилимнионе, за исклю-

чением одного случая. В летне-осенние месяцы этот вид был сосредоточен у дна, с наступлением гомотермии распределение его по вертикали выравнивалось, а затем он почти совсем исчез и вновь появился в феврале у дна и в апреле в поверхностном слое.

Однако такая картина распределения не повторяется каждый год. Так, зимой 1950 г. он появился в таком количестве, что фильтры, через которые было профильтровано по 30 мл воды, были окрашены в бурый цвет. В это время он попадался во всем нижнем 15-метровом слое воды, достигая у дна численности в 340 тыс. колоний в 1 мл. В 1951 г. эта зона ограничивалась уже нижним 7-метровым слоем с наибольшей численностью всего в 10 тыс. колоний в 1 мл.

Как видно из рис. 1, *Metallorgenium* приурочен к зоне, где кислород отсутствует или находится в очень малом количестве.

*Ochrobium testum* обнаруживается на фильтрах в виде единичных клеток и целыми гроздьями. В августе 1950 г. его численность в эпилимнионе достигала 50 тыс. кл./мл. В гиполимнионе его не было. В сентябре *Ochrobium* переместился в нижележащие горизонты, с уменьшенным количеством кислорода, и численность его уменьшилась до 2—5 тыс. кл./мл. В дальнейшем обнаружить его не удалось вплоть до апреля. Затем, перед вскрытием озера, он вследствие быстрого и интенсивного развития накопился в огромном количестве и был распределен равномерно по всем горизонтам, независимо от содержания кислорода.

*Siderocapsa coronata* (рис. 2, г) была обнаружена не во всех пробах воды. Она появилась в ноябре, при перемешивании воды, и достигла наибольшей численности, а затем быстро исчезла, и в дальнейшем единичные колонии можно было встретить лишь в отдельных пробах, чаще у дна. В период весенней циркуляции *S. coronata* встречалась в большом количестве по всей водной толще.

*S. treubii* отличался от предыдущего вида меньшими размерами колоний и клеток, менее яркой окраской и слабым светопреломлением (рис. 2, в).

Этот вид был найден в августовских пробах на средних глубинах в количестве 2—5 тыс. колоний в 1 мл и в апреле — по всему вертикальному разрезу. В других пробах не обнаружен. Известно, что *S. treubii* встречается в озерах с щелочной и нейтральной водой (Hardman a. Henrici, 1939). Питание Глубокого озера водами окружающих его болот обеспечивает постоянный приток гуминовых веществ. С другой стороны, вода в озере имеет слабокислую реакцию. Поэтому появление *S. treubii* в определенные периоды обусловлено действием временных факторов — поступлением в озеро большого количества воды после обильных дождей в августе и весенних паводковых вод, которые приносят много растворенных гуматов.

Другие виды железобактерий попадались в пробах изредка и в небольшом количестве. Так, *Gallionella planctonica*<sup>1</sup> была обнаружена в эпилимнионе в нескольких пробах в количестве 100—200 колоний в 1 мл. Возможно, ее развитие подавляется кислой реакцией воды, так как в Клязьминском водохранилище этот вид наибольшей численности достигает летом при pH 7—8,5 (Разумов, 1949).

*Leptothrix ochracea* был найден на глубине 25—30 м в бескислородной зоне с большим количеством железа (до 4 мг/л) зимой и весной 1951 г. — на глубине 5 м в количестве 1—3 тыс. нитей в 1 мл.

<sup>1</sup> По-видимому, ее правильнее отнести к роду *Blastocaulis* ввиду размножения почкованием, отмеченного рядом авторов, что не свойственно роду *Gallionella* (Henrici a. Johnson, 1935).



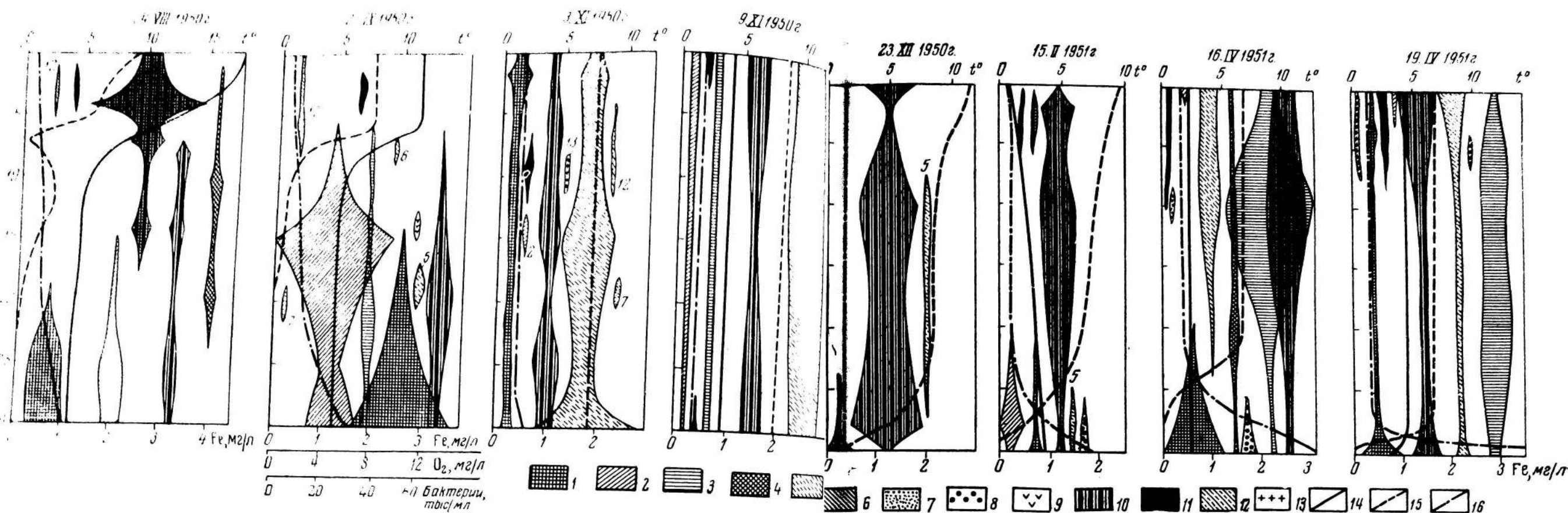


Рис. 1. Распределение железобактерий в Глубоком озере

1 — *Spirothrix pseudovacuolata*; 2 — *Metallogenium personatum*; 3 — *Ochrobium tectum*; 4 — *Sierocapsa treubii*; 5 — *S. coronata*; 6 — *S. major*; 7 — *Gallionella minor*; 8 — *Leptothrix ochracea*; 9 — *L. crassa*; 10 — *G. ferruginea*; 11 — *G. planctonica*; 12 — новый организм из рода *Gaillonella*; 13 — новый организм из рода *Pasteuria*; 14 — температура, °C; 15 — кислород, мг/л; 16 — железо, мг/л

Таблица

Соотношение общей численности бактерий (А) и

железобактерий (Б) в Глубоком озере (в тыс. кл./мл)

Глубина, м	24.VIII			27.IX			3.XI			9.XI			23.XII			15.II			16.IV			19.IV		
	количество бактерий		Б в % от А	количество бактерий		Б в % от А	количество бактерий		Б в % от А	количество бактерий		Б в % от А	количество бактерий		Б в % от А	количество бактерий		Б в % от А	количество бактерий		Б в % от А	количество бактерий		Б в % от А
	А	Б		А	Б		А	Б		А	Б		А	Б		А	Б		А	Б		А	Б	
0	1460	7,2	0,5	1040	10	0,98	900	40	4,5	1430	129	9,5	1650	19,5	1,1	840	11	1,3	1400	51	3,7	1250	90	7
5	1440	17,4	1,2	1040	40	3,4	1660	86	5,2	—	—	—	1460	3,5	0,23	970	17	1,8	—	—	—	1310	95	7
10	980	10	1,1	680	1,4	0,3	1450	121	8,7	—	—	—	1060	30	3	940	14	1,5	1620	100	7	—	—	—
15	750	37,5	5	640	78	12	1170	159	13	1110	132	12	1300	4,7	1,1	890	12,6	1,4	—	—	—	—	—	—
20	2000	25	1,2	890	151	16	960	92	9	—	—	—	1110	25	2,3	770	15,4	2	920	34	3,6	—	—	—
25	1340	110	8	380	213	56	1450	69	5	—	—	—	1310	38	2,1	760	53	7	—	—	—	720	28	4
30	3630	219	6,5	950	427	43	1590	146	9	1210	105	8	1890	107	5,5	3060	58	1,9	1500	303	20	3600	175	5

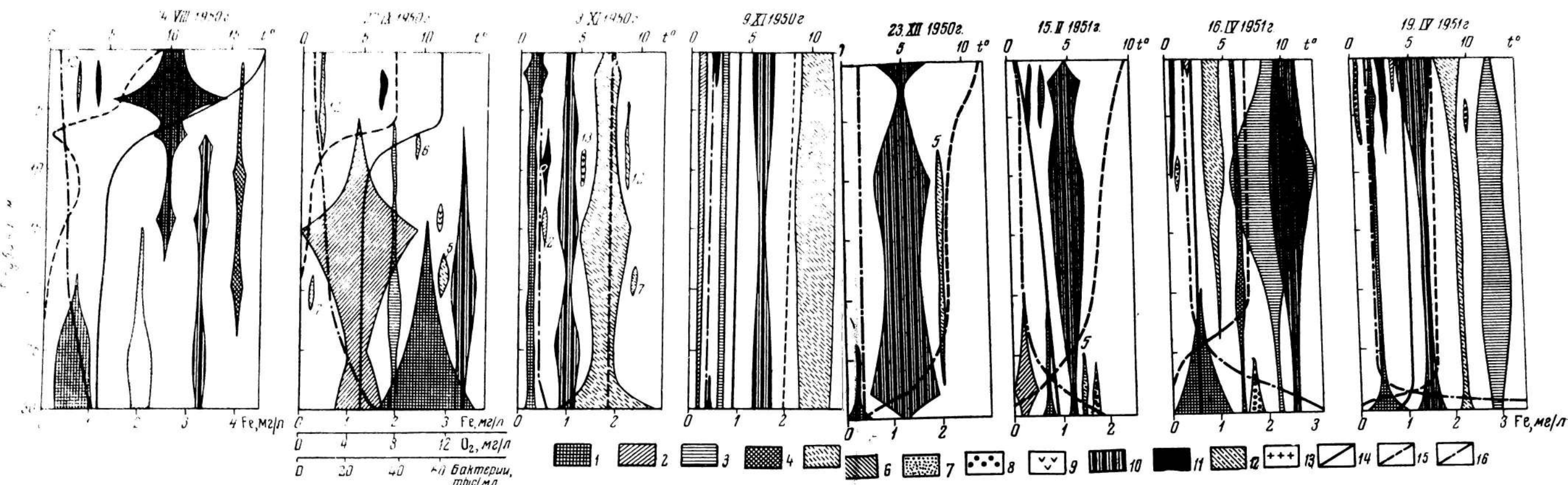


Рис. 1. Распределение железобактерий в Глубоком озере

1 — *Spirothrix pseudovacolata*; 2 — *Metallogenium personatum*; 3 — *Ochrobium tectum*; 4 — *Siderocapsa treubii*; 5 — *S. coronata*; 6 — *S. major*; 7 — *Gallionella minor*; 8 — *Leptothrix ochracea*; 9 — *L. crassa*; 10 — *G. ferruginea*; 11 — *G. planctonica*; 12 — новый организм из рода *Gaillionella*; 13 — новый организм из рода *Pasteuria*; 14 — температура, °C; 15 — кислород, мг/л; 16 — железо, мг/л

Таблица

Соотношение общей численности бактерий (А) и

железобактерий (Б) в Глубоком озере (в тыс. кл./мл)

Глубина, м	24.VIII			27.IX			3.XI		
	количество бактерий		Б в % от А	количество бактерий		Б в % от А	количество бактерий		Б в % от А
	А	Б		А	Б		А	Б	
0	1460	7,2	0,5	1040	10	0,98	900	40	4,5
5	1440	17,4	1,2	1040	40	3,4	1660	86	5,2
10	980	10	1,1	680	1,4	0,3	1450	121	8,7
15	750	37,5	5	640	78	12	1170	159	13
20	2000	25	1,2	890	151	16	960	92	9
25	1340	110	8	380	213	56	1450	69	5
30	3630	219	6,5	950	427	43	1590	146	9

Глубина, м	9.XI			23.XII			15.II			16.IV			19.IV		
	количество бактерий		Б в % от А	количество бактерий		Б в % от А	количество бактерий		Б в % от А	количество бактерий		Б в % от А	количество бактерий		Б в % от А
	А	Б		А	Б		А	Б		А	Б		А	Б	
0	1430	129	9,5	1650	19,5	1,1	840	11	1,3	1400	51	3,7	1250	90	7
5	—	—	—	1460	3,5	0,23	970	17	1,8	—	—	—	1310	95	7
10	—	—	—	1060	30	3	940	14	1,5	1620	100	7	—	—	—
15	1110	132	12	4300	4,7	1,1	890	12,6	1,4	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	1110	25	2,3	770	15,4	2	920	34	3,6	—	—	—
25	—	—	—	1310	38	2,1	760	53	7	—	—	—	720	28	4
30	1210	105	8	1890	107	5,5	3060	58	1,9	1500	303	20	3600	175	5



Ветвящиеся нити с сужающимися концами, определенные как *L. crassa*, находились в пробах с глубины 15 м в сентябре и 8—12 м в апреле, перед вскрытием.

То же можно сказать о *Gallionella minor*. В 1950 г. она встретилась лишь в одной пробе воды с глубины 20 м (в ноябре), а в октябре 1957 г. ее численность в пробах с разных горизонтов доходила до 30 тыс. кл./мл.

*Siderocapsa major* также была обнаружена только в сентябре в эпилимнионе.

Организм, отнесенный мною к роду *Gallionella* (рис. 3), построением колоний напоминает несколько *Gallionella planctonica*: из общего центра сферической колонии расходятся лучи, сильно расширенные к основанию. Эти лучи пропитаны гидратом окиси железа и хорошо окрашиваются желтой кровяной солью в синий цвет. Длина стеблей варьирует в пределах 5—7  $\mu$ . На концах лучей сидят бобовидные клетки размером  $2,5 \times 1,5 \mu$ ; некоторые лучи не несут клеток. По личному сообщению Л. Розановой, подобный организм часто встречается в воде Горьковского водохранилища.

Другой, точно не определенный организм, отнесенный к роду *Rasteuria* (рис. 4), также колониальный. В центре колонии находится слизистый комочек неправильной формы, пропитанный окисным железом. Размеры комка от 1 до 8—11  $\mu$ . С одной стороны его располагается масса сферических продолговатых клеток величиной 1—1,5  $\mu$ . Попадают скопления из 1—3 клеток, сидящих на маленьком железистом образовании рядом с крупными колониями, насчитывающими до 40 клеток, расположенных вокруг большого комка слизи. На фильтрах хорошо заметно, что размножение происходит почкованием и продольным делением. Характер связи клеток с железистым комком выявить на фильтрах при окраске фуксином и эритрозином не удалось. Некоторые клетки сидят прямо на комке, другие расположены на некотором расстоянии и, по-видимому, связаны в единую колонию тонкими стебельками.

Наиболее правильно судить о роли железобактерий в круговороте железа в озере можно, сопоставляя общее количество железа в водной массе озера с общим числом железобактерий. С этой целью на основании анализов Щербакова мною было высчитано количество общего железа, а также сделан подсчет количества клеток железобактерий на весь объем озера (рис. 5). Это можно было легко сделать с помощью планиметра, пользуясь объемной шкалой, приведенной у С. Д. Муравейского (1934).

Из рис. 5 видно, что колебания количества железа в Глубоком озере дают картину, типичную для других водоемов. В период зимней и летней стагнации за счет выноса из иловых отложений происходит обогащение железом сначала придонных, а затем и вышележащих слоев, и к периодам циркуляции в озере накапливается до 2,5—2,9 т железа. При осеннем и весеннем перемешивании оно окисляется и оседает. Именно в эти моменты и наблюдается усиленное развитие железобактерий, что приводит к резкому увеличению их количества, достигающего до  $700 \times 10^{15}$  клеток. Такие большие цифры должны указывать на огромную роль этой группы бактерий в круговороте железа.

Дополнительные подсчеты показали, что в Глубоком озере железобактерии составляют значительную часть микрофлоры воды, особенно в гипolimнионе: на них приходится 3—12%, а в отдельных случаях 56% общего числа бактерий. В периоды осеннего и весеннего перемешиваний их численность в озере увеличивается с 2—5 до 7—12% (см. таблицу).



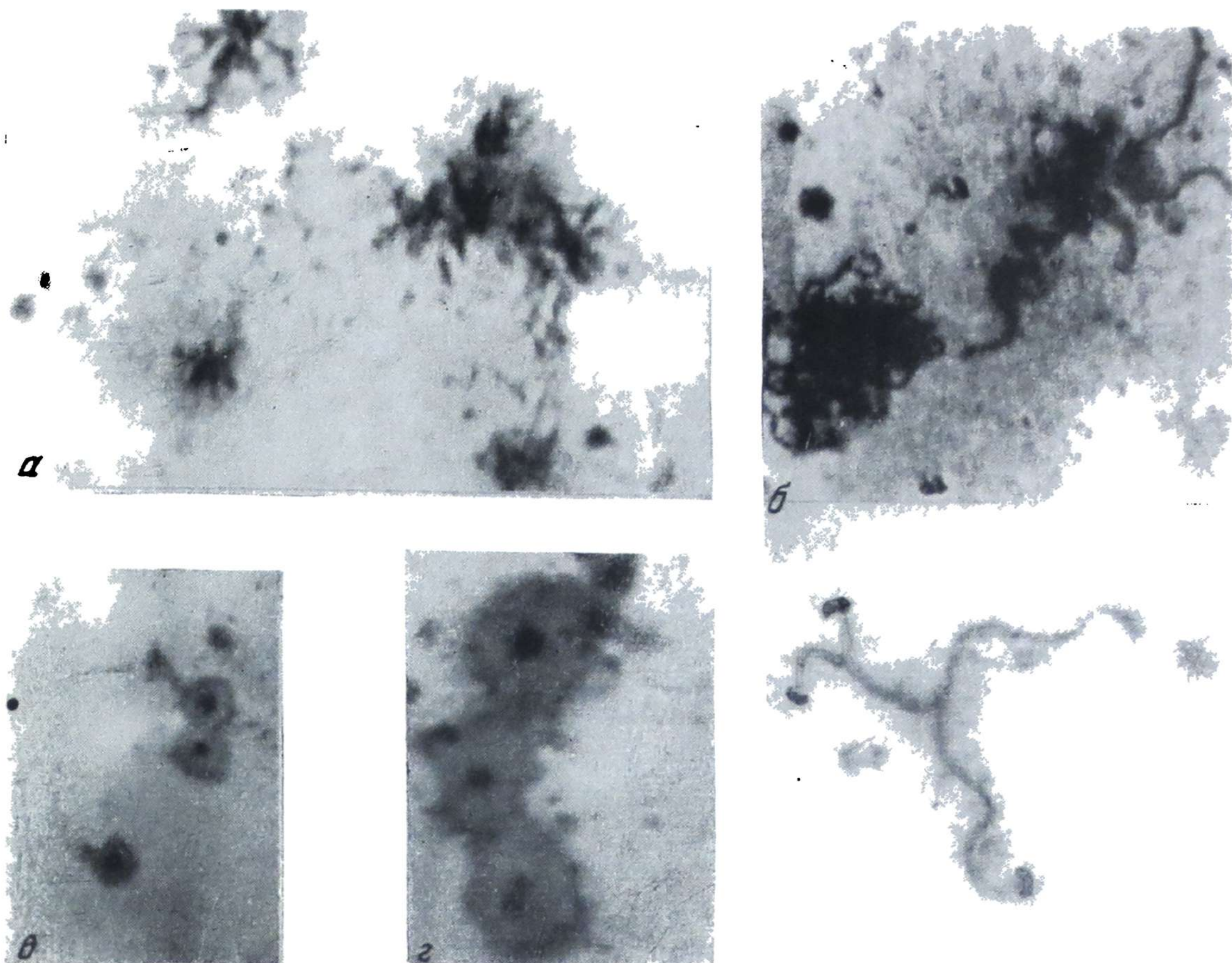


Рис. 2. Железобактерии, обнаруженные в Глубоком озере (увеличение 2000 раз)  
 а — *Metallogenium porsonatum*; б — клубки нитей и отдельная нить *Gallionella ferruginea*;  
 в — колонии *Siderocapsa treubii*; г — колонии *S. coronata*

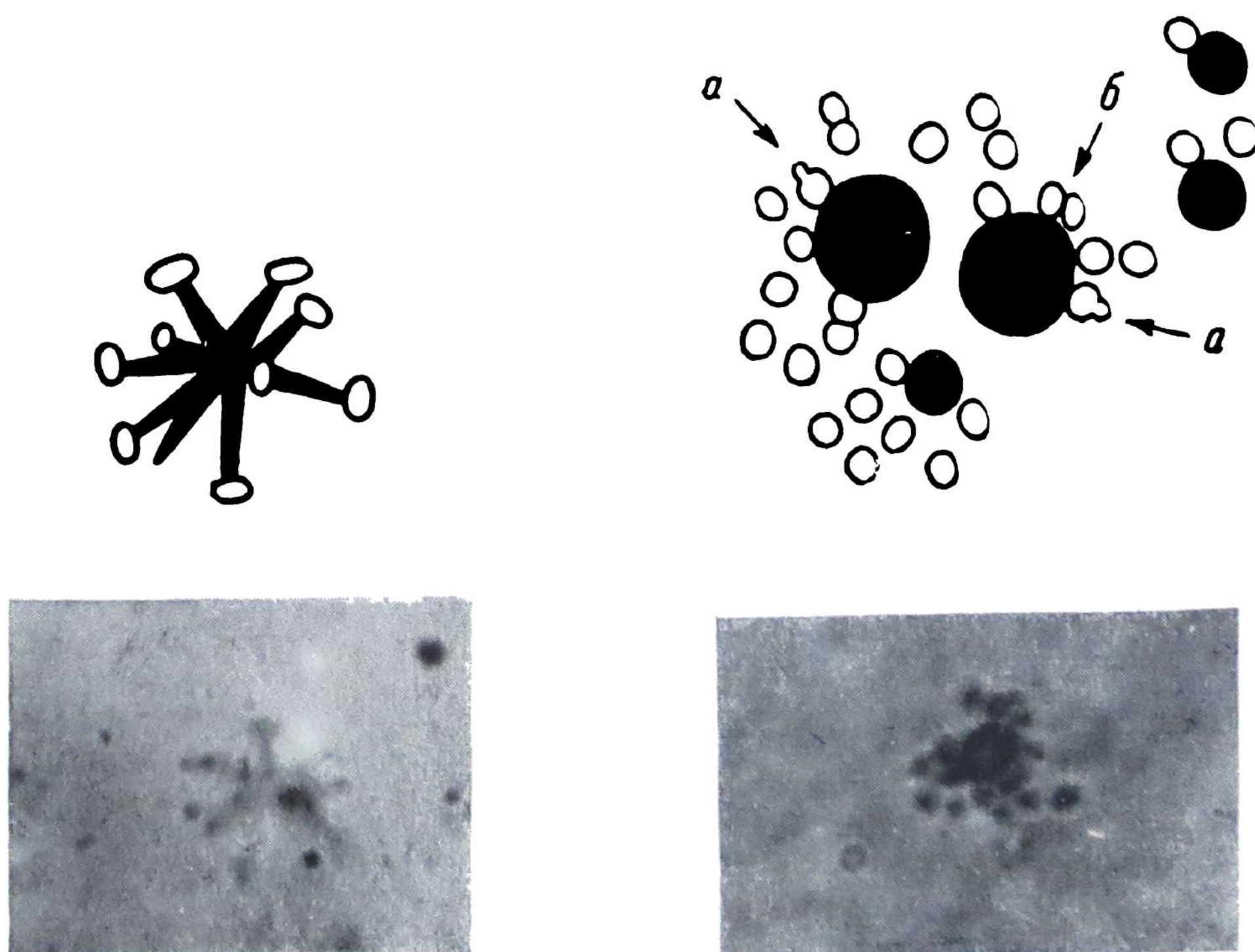


Рис. 3. Колонии нового организма из рода *Gallionella*

Рис. 4. Почкование и деление клеток нового организма из рода *Pasteuria*

а — почкующиеся клетки; б — продольное деление клетки



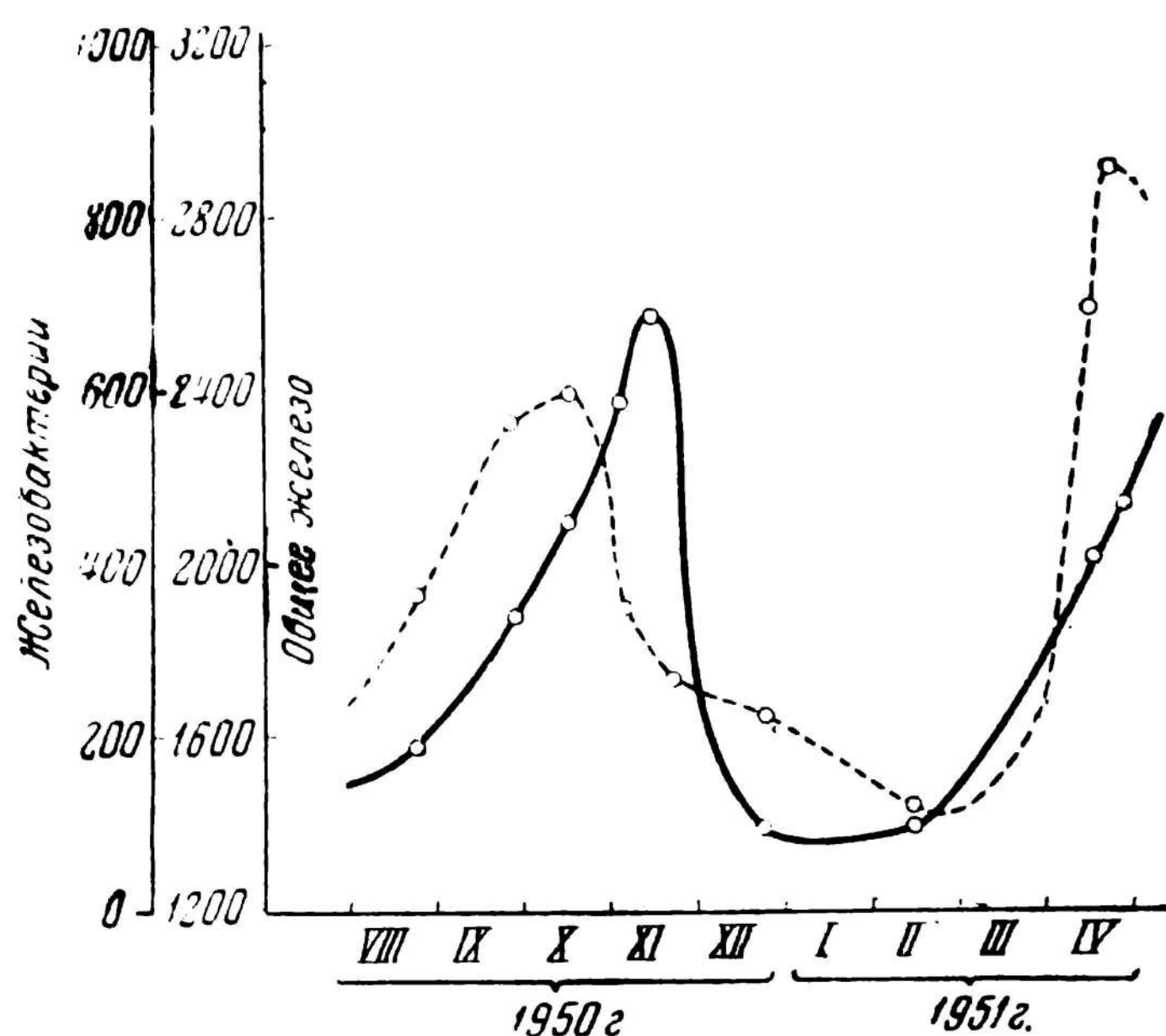


Рис. 5. Сезонное соотношение количества железа и железобактерий в Глубоком озере. (Расчет сделан на объем всего озера)

Пунктир — общее железо, мг; сплошная линия — количество железобактерий (10<sup>16</sup> клеток)

### ВЫВОДЫ

1. Методом учета на мембранных фильтрах в воде озера Глубокого было обнаружено 11 видов железобактерий и 2 организма из родов *Gallionella* и *Pasteuria*. 2. Выяснены вертикальное распределение и сезонное изменение численности железобактерий и намечена связь их с некоторыми экологическими факторами. 3. Наибольшее количество железобактерий приурочено к периодам осенней и весенней циркуляций, когда в воде находится наибольшее количество железа. 4. Количество железобактерий колеблется в пределах 0,3—56% от общего числа бактерий в воде озера, а в периоды перемешивания воды составляет в среднем 7—12%. Наибольшее количество железобактерий в Глубоком озере встречается в гипolimнионе.

### ЛИТЕРАТУРА

- И в л е в В. С. 1937. Материалы по изучению баланса веществ в Белом озере. Баланс железа.— Труды лимнол. станции в Косине, вып. 21.
- М у р а в е й с к и й С. Д. 1934. Морфометрия Глубокого озера.— Труды лимнол. станции в Косине, вып. 13—14.
- П е р ф и л ь е в Б. В. 1927. Новые данные о роли микробов в рудообразовании — *Verhandlungen der Internationalen «Vereinigung für Limnologie»*. Bd. III. Stuttgart.
- П е р ф и л ь е в Б. В. 1952. Изучение заиления водоемов и абсолютная геохронология.— Известия Всес. географ. об-ва, т. 84, № 4.
- П е р ф и л ь е в Б. В. 1959. Теория и техника проточных микрокультур бактерий М.
- Р а з у м о в А. С. 1932. Прямой метод учета бактерий в воде. Сравнение его с методом Коха.— Микробиология, т. I, вып. 2.
- Р а з у м о в А. С. 1949. *Gallionella kljasmiensis* (sp. n.) как компонент бактериального планктона.— Микробиология, т. XVIII, вып. 5.
- С о к о л о в а Г. А. 1959. Железобактерии озера Глубокого.— Микробиология, т. XXVIII, вып. 2.
- Х о л о д н ы й Н. Г. 1953. Железобактерии. М., Изд-во АН СССР.
- D o r f f P. 1934. Die Eisenorganismen. Systematik und morphologie.— *Pflanzenforschung*, H. 16.
- H e n r i c i A. L. a. D. E. J o h n s o n, 1935. Studies of freshwater bacteria. II. Stalked bacteria, a new order of Schizomycetes.— *J. Bacteriol.*, v. 30, N 1.
- H a r d m a n I. L. a. H e n r i c i A. 1939. Studies of freshwater bacteria. V. The distribution of *Siderocapsa Treubii* in some lakes and streams.— *J. Bacteriol.*, v. 37, N 1.
- J o s h i m u r a S. 1936. Contribution to the knowledge of iron in lake waters of Japan. Second report. Jap.— *J. Geol. a. Geogr.*, v. 13, N 1.
- m. 1949. Iron bacteria.— *Biol. Rev.*, v. 24, N 2.

**Д. А. РАДЗИМОВСКИЙ**

**О ФИТОПЛАНКТОНЕ ПРУДОВ ЮЖНЫХ РАЙОНОВ  
НИКОЛАЕВСКОЙ И ХЕРСОНСКОЙ ОБЛАСТЕЙ УССР**

*(Институт гидробиологии АН УССР; Киев)*

В связи со строительством Ингулецкого массива орошения Институтом гидробиологии АН УССР в 1952—1953 гг. проводились стационарные работы по гидробиологическому и рыбохозяйственному изучению водоемов, расположенных на территории, предназначенной к орошению в Снегиревском районе Николаевской области. Кроме того, в это же время было проведено одноразовое обследование ряда прудов в Баштанском районе Николаевской области, а также некоторых прудов Белозерского, Херсонского и Ново-Троицкого районов Херсонской области. Всего обследовано около 30 водоемов. Полученные материалы дают известное представление о биологических особенностях прудов южных районов УССР, в частности об особенностях их фитопланктона.

Литературные данные о фитопланктоне различных водоемов степной полосы УССР довольно многочисленны, но фитопланктон прудов Николаевской и Херсонской областей до сих пор не был изучен.

Целый ряд работ посвящен изучению альгофлоры степных рек УССР. Из них можно назвать работы Д. О. Свиренко (1928, 1928а, 1929, 1931, 1937), А. Я. Мусатовой (1931), М. А. Гордиенко (1931), В. И. Цымбалюк (1948), П. П. Ширшова (1928), Ю. П. Буженко (1930), Л. В. Рейнгард (1916), А. И. Прошкиной-Лавренко (1929, 1932) и др. В этих работах указывается, что в степных реках Украины нередко наблюдаются повышенная минерализация воды и наличие среди диатомовых водорослей индикаторов минерализации.

Повышенная минерализация воды свойственна и многим из исследованных стоячих водоемов степной полосы УССР, что сказывается на составе их альгофлоры, среди которой постоянно встречаются солоноватоводные диатомовые водоросли. К таким водоемам относятся пруды в балках Приазовья (Дедусенко-Щеголева, 1928, 1936), пруды в окрестностях Одессы (Гордиенко, 1929), водоемы надлуговой террасы р. Оскол возле Купянска (Прошкина-Лавренко, 1924), некоторые пруды Днепропетровской области (Мельников и др., 1951; Гаухман, 1948), оз. Лиман на Харьковщине (Дедусенко-Щеголева, 1927) и др.

Подводя итоги исследованиям альгофлоры степных рек, А. И. Прошкина-Лавренко (1932) указывает, что «собрано достаточно материалов, чтобы на основе их выделить эти реки как тип, характерный для степной полосы», причем особенностью этого типа и является присутствие солоноватоводных диатомовых. Автор подробно рассматривает вопрос о причинах засоления вод степной полосы и закономерности этого явления, как яв-



ления зонального, связанного с особенностями степного климата, и указывает, что засоление почв, особенно почв речных долин, обуславливает появление специфической альгофлоры.

Д. О. Свиренко в своих работах не ограничивается констатацией присутствия в степных реках солоноватоводных диатомовых; он отмечает, что минерализация вод степной полосы сказывается на всем составе альгофлоры водоемов.

В сводной работе о гидробиологии степных водоемов Д. О. Свиренко (1936) для установленного им типа осолоненных степных рек приводит следующие особенности альгофлоры:

- 1) наличие ряда *Diatomaceae*, свойственных осолоненным и соленым водам;
- 2) отсутствие обычных для неосолоненных водоемов планктонных *Diatomaceae* (*Melosira granulata*, *Asterionella*, *Attheya* и др.);
- 3) общее богатство диатомовых;
- 4) бедность динофлагеллят и хризомонад;
- 5) бедность десмидиевых, среди которых в осолоненных степных водоемах найдено лишь несколько видов *Closterium* и *Cosmarium*;
- 6) бедность количественная и особенно качественная протококковых;
- 7) отсутствие среди сине-зеленых обычных для неосолоненных водоемов планктонных видов рода *Anabaena*.

Как Д. О. Свиренко, так и А. И. Прошкина-Лавренко (1932, 1954) свои данные по типизации рек распространяют и на стоячие водоемы степной зоны. Это не исключает, как указывает Прошкина-Лавренко, существования в степной зоне и чисто пресноводных водоемов в условиях выщелачивания солей из почвы. Например, в долинах рек на второй песчаной террасе в условиях выщелачивания песчаных почв встречаются пресноводные водоемы с гуминизированной водой. В составе водорослей таких водоемов обнаружены десмидиевые, а среди диатомовых галофобные формы (Прошкина-Лавренко, 1954; Свиренко, 1927; Ролл, 1926; Гаухман, 1948; Аксентьев, 1926).

В выщелоченных впадинах речных водораздельных плато, в так называемых подах, также могут встречаться пресноводные водоемы, не имеющие в составе водорослей — показателей осолонения. К таким водоемам относится Большой Чапельский под (Дідусенко та Прошкіна, 1924) и водоемы на третьей террасе р. Северский Донец (Прошкина-Лавренко, 1954). К пресноводным водоемам относится «Рыбальский карьер» — заброшенный гранитный карьер, заполненный родниковыми водами и полыми водами р. Самары, в котором развивались планктические перидинеи, диатомовые (*Asterionella*), сине-зеленые и протококковые водоросли (Мусатова, 1927). Пресноводными являются также копаные с плотин пруды Ольговский и Хомчин, расположенные на коренном берегу р. Самары, с значительным развитием в фитопланктоне хризомонад, перидиней и сине-зеленых водорослей (Гаухман, 1948). Эти пруды весьма сходны с эвтрофными прудами лесостепной Харьковщины (Свиренко, 1922).

В последнее время опубликованы данные о фитопланктоне целого ряда прудов Днепропетровской области (Мельников, 1953а, б; Евдущенко, 1953; Цымбалюк, 1953), большинство которых характеризуется содержанием солей выше 1000 мг/л (до 4500 мг/л). Основными группами планктона этих прудов, по данным А. В. Евдущенко, являются протококковые, эвгленовые, сине-зеленые и диатомовые водоросли, причем различная степень минерализации воды в указанных пределах не отражается сильно на видовом составе фитопланктона, и только для диатомовых эта зависимость от степени осолонения выражена более четко. Лишь в одном

пруде с минерализацией выше 7000 мг/л наблюдалось почти полное отсутствие пресноводных водорослей. Планктические формы диатомовых не имеют в прудах существенного значения. Для многих прудов отмечено массовое развитие планктических сине-зеленых водорослей, вызывающих «цветение» воды.

### ПРУДЫ НИКОЛАЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

В Снегиревском районе было исследовано 9 водоемов — почти весь основной фонд прудовых водоемов района. Все они очень однообразны, что связано с однородностью климатических, геоморфологических и гидрологических условий района.

Снегиревский район — один из наиболее жарких и засушливых районов степной Украины. Количество осадков незначительно и составляет в среднем за год 380 мм. Уровень грунтовых вод низкий. Все исследованные пруды имеют исключительно атмосферное питание, заполняясь весной талыми водами, а летом водами атмосферных осадков. Поэтому они отличаются весьма неустойчивым гидрологическим режимом, значительно подсыхая в течение вегетационного периода, а иногда и совершенно пересыхая к концу или даже к середине лета. Температурные условия в прудах благоприятные. Уже в середине апреля 1953 г. температура воды достигала 12—14°С, в летний период доходила до 26—28°, в октябре снизилась лишь до 11—12°.

Расположены пруды преимущественно в узких и неглубоких балочках, имеют вытянутую форму, небольшие размеры (1—5 га) и являются неспускными прудами с глухими плотинами. Отличаются большой мелководностью, имея наибольшие глубины в пределах 1,5—2 м. Берега низкие, пологие, лишённые древесной растительности, в связи с чем водоемы сильно подвержены действию ветров, перемешивающих воду. Большое количество почвенного мелкозема сносится в пруды поступающими водами, и пруды в значительной степени заполнены донными отложениями илистого характера. Из-за ветрового перемешивания донные отложения постоянно взмучиваются в толщу воды, что обуславливает очень небольшую прозрачность воды — в пределах 5—20 см (по диску Секки). Количество сестона, состоящего в основном из мелких минеральных частичек, а также, очевидно,

Т а б л и ц а 1

Величина осадков в воде некоторых прудов Снегиревского района Николаевской области

Местоположение водоема	Месяц						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Снегиревский совхоз, I отделение	—	3	5	3,5	2,5	3	3
То же, III отделение . . . . .	—	—	4	2	3	2,5	3,5
с. Бурхановка . . . . .	—	10	8	4,5	3	3,5	—
с. Снегиревка . . . . .	—	15	—	4	3,5	5	—
с. Червона Долина . . . . .	—	—	5,5	2,5	3	3	—
с. Покровское, пруд № 1 . . . . .	—	3,5	3,5	3	8—9	2,5	2,5—3
Колхоз им. Суворова, II бригада .	2,5	4	3	3	2	2	2
То же, III бригада . . . . .	2	3—4	10	3	—	3—4	6
Учебное хоз-во Херсонского с.-х. ин-та . . . . .	1,5	2	6,5	2	3	—	3,5

из органо-минеральных скоплений (Скадовский, 1953), по данным измерения осадков в пробах, взятых из поверхностного слоя воды, весьма велико, что видно из табл. 1, в которой сырой объем осадков указан в  $\text{см}^3/\text{л}$  воды.

Только в некоторых случаях значительную часть этих осадков составляют развивающиеся в прудах организмы.

Высшая водная растительность в прудах в большинстве случаев совершенно отсутствует, точно так же, как отсутствуют и заметные скопления прикрепленных нитчатых водорослей, что связано, очевидно, с неустойчивостью уровня воды, взмучиванием грунта и ветровыми волнениями в прудах.

Гидрохимический режим всех указанных прудов, по данным А. Д. Копенко (1955), очень однообразный. По солевому составу вода характеризуется минерализацией в пределах 300—600  $\text{мг}/\text{л}$ . Среди ионов преобладают Са (до 90  $\text{мг}/\text{л}$ ) и  $\text{HCO}_3$  (до 350  $\text{мг}/\text{л}$ ), что связано с характером почвенного покрова, состоящего из богатых карбонатами южных черноземов. Содержание Cl и  $\text{SO}_4$  незначительно (от 5 до 20  $\text{мг}/\text{л}$ ).

Большинство прудов расположено вблизи населенных пунктов, служит для водопоя скота, нагула водоплавающей птицы и поэтому постоянно обогащается аллохтонными органическими веществами. Окисляемость фильтрованной воды в прудах довольно высока. Уже в весенних пробах (апрель — май) в большинстве прудов наблюдается окисляемость до 10  $\text{мг O}_2/\text{л}$ . Ко второй половине лета, по мере подсыхания прудов, отмечается повышение окисляемости до 20—23 и даже до 29  $\text{мг O}_2/\text{л}$ .

Что касается биогенных веществ, то содержание во всех прудах минерального азота довольно высоко в течение всего вегетационного периода, хотя в отдельных пробах и варьирует довольно значительно. Наиболее постоянно наличие довольно высокого содержания аммиака. Пределы колебаний в содержании азота в отдельных прудах приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Содержание  $\text{NO}_3$  и  $\text{NH}_4$  в воде некоторых прудов  
Снегиревского района (в  $\text{мг}/\text{л}$ )

Местоположение водоема	$\text{NO}_3$	$\text{NH}_4$
Снегиревский совхоз, I отделение	0,01—5	0,1—0,4
То же, III отделение . . . . .	Следы — 1	1,4—4,0
с. Бурхановка . . . . .	0,2—2,0	0,2—0,8
с. Снегиревка . . . . .	0,00—2,0	0,2—4,56
с. Червона Долина . . . . .	0,05—2,0	0,17—1,4
с. Покровское, пруд № 1 . . . . .	0,00—0,5	0,22—3,06
Колхоз им Суворова, II бригада	0,01—0,15	0,3—0,5
То же, III бригада . . . . .	0,02—2,5	0,1—1,6
Учебное хоз-во Херсонского с.-х. ин-та . . . . .	Следы — 2,5	0,00—1,23

Фосфор в большинстве прудов присутствует в течение всего вегетационного периода, колеблясь довольно значительно в отдельных пробах в пределах от 0,007 до 0,6  $\text{мг}/\text{л}$ .

Железо во всех прудах в воде совершенно отсутствует. Реакция воды щелочная (рН 8,1—9,2). Газовый режим достаточно благоприятный.

Таким образом, исследованные пруды Снегиревского района, являясь пресноводными водоемами с хорошо выраженной эвтрофностью и несколько повышенным содержанием органических веществ, имеют целый ряд благоприятных условий для хорошего развития фитопланктона. Однако постоянная большая мутность воды сказывается, очевидно, на планктонической вегетации в этих водоемах.

Фитопланктон большинства прудов Снегиревского района очень однообразен. Несмотря на это, изученные пруды различаются по видовому составу руководящих форм водорослей и количеству их.

К первой группе можно отнести следующие 5 прудов: в с. Бурхановка, Червона Долина, Снегиревка, в Снегиревском совхозе (III отделение) и колхозе им. Суворова (III бригада).

Эти водоемы характеризуются крайней бедностью видового состава и малочисленностью фитопланктона в течение всего вегетационного периода. Так, например, в прудах с. Червона Долина и Бурхановка общая численность фитопланктона за вегетационный период 1952 г. колебалась от 112 до 272 тыс. кл./л. Наибольшая численность водорослей отмечалась в пруду III отделения Снегиревского совхоза — 202—572 тыс. кл./л. В прудах же с. Снегиревка и III бригады колхоза им. Суворова численность водорослей была наименьшей — от 30 до 252 тыс. кл./л. В последних двух прудах наблюдалось и наибольшее количество взвешенных веществ (см. табл. 1).

Видовой состав фитопланктона в прудах первой группы весьма беден и насчитывает (кроме бентических диатомовых) в пруду с. Червона Долина — 25 форм, III отделения Снегиревского совхоза — 23 формы, с. Бурхановка — 20 форм. В прудах же с. Снегиревка и III бригады колхоза им. Суворова водорослей еще меньше — 10 и 13 форм соответственно.

По количеству видов среди водорослей преобладали протококковые (от 7 до 14 форм) и эвгленовые (от 3 до 12 форм). Из других систематических групп в планктоне постоянно встречаются единичные представители сине-зеленых (*Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs) и вольвоксовых (*Chlamydomonas* sp., *Phacotus lenticularis* Ehr.).

Вместе с тем в указанных прудах почти совершенно отсутствуют планктонические формы диатомовых. Только в одной апрельской пробе в пруду колхоза им. Суворова были встречены отдельные экземпляры мелких *Cyclotella*. Отсутствуют хризомонады, разножгутиковые и такие обычные в прудово-озерном планктоне представители динофлагеллят, как *Ceratium*, *Peridinium*, *Glenodinium*.

Единичными экземплярами попадались в прудах только представители рода *Cymnodinium*, а также отдельные экземпляры десмидиевых водорослей из родов *Closterium* и *Cosmarium*.

Среди протококковых формами, встречавшимися во всех прудах и преобладавшими в количественном отношении, были *Ankistrodesmus angustus* Bern., *Schroederia setigera* (Schr.) Lemm., *Chlorella* sp., *Kirchneriella obesa* (West) Schmidt, *Scenedesmus bijugatus* (Turp.) Kütz. Во многих прудах встречались виды рода *Lambertia* (*L. judayi* (Smith) Korsch., *L. issajevii* (Kiss) Korsch. В прудах вегетировали *Paradoxia multiseta* Swir. Состав эвгленовых водорослей был менее постоянным.

Типичным примером водоемов первой группы может служить пруд в с. Червона Долина. В составе его фитопланктона встречены: *Ankistrodesmus falcatus*, *A. acicularis* (A. Br.) Korsch., *A. angustus*, *Schroederia setigera*, *Lambertia judayi*, *Chlorella* sp., *Kirchneriella obesa*, *K. contorta* (Schm.) Bohl., *Oocystis lacustris* Chod., *Tetraedron muticum* (A. Br.) Hansg., *T. trigonum* (Naeg.) Hansg., *Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kütz.,



*S. bijugatus*, *Colacium vesiculosum* Ehr., *Euglena granulata* (Klebs) Schmitz., *E. viridis* Ebr., *E. gracilis* Klebs, *E. sp.*, *Lepocinclis ovum* (Ehr.) Mink, *Trachelomonas volvocina* Ehr., *Gymnodinium sp.*, *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Oscillatoria tenuis* Ag., *Chlamydomonas sp.*, *Phacotus lenticularis* Ehr., а также некоторые формы бентических диатомовых, встреченные единичными экземплярами, как например: *Amphora ovalis* Kütz., *Cocconeis placentula* Ehr., *Navicula cryptocephala* Kütz., *N. cuspidata* Kütz., *N. anglica* Ralfs, *N. viridula* Kütz., *Stauroneis phoenicenteron* Ehr., *St. anceps* Ehr., *Nitzschia sigmoidea* (Ehr.) W. Sm., *N. gracilis* Hantzsch., *Surirella ovalis* Breb., *Cymatopleura elliptica* (Breb.) W. Sm., *Gomphonema parvulum* (Kütz.) Grun., *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun., *Synedra ulna* (Nitz.) Ehr., *Pinnularia microstaurin* (Ehr.) Cl. и др.

Т а б л и ц а 3

Сопоставление численности фитопланктона (в тыс. кл./л) и химических факторов среды в пруду с. Червона Долина по месяцам

Водоросли	V	VI	VII	VIII	IX
Протококковые . . . . .	140	140	220	118	94
Эвгленовые . . . . .	8	10	2	—	—
Вольвоксовые . . . . .	2	18	6	8	4
Диатомовые . . . . .	26	11	14	34	14
Сине-зеленые . . . . .	6	6	—	4	—
Жгутиковые (неопределенные) . . .	2	14	4	4	—
В с е г о . . . . .	184	199	246	218	112
<b>Х и м и ч е с к и е ф а к т о р ы</b>					
<b>с р е д ы</b>					
Фосфор, мг/л . . . . .	0,14	0,2	0,1	0,06	0,05
NO <sub>3</sub> , » . . . . .	2,0	0,05	—	0,05	2,5
NH <sub>4</sub> , » . . . . .	0,21	0,17	1,4	1,0	0,47
Окисляемость, мг O <sub>2</sub> /л . . . . .	10,3	9,7	—	13,5	15,15
Кислород, % насыщения . . . . .	—	114,8	82,3	113	87,0
Углекислота, мг/л . . . . .	2,14	0,0	4,2	3,08	2,86
pH . . . . .	8,3	9,2	8,1	8,3	8,3

Как видно из табл. 3, в пруду в течение всего времени наблюдений преобладали протококковые водоросли. Весьма сходные динамика численности фитопланктона и его видовой состав наблюдались и в других прудах первой группы.

Между изменением численности водорослей и колебаниями химических факторов среды (биогенных элементов, окисляемости, содержания газов) в этих прудах в большинстве случаев трудно подметить какую-либо ясно выраженную зависимость, что связано, возможно, с неустойчивостью режима прудов, обусловленной постоянным ветровым перемешиванием воды.

Ко второй группе прудов Снегиревского района относятся водоемы I отделения Снегиревского совхоза, с. Покровское и учебного хозяйства ХСХИ. Видовой состав водорослей в них в общем тот же или немного более разнообразной, но они отличаются от прудов первой группы зна-

чительным обилием сине-зеленых водорослей *Aphanizomenon flos-aquae*, вызывающих «цветение» воды в этих водоемах.

Массовое развитие сине-зеленых продолжалось в разных прудах то более короткий период, то более продолжительное время, 3 и даже 4 месяца. Численность сине-зеленых достигала 39 000—260 000 тыс. кл./л, а в некоторых случаях превышала 1 млрд. кл./л.

К третьей группе прудов относится лишь один водоем колхоза им. Суворова (II бригада), где наблюдается более значительное видовое разнообразие фитопланктона и большое его количество, но без обилия сине-зеленых (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Численность фитопланктона (в тыс. кл./л) в пруду II бригады колхоза им. Суворова по месяцам

Водоросли	IV	V	VI	VII	VIII	X
Диаatomовые . . . . .	1364	18	42	8	772	218
Протококковые . . . . .	170	1130	250	3662	27416	14906
Вольвоксовые . . . . .	—	2	—	—	2	—
Сине-зеленые . . . . .	—	160	100	—	70	16
Улотриксые . . . . .	—	16	16	8496	1088	568
Эвгленовые . . . . .	—	6	—	—	550	815
Жгутиковые (неопределенные)	4	4	20	4	25	42
Всего . . . . .	1558	1336	428	12170	29923	16565

Как видно из табл. 4, в этом пруду в течение почти всего вегетационного периода также преобладали протококковые и только весной, в апреле, в фитопланктоне доминировали диатомовые (*Cyclotella meneghiniana* Kütz.), а летом, в июле, — улотриксые. Из сине-зеленых в небольшом количестве встречается *Oscillatoria limnetica* Lemm. Что же касается *Aphanizomenon*, обычного для прудов первых двух групп, то в этом пруду он встречается лишь единичными экземплярами.

В видовом отношении фитопланктон пруда более богат, насчитывая до 50 форм водорослей, среди которых преобладают протококковые и эвгленовые:

*Ankistrodesmus falcatus*,  
*A. acicularis*,  
*A. angustus*,  
*Schroederia setigera*,  
*Lambertia judayi*,  
*L. issajevii*,  
*Paradoxia multiseta*,  
*Chlorella* sp.,  
*Crucigenia lauterbornei* (Schmid) Korsch.,  
*C. rectangularis* (A. Br.) Cay.,  
*C. triangularis* Chod.,  
*Coelastrum proboscideum* Bohl.,  
*Actinastrum hantzschii* Lag.,  
*Dictyosphaerium pulchellum* Wood.,  
*Kirchneriella obesa*,  
*K. contorta*,  
*Oocystis solitaria* Witt.,  
*Lagerheimia subsalsa* Lemm.,

*Scenedesmus acuminatus* (Lag.) Chod.,  
*S. arcuatus* Lemm.,  
*S. bijugatus*,  
*S. quadricauda* (Turp.) Breb.,  
*Sphaerocystis schroeteri* Chod.,  
*Tetraedron muticum*,  
*T. minimum* (A. Br.) Hansg.,  
*T. incus* (Teil) Smith.,  
*Ulothrix* sp.,  
*Trachelomonas volvocina*,  
*T. hispida* Defl.,  
*T. granulata* Swir.,  
*T. oblonga* Lemm.,  
*Strombomonas acuminata* var. *verrucosa* Teod.,  
*Euglena acus* Ehr.,  
*E. spirogyra* Ehr.,  
*E. tripteris* (Duj.) Klebs.,



*E. viridis*,  
*E. oxyuris* var. *skvortzovii* Popova,  
*Lepocinclis salina* Frisch.,  
*L. ovum*,  
*Phacus parvulus* Klebs.,  
*Ph. pleuronectes* Duj.,  
*Monomorphina pyrum* (Ehr.) Mereschk.,  
*Colacium vesiculosum*,  
*Aphanizomenon flos-aquae*,

*Oscillatoria limnetica* Lemm.,  
*O. terebriformis* (Ag) Elen.,  
*O. tenuis*,  
*Chlamydomonas* sp.,  
*Pteromonas angulosa* Lemm.,  
*Phacotus lenticularis*,  
*Cyclotella meneghiniana* Kütz.,  
*Nitzschia acicularis* W. Sm.,  
*Cryptomonas crocea* Ehr.

В последних четырех прудах в большинстве случаев также не наблюдается четкой связи между изменением химизма воды и численностью фитопланктона. Однако при «цветении» можно подметить влияние этого явления на изменение среды в водоеме. Так, например, в пруду с. Покровского в июле при «цветении», вызываемом *Aphanizomenon*, наблюдается полное исчезновение  $\text{CO}_2$ , повышение pH с 8,1 до 9,2 и избыток кислорода в дневное время, достигающий 209% насыщения. В то же время количество биогенных элементов снижается очень мало (фосфор до 0,2 мг/л, аммиак — до 0,2 мг/л). В августе при снижении интенсивности «цветения», отмечены высокая окисляемость воды — до 26 мг  $\text{O}_2$ /л и значительное повышение аммиака (с 0,2 мг/л в июле до 3,0 мг/л).

Главнейшими группами в прудах Снегиревского района являются протококковые и сине-зеленые водоросли. Согласно данным К. А. Гусевой (1952), для сине-зеленых водорослей оптимальное количество  $\text{NO}_3$  колеблется от 0,3 до 2 мг/л,  $\text{NH}_4$  — 0,06—0,2 мг/л; протококковым же водорослям требуется большая концентрация азота: 2—5 мг/л  $\text{NO}_3$  или 0,2—0,5 мг/л  $\text{NH}_4$ .

В некоторых случаях в рассматриваемых прудах можно подметить прямую связь между численностью протококковых и содержанием азота в воде. Например, в пруду II бригады совхоза им. Суворова в сентябре наибольшая численность протококковых совпадала с повышением содержания  $\text{NH}_4$  до 0,5 мг/л. В пруду с. Покровского в сентябре повышение численности протококковых совпало со значительным содержанием  $\text{NH}_4$  (1,3 мг/л). В других же случаях при большом содержании азота численность протококковых оставалась весьма малой. Что касается сине-зеленых водорослей, то их «цветение» наблюдалось при весьма различном количестве азота, начиная от 0,75 мг/л  $\text{NO}_3$  и 0,1 мг/л  $\text{NH}_4$  до 0,1 мг/л  $\text{NO}_3$  и 1,23 мг/л и даже 3,01 мг/л  $\text{NH}_4$ .

Выше уже отмечалось, что в этих небольших мелководных водоемах на изменение химического состава воды большое влияние оказывают неустойчивость их режима под влиянием ветровых перемешиваний и изменений уровня, а также местные загрязнения, а на численность фитопланктона — значительная мутность воды. Следует отметить при этом, что в богатых водорослями прудах осадки взвешенных веществ в литровых пробах во многих случаях не достигают таких значительных величин, как в прудах с малочисленным планктоном. В прудах же с «цветением» воды осадки состоят в значительной степени из растительных организмов, а минеральные взвеси в этих пробах составляют лишь очень небольшую часть осадков. Поэтому можно предполагать, что при прочих благоприятных условиях массовое развитие водорослей в планктоне становится возможным в прудах в периоды с меньшей мутностью воды.

С этой точки зрения интересно рассмотреть динамику численности планктона в пруду учебного хозяйства ХСХИ в мае — июле (табл. 5).

Как видно из табл. 5, значительные колебания химических факторов и численности водорослей в указанный период связаны, очевидно, с изменением количества взвешенных веществ в толще воды.

Т а б л и ц а 5

Сопоставление численности водорослей с количеством взвешенных веществ, азота, углекислоты и активной реакцией (pH) в пруду учебного хозяйства ХСХИ в 1953 г.

	Месяц		
	V	VI	VII
Водоросли, тыс. кл./л . . . . .	42630	180	260000
NO <sub>3</sub> , мг/л . . . . .	0,07	2,5	Следы
NH <sub>4</sub> , » . . . . .	—	3,05	0,34
CO <sub>2</sub> , » . . . . .	—	4,8	—
pH . . . . .	9,2	7,8	9,2
Осадок, взвешенных веществ, см <sup>3</sup> /л . . . . .	2	6,5	2

Быть может, здесь, кроме изменения мутности воды, имело значение и большое повышение содержания азота, отрицательно повлиявшее на вегетацию сине-зеленых, но в общем все же можно считать, что одним из главнейших факторов, влияющих неблагоприятно на развитие фитопланктона в снегиревских прудах, является именно высокая мутность воды.

Снегиревские пруды характеризуются массовым развитием зоопланктона, главным образом ракообразных, достигающих в среднем по прудам за вегетационный период от 40 до 600 тыс. экз./м<sup>3</sup> при биомассе от 4 до 90 г/м<sup>3</sup> (Пидгайко, 1957). Можно думать поэтому, что еще одним существенным фактором, регулирующим численность фитопланктона, является выедание его зоопланктическими организмами. Однако реально представить себе возможное значение этого фактора в отдельных прудах весьма затруднительно, так как высокая численность зоопланктона отмечена как в прудах с очень малочисленным фитопланктоном, так и в прудах с «цветением» сине-зелеными и в пруду с массовым развитием протококковых.

В Баштанском районе в июле 1952 г. было проведено одноразовое обследование 12 прудов (с. Доброе — 2 пруда, Добра Криница, Ново-Георгиевка, Явкино — 2 пруда, Бармашево, им. Шевченко — 2 пруда, Ново-Александровка, Баштанка — 2 пруда). Все это пруды в основном с атмосферным питанием, по общему характеру сходные с прудами Снегиревского района. Большинство прудов обладает также умеренной минерализацией (300—691 мг/л), но солевой состав их вод более разнообразен, так как некоторые из них характеризуются не гидрокарбонатно-кальциевыми, а гидрокарбонатно-натриевыми, сульфатно-натриевыми и сульфатно-кальциевыми водами. Это обусловлено более разнообразным составом почв района и, возможно, связью некоторых прудов с грунтовыми водами. Фитопланктон большинства прудов очень сходен с таковым первой или второй группы прудов Снегиревского района. Только в двух водоемах наблюдался более разнообразный по видовому составу и более богатый планктон с доминированием протококковых (Ново-Александровка) и протококковых совместно с сине-зелеными и диатомовыми водорослями (пруд 2 с. Явкино). В одном пруду наблюдался небогатый, преимущественно вольвоксовый планктон (с. Доброе.) В балке Куртинной у с. Баштанка обнаружен пруд с минерализацией 1261—2513 мг/л с сульфатно-натриевой водой. Фитопланктон в пруду беден в видовом и количественном отношении. Среди диатомовых, кроме

пресноводно-солонowodных форм, встречено несколько форм мезога-  
лобов. Главнейшими формами среди диатомовых в этом пруду являлись:  
*Cyclotella meneghiniana* Kütz., *Nitzschia triblionella* Hantz., *N. hungarica*  
Grun., *N. sigmoidea* (Ehr.), W. Sm., *N. palea* (Kütz.) W. Sm., *N. longissima*  
var. *reversa* W. Sm., *Navicula hungarica* var. *capitata* Cl., *N. cuspi-*  
*data* Kütz., *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun., *Melosira varians* Ag.,  
*Stauroneis phoenicenteron* Ehr., *Synedra ulna* (Nitz.) Ehr., *Surirella*  
*peisonis* Pant и др.

ПРУДЫ ХЕРСОНСКОЙ ОБЛАСТИ

В Херсонской области в июле — августе 1953 г. обследован планктон  
10 прудов. Пруды колхозов им. Чапаева (два пруда), им. Сталина и сел  
Надеждовка, Громовка, Комаровка и Киселевка, расположенные в  
Херсонском и Белозерском районах, являются водоемами с атмосферным  
питанием. Эти водоемы по своему общему характеру весьма сходны  
с аналогичными прудами Снегиревского района. Все они являются  
непускными, мелководными водоемами, с неустойчивым гидрологи-  
ческим режимом, сильным заилением, отсутствием высшей водной расти-  
тельности и большой мутностью воды.

Т а б л и ц а 6

Химический состав воды некоторых прудов Херсонской области

Местоположение водоемов	NO <sub>3</sub> , мг/л	NO <sub>2</sub> , мг/л	NH <sub>4</sub> , мг/л	P, мг/л	Fe, мг/л	O <sub>2</sub> , % на- сыщ.	Окисля- емость, мгO <sub>2</sub> /л	pH	Сумма ионов, мг/л
с. Надеждовка . . . . .	0,52	Следы	0,35	0,1	—	105	—	—	206,5
с. Громовка . . . . .	Следы	—	1,0	0,13	—	52,6	27,9	8,3	629,3
Колхоз им. Чапаева № 1	0,5	0,12	—	—	—	88,5	—	8,3	223,0
то же, № 2 . . . . .	0,5	0,1	—	—	—	73,5	—	8,2	226,1
Колхоз им. Сталина . .	Следы	0,1	—	—	—	70,0	—	8,9	290,0
с. Комаровка . . . . .	0,3	0,06	0,7	0,12	—	73	—	8,4	222,7
с. Киселевка . . . . .	Следы	—	0,1—	0,03—	—	69,9—	9,7—	8,1—	256—610
	—1,5		1,86	0,2		109	21,3	8,5	

Т а б л и ц а 7

Численность (в тыс. кл./л) водорослей в некоторых прудах Херсонской области

Водоросли	Водоем					
	с. Гро- мовка	колхоз им. Чапаева		колхоз им. Сталина	с. Кома- ровка	с. Надеж- довка
		№ 1	№ 2			
Протококковые . . . . .	80	148	156	28	132	85
Вольвоксовые . . . . .	12	2	1	16	—	—
Эвгленовые . . . . .	24	—	4	—	8	4
Диатомовые . . . . .	4	28	4	16	—	8
В с е г о . . . . .	120	178	165	60	140	97

Как химический состав воды (табл. 6), так и фитопланктон этих прудов также чрезвычайно сходны с таковыми снегиревских прудов. В большинстве водоемов, так же как и в первой группе прудов Снегиревского района, он характеризовался малочисленностью водорослей (табл. 7) и крайней бедностью видового состава, насчитывавшего всего от 12 до 25 форм (кроме бентических диатомовых). Единственным более существенным отличием являлось наличие в большинстве прудов немногочисленных колоний *Volvox aureus*.

Пруд в с. Киселевке, обследованный на протяжении нескольких месяцев (с апреля по август) соответствовал второй группе снегиревских прудов. Не отличаясь по видовому составу фитопланктона, насчитывавшему всего около 20 форм, он характеризовался большей численностью водорослей, особенно в летнее время, когда в водоеме наблюдалось «цветение» *Aphanizomenon flos-aquae*. Одновременно с сине-зелеными наблюдалась значительная численность *Volvox aureus* (до 26 тыс. колоний/л). Наибольшая численность хламидомонад и протококковых была отмечена в апреле (табл. 8).

Т а б л и ц а 8

Численность (в тыс. кл./л) фитопланктона в пруду с. Киселевка по месяцам

Водоросли	IV	V	VI	VII	VIII
Протококковые . . . . .	1350	216	14	68	46
Вольвоксовые . . . . .	3730	10	—	26*	4
Сине-зеленые . . . . .	—	2	76640	241280	18 780
Диатомовые . . . . .	32	28	14	4	4
Эвгленовые . . . . .	18	—	2	8	4
Жгутиковые (неопределенные)	—	2	—	4	—
Десмидневые . . . . .	2	—	—	—	—
В с е г о . . . . .	5132	258	76 686	241390	18 778

\* Volvox — колонии.

Среди прудов с преимущественно грунтовым питанием, обследованных в Херсонской области (Ново-Троицкий район), два пруда в заповеднике Аскания-Нова характеризовались умеренной минерализацией в пределах 360-640 мг/л (индекс  $C_{II}^{Na}$ ). Это копаные водоемы с постоянным уровнем, снабжающиеся артезианской водой из водопровода. Фитопланктон их более богат количественно и разнообразен в видовом отношении, чем в большинстве изученных атмосферных прудов Херсонской области. В пруду Зоологического сада насчитывалось водорослей более 17 000 тыс. кл./л; среди них преобладали протококковые (15 000 тыс. кл./л), сине-зеленые (916 тыс. колоний/л), эвгленовые (952 тыс. кл./л). В пробе встречено до 60 форм водорослей (без бентических диатомовых):

- Ophiocytium capitatum Wölle,  
Ophiocytium capitatum var. longispinum Wölle,  
Gymnodinium sp.,  
Clenodinium quadridens (Stein) Schiller,

Cyclotella meneghiniana,  
C. kuetzingiana Thw.,  
Melosira granulata var. angustissima (O. Müll) Hust.,  
Nitzschia acicularis W. Sm.,



- |  |   |
|--|---|
| Gallionella kljasmiensis Rasumov,                    | S. arcuatus,                                    |
| Microcystis pulverea (Wood) Forti em Elenk.,         | S. opoliensis Richt.,                           |
| M. pulverea f. delicatissima (W. et G. West) Elenk., | S. obliquus,                                    |
| M. pulverea f. incerta (Lemm.) Elenk.,               | Tetraedron muticum,                             |
| N. aeruginosa Kütz. em Elenk.,                       | T. caudatum var. incisum Laz.,                  |
| Aphanothece elabens (Breb.) Elenk.,                  | T. caudatum var. longispinum Lemm.,             |
| Merismopedia tenuissima Lemm.,                       | Trochiscia aspera (Reinsch) Hang.,              |
| M. punctata Meyen,                                   | Treubaria triappendiculata Bern.,               |
| Ankistrodesmus falcatus,                             | Tetrastrum staurogeniaeforme var. glabrum Roll, |
| A. gracilis (Reinsch.) Korsch.,                      | Euglena acus,                                   |
| Chodatella longiseta Lemm.,                          | E. proxima Dang.,                               |
| Chlorella sp.,                                       | E. ehrenbergii Klebs,                           |
| Coelastrum proboscideum,                             | E. spirogyra,                                   |
| Crucigenia tetrapedia (Kirsch.) W. et West.,         | E. granulata,                                   |
| C. rectangularis,                                    | E. neglecta Roll.,                              |
| Kirchneriella lunaris (Kirch.) Moeb.,                | Lepocinclis salina,                             |
| K. contorta,   | L. ovum,  |
| Lagerheimia wratislaviensis Schroed,                 | Phacus longicauda var. tortus Lemm.,            |
| Nephrocystium lunatum West.,                         | Ph. pleuronectes,                               |
| Golenkinia radiata Chod.,                            | Ph. acuminatus Stokes,                          |
| Oocystis borgei Snow.,                               | Monomorphina pyrum,                             |
| Pediastrum tetras var. tetraodon (Cord.) Rab.,       | Trachelomonas hispida,                          |
| Micractinium pusillum Fres.,                         | T. granulata,                                   |
| Schroederia setigera,                                | T. volvocina,                                   |
| Scenedesmus quadricauda,                             | T. cylindrica Ehr.,                             |
| S. bijugatus,  | Strombomonas longicauda (Swir) Defl.,           |
| S. acuminatus,                                       | S. fluviatilis (Lemm.) Defl.,                   |
|  | Chlamydomonas sp.,                              |
|  | Pteromonas aculeata Lemm.,                      |
|  | Pandorina morum Bory.                           |

В другом пруду заповедника (Ботанический сад) наблюдался очень сходный фитопланктон.

Пруд в с. Ново-Покровка обладал большей минерализацией воды — 1045 — 2373 (индекс  $Cl \frac{Na}{II}$ ). Фитопланктон пруда был количественно богат (189 670 тыс. кл./л). Преобладали сине-зеленые водоросли (188 779 тыс. кл./л). Протококковые (626 тыс. кл./л), эвгленовые (195 тыс. кл./л) и виды других групп большой численности не имели. Среди диатомовых кроме пресноводно-солонатоводных, были обнаружены некоторые солонатоводные формы. В планктонной пробе встречены:

- |   |   |
|---|---|
| Oscillatoria limnetica,   | N. lanceolata W. Sm.,                     |
| Oscillatoria tenuis,  | N. microcephala Grun.,                    |
| Aphanizomenon flos-aquae,   | N. longissima var. reversa W. Sm.,        |
| Anabaenopsis elenkinii V. Mill.,                                    | N. palea (Kütz.) W. Sm.,                  |
| Microcystis aeruginosa,   | Gyrosigma acuminatum (Kütz.) Rab.,        |
| M. pulverea,  | Cymbella cistula (Hemp) Grun.,            |
| Woronichinia naegeliana (Ung.) Elenk.,                              | Actinastrum hantzschii var. gracile Roll, |
| Merismopedia minima Beck.,  | Ankistrodesmus falcatus,                  |
| Phormidium mucicola Hub.— Pest.,                                    | A. angustus,                              |
| Euglena granulata,  | Kirchneriella obesa,                      |
| E. acus,  | Dictyosphaerium pulchellum,               |
| E. oxyuris (Schmi.),  | Didimocystis planktonica Korsch.,         |
| Lepocinclis elongata (Swir.) Conr.,                                 | Oocystis lacustris,                       |
| Monomorphina pyrum,   | Scenedesmus acuminatus,                   |
| Trachelomonas volvocina,  | S. bijugatus,                             |
| Strombomonas acuminata var. verrucosa f. conspersa (Pasch.) Popova, | S. quadricauda,                           |
| S. fluviatilis,   | Tetraedron minimum,                       |
| Nitzschia tryblionella Hantz.,                                      | T. trigonum,                              |
| N. tryblionella var. levidensis (W. Sm.) Grun.,                     | Trochiscia aspera,                        |
| N. hungarica Grun.,   | Schroederia setigera,                     |
|   | Chlamydomonas sp.,                        |
|   | Gymnodinium sp.,                          |

*Cryptomonas crocea*,  
*Cyclotella meneghiniana*,  
*C. kuetzingiana*,  
*Coscinodiscus lacustris* Grun.,  
*Stephanodiscus hantzschii* Grun.,  
*Navicula cincta* (Ehr.) Kütz.,  
*N. cryptocephala*,

*N. hungarica* var. *capitata* Cl.,  
*Caloneis amphibia* (Bory) Cl.,  
*Stauroneis phoenicenteron*,  
*Rhoicosphenia curvata* (Kütz.) Grun.,  
*Epithemia sorex* Kütz.,  
*Cocconeis placentula* var. *englypta* (Ehr.) Cl.

Среди них преобладали *Oscillatoria limnetica*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaenopsis elenkinii*.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги изучению прудов, прежде всего следует отметить, что почти все они являются чисто атмосферными водоемами. В отличие от прудов Днепропетровской области эти водоемы характеризуются небольшой и умеренной минерализацией в пределах до 700 мг/л. Только два пруда имеют воду с минерализацией выше 1000 мг/л. Среди обследованных прудов встречено всего лишь три водоема с преобладающим питанием подземными водами. Один из них также характеризуется повышенной минерализацией (до 2500 мг/л).

Для большинства прудов типична высокая эвтрофность, отсутствие или очень низкое содержание железа, довольно большое содержание органических веществ. Таким образом они обладают рядом благоприятных условий для развития планктона.

Многие пруды действительно характеризуются наличием массового развития водорослей, особенно сине-зеленых, вызывающих «цветение» воды. Однако среди изученных водоемов более половины характеризуются весьма умеренной и даже очень небольшой численностью фитопланктона. Можно думать, что одним из факторов, ограничивающих в этих водоемах развитие планктона, является постоянная мутность воды прудов.

Видовой состав фитопланктона в большинстве случаев очень однообразен, причем преобладающими группами водорослей являются лишь протококковые и сине-зеленые. Для 16 водоемов характерна исключительная бедность видового состава водорослей и их малочисленность. В восьми прудах, при таком же общем видовом обеднении фитопланктона, наблюдается массовое развитие одной или небольшого числа форм сине-зеленых водорослей. В двух прудах отмечен однообразный, почти исключительно протококковый планктон, в одном пруду обнаружен преимущественно вольвоксовый планктон и только в четырех прудах встречен умеренный или богатый количественно, но более разнообразный в видовом отношении фитопланктон. Среди сине-зеленых водорослей, являвшихся важнейшей группой по количественному развитию в ряде прудов, самой распространенной формой явился *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, встреченный во всех районах.

Другой важнейшей группой планктона некоторых прудов являются протококковые водоросли, занимающие в них первое место по обилию видами и составляющие наряду с сине-зелеными водорослями количественно доминирующую группу. Однако во многих прудах эти водоросли весьма бедны и по числу видов, и по численности. Только в нескольких водоемах насчитывается 20—35 форм протококковых при их общей численности от 10 до 180 000 тыс. кл./л.

Эвгленовые водоросли по видовому разнообразию занимают второе место в фитопланктоне прудов, но в количественном отношении в большинстве случаев не дают высоких показателей.

Вольвоксовые присутствуют в большинстве водоемов, но представлены они преимущественно мелкими одноклеточными формами. Развитие колониальных форм, особенно *Volvox*, характерно только для ряда прудов Херсонской области, причем в пруду с. Киселевка *Volvox* встречался в очень большом числе. Преимущественно вольвоксовый планктон отмечен также в новом пруду с. Доброго (Баштанский район), значительно заросшем высшей водной растительностью.

Нередки, но малочисленны криптомонады. Десмидиевые и перидинии для планктона изученных прудов совершенно не характерны, встречаются единично. Из десмидиевых попадались лишь представители родов *Closterium* и *Cosmarium*, из перидиний — главным образом беспанцирные формы и только в двух прудах Аскании-Нова было отмечено значительное развитие *Glenodinium quadridens* (Stein) Schill. Хризомонады вовсе не были встречены. Большинство прудов с небольшой минерализацией имеют гидрокарбонатно-кальциевые воды. Некоторые пруды с умеренной минерализацией (в пределах до 600—700 мг/л), особенно в Баштанском районе, отличаются от других прудов более разнообразным соотношением ионов (индексы  $C_{II}^{Na}$ ,  $C_{I}^{CaMg}$ ,  $S_{I}^{CaMg}$  и др.). Пруды с повышенной минерализацией (1000—2500 мг/л) характеризуются и большим содержанием хлора, натрия и сульфатов.

Различия в солевом составе и соотношении ионов в воде изученных прудов заметно не сказываются на видовом составе и общей «физиономии» фитопланктона. В этом отношении полученные наблюдения вполне соответствуют данным А. В. Евдущенко для днепропетровских прудов, в которых минерализация воды нередко была даже больше, колеблясь от 500 до 4500 мг/л.

Более заметно солевой состав воды прудов отражается на флоре диатомовых водорослей. В изученных прудах, как и в прудах Днепропетровской области, планктических диатомовых было очень мало. Такие обычные для эвтрофных водоемов пресноводные формы, как *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs, *M. granulata* var. *angustissima* (O. Mull.) Hust., встречены лишь в пяти водоемах, в большинстве единичными экземплярами. Общая минерализация воды в этих прудах колебалась от 300 до 691 мг/л и характеризовалась различным соотношением ионов ( $C_{II}^{Ca}$ ,  $S_{II}^{Ca}$ ,  $C_{II}^{Na}$ ,  $C_{I}^{CaMg}$ ). Более часто, хотя также обычно в небольшом числе, встречались *Nitzschia acicularis* W. Sm., *Cyclotella meneghiniana* Kütz., *C. kuetzingiana* Thw. — формы пресноводные и пресноводно-солонатоводные. В водоемах с минерализацией выше 1000 мг/л среди диатомовых встречались, кроме пресноводно-солонатоводных, и такие солонатоводные представители, как *Surirella peisonis* Pant., *Nitzschia hungarica* Grun., *N. longissima* var. *reversa* W. Sm.

Как указано в обзоре литературы, А. И. Прошкина-Лавренко и Д. О. Свиренко типичными для степной полосы УССР считают осолоненные водоемы. Пресные же водоемы встречаются главным образом на песчаных террасах рек и в условиях выщелоченных грунтов в депрессиях водораздельных плато. Если, согласно О. А. Алекину (1948), считать границей пресноводных водоемов содержание солей до 1000 мг/л, то подавляющее большинство изученных прудов следует отнести к пресноводным (неосолоненным) водоемам с умеренной минерализацией. Это зависит, очевидно, от их исключительно атмосферного питания и отсутствия непосредственной связи с более осолоненными грунтовыми водами, уровень которых в этих районах лежит очень глубоко. Пруды расположены главным образом в балках весеннего стока, имеющих также, возможно, выщелоченные, обедненные солями грунты.

Несмотря на это, в составе фитопланктона этих прудов имеется ряд особенностей, совпадающих с теми особенностями, которые указал в своих работах Д. О. Свиренко для типа степных осолоненных водоемов. К таким особенностям относится прежде всего отсутствие или малое развитие в планктоне хризомнад, перидиной и десмидиевых. Очевидно, что в формировании этих особенностей степных водоемов играет роль не один только фактор высокой минерализации и значительного содержания хлора. Возможно, что немалое значение имеет здесь содержание кальция, жесткость воды, большая щелочность, отсутствие железа, т. е. наличие таких факторов, которые могут проявляться и при умеренной минерализации. Другая особенность фитопланктона степных водоемов, отмеченная Д. О. Свиренко, — бедность видового состава и малая численность протококковых — для изученных прудов менее характерна: эти водоросли, как отмечено выше, нередко являлись ведущей группой фитопланктона изученных прудов. Возможно, в этом отношении имеет значение высокая эвтрофность прудов.

### ЛИТЕРАТУРА

- А к с е н т ь е в Б. Н. 1926. Диатомовые кочкового болота в окрестностях Екатеринослава. — Журнал Русск. бот. об-ва, т. 11, вып. 1—2.
- А л е к с и й О. А., 1948. Общая гидрохимия. Ленинград.
- Б у ж е н к о Ю. П. 1930. Водорості. Грос-Лібентальської річки та деяких водойм її сточища. — Записки Одеського наукового Товариства, № 4.
- Г а у х м а н З. С. 1948. Альгофлора водоемов долины р. Самары в связи с расположением их на разных террасах долины. — Научные записки Днепропетровск. гос. ун-та, т. XXXII.
- Г о р д и е н к о М. А. 1929. Матеріали до мікрофлори ставків степової України. — Вісник Дніпропетр. Гідробіол. станції, № 1.
- Г о р д и е н к о М. А. 1931. Очерк прикрепленных и непланктических водорослей р. Самары и водоемов ее поймы. — Труды гос. ихтиол. опытной станции, т. VI, вып. 2. Херсон.
- Г у с е в а К. А. 1952. «Цветение» воды, его причины, прогноз и меры борьбы с ним. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. IV.
- Д е д у с е н к о - Щ е г о л е в а Н. Т. 1927. Микрофлора озера Лиман. — Русск. архив протистологии, т. VI, вып. 1—4.
- Д е д у с е н к о - Щ е г о л е в а Н. Т. 1928. Микрофлора закрытых водоемов Таганрогск. округа. — Дневник Всесоюз. съезда ботаников в Ленинграде в 1928 г. Ленинград.
- Д і д у с е н к о - Щ е г о л е в а Н. Т. 1936. Микрофлора ставків Таганрог. округи. — Труды Научно-досл. инстит. Ботаники Хар. Універс., № 1.
- Д і д у с е н к о Н. Т. та П р о ш к і н а А. 1924. Попередні відомості про планктон водоймищ у Чаплях. — Вісті держ. степ. заповідника «Чаплі», т. III.
- Е в д у щ е н к о А. В. 1953. Фитопланктон прудов степной зоны Украины и его сезонные изменения. — Вестник научно-исслед. ин-та гидробиологии Днепропетровск. гос. ун-та, т. X.
- К о н е н к о А. Д. 1955. Материалы по сравнительной гидрохимической характеристике прудов лесостепной и степной зон УССР. — Труды Ин-та гидробиологии АН УССР, № 32.
- М е л ь н и к о в Г. Б., Б е н ь к о К. И., Ч а п л и н а А. М., З б и ц к а я Н. В. 1951. Гидробиологический режим прудов Днепропетровской области и питание молоди карпа. — Труды проблемных и тематических совещаний Зоол. ин-та АН СССР, вып. 1.
- М е л ь н и к о в Г. Б. 1953а. Искусственные лесонасаждения в степной зоне Украины и гидробиология прудов. — Зоол. журнал, т. XXXII, вып. 5.
- М е л ь н и к о в Г. Б. 1953б. Гидробиологическая и рыбохозяйственная характеристика прудов степной зоны Украины. — Вестник научно-исслед. ин-та гидробиологии Днепропетр. гос. ун-та, т. X.
- М у с а т о в а А. Я. 1927. Микрофлора Рыбальского карьера. — Записки Дніпропетр. інстит. Народної освіти, т. 1.
- М у с а т о в а А. Я. 1931. Очерк прикрепленных и непланктических водорослей р. Самары и водоемов ее поймы. — Труды гос. ихтиол. опытной станции, т. VI, вып. 2. Херсон.



- Пр о ш к и н а - Л а в р е н к о А. И. 1924. Материалы к изучению микрофлоры со-  
лоноватых водоемов Купянского уезда Харьк. губ.— Журнал Русск. бот. об-ва,  
т. 9.
- Пр о ш к и н а - Л а в р е н к о А. И. 1929. Фитопланктон степных рек Левобереж-  
ной Украины. — Там же, т. 14, вып. 3.
- Пр о ш к и н а - Л а в р е н к о А. И. 1932. До питання про альгофлору степових рі-  
чок, як елемент степового ландшафту.— Вісник Київ Бот. сада, в. XIV.
- Пр о ш к и н а - Л а в р е н к о А. И. 1954. Экологический очерк водорослей водое-  
мов левобережных террас долины реки Сев. Донец.— «Споровые растения», вып. 9.
- П и д г а й к о М. Л. 1957. Зоопланктон прудов степной зоны Украины.— Вопросы  
ихтиологии, вып. 8.
- Р а д з и м о в с к и й Д. А. 1955. О фитопланктоне новопостроенных рыбоводных  
прудов УССР в первый год заполнения их водой.— Труды Ин-та гидробиологии  
АН УССР, № 32.
- Р е й н г а р д Л. В. 1916. Микрофлора Сухого Торца.— Труды Харьков. об-ва испы-  
тателей природы, т. XIX.
- Р о л л Я. В. 1926. Предварительные сведения о микрофлоре водоемов окрестностей  
Северо-Донецкой биол. станции.— Русск. архив протистологии, т. V, вып. 1—2.
- С в и р е н к о Д. О. 1922. Микрофлора стоячих водоемов, ч. I. Держ. видав. України.
- С в и р е н к о Д. О. 1927. Альгологічні дослідження цікавого купиння коло Дні-  
пропетровська.— Збір. праць Дніпрянської Біолог. Станції, № 2.
- С в и р е н к о Д. О. 1928. Очерк водорослей р. Ингул.—Русск. архив протистологии,  
т. VII, вып. 1—2.
- С в и р е н к о Д. О. 1928а. Исследование флоры водорослей р. Ингулец.—Там же.
- С в и р е н к о Д. О. 1929. Альгологічний нарис р. Вороної.—Вісник Дніпроп. Гідро-  
біол. ст., т. 1.
- С в и р е н к о Д. О. 1931. Фитопланктон р. Самары и водоемов ее поймы.— Труды  
гос. ихтиол. станции, т. VI, в. 1. Херсон.
- С в и р е н к о Д. О. 1936. До питання про гідробіологію степових водойм.—Вісті  
АН УРСР, № 4.
- С в и р е н к о Д. О. 1937. Дніпровське водосховище. V. Фітопланктон водосховища  
і його заток.— Вісник Дніпропетр. Гідроб. станції т. IV, вып. 1.
- С к а д о в с к и й С. Н. 1953. Материалы по биологии и физико-химическому режиму  
балочных прудов в районе г. Камышина.— В сб.: «Водоемы государственной лесной  
полосы Камышин-Сталинград и вопросы их рыбохозяйственного освоения».  
Изд-во МГУ.
- Ц ы м б а л ю к В. И. 1948. Фитопланктон и фитобентос притоков порожистой ча-  
сти р. Днепра.— Вестник научно-исслед. ин-та гидробиологии Днепропетр. гос.  
ун-та, т. VIII.
- Ц ы м б а л ю к В. И. 1953. Фитобентос колхозных прудов Днепропетр. обл.— Там же,  
т. X.
- Ш и р ш о в П. П. 1928. Нарис мікрофлори р. Кодими.— Зб. праць Дніпровської Біо-  
логічної станції.
-

О. М. КОЖОВА

О ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ  
В РАЗВИТИИ ФИТОПЛАНКТОНА ОЗЕРА БАЙКАЛ

(в районе пос. Лиственичное — ст. Танхой — бухта Песчаная)

(Лимнологический институт Сибирского отделения АН СССР;  
пос. Лиственичное Иркутской области)

Вегетация фитопланктона в пресных водоемах в течение года происходит с определенной периодичностью. Обычно первыми весной в планктоне озер появляются холодолюбивые диатомовые водоросли. На смену им приходят зеленые и сине-зеленые, наибольшее развитие которых отмечается в теплые летние месяцы. Осенью господствующими видами снова становятся диатомовые. Жизнедеятельность фитопланктона не прекращается также и подо льдом.

На Байкале первые наблюдения над сезонными изменениями фитопланктона были организованы В. Н. Яснитским (1930). Он установил, что вегетация водорослей начинается во второй половине февраля — марте. Наибольшее количество холодолюбивого фитопланктона приходится на апрель. Летом вместо холодолюбивых диатомовых появляются теплолюбивые сине-зеленые водоросли, диатомовые и перидиниевые, а осенью, при общем уменьшении количества фитопланктона, — еще и *Synedra* и *Asterionella*.

Сопоставляя данные по фитопланктону за годы наблюдений (1926—1928), Яснитский пришел к выводу, что развитие фитопланктона в Байкале в различные годы протекает в общем однотипно. Но дальнейшие систематические наблюдения с применением осадочного метода показали, что сезонный ход изменения количества и видового состава фитопланктона в разные годы обнаруживает значительные различия и не всегда протекает так, как это наблюдал В. Н. Яснитский. Н. Л. Антипова и М. М. Кожов (1953) установили, что в Байкале различаются «мелозирные» годы, с обильным развитием видов рода *Melosira*, когда биомасса фитопланктона в зоне фотосинтеза бывает особенно велика — до 3—4 г/м<sup>3</sup> и «циклотеллевые» годы, когда господствующим видом является *Cyclotella baicalensis*, а биомасса фитопланктона исчисляется лишь миллиграммами на 1 м<sup>3</sup>. «Мелозирные» годы бывают через каждые два-три года. За последнее десятилетие особенно обильной эта водоросль была в 1950, 1953 и 1957 гг. Н. Л. Антиповой (1955) установлено, что кроме диатомовых заметную роль в весеннем планктоне Байкала играют беспанцирные перидиниевые водоросли из рода *Gymnodinium*.

Существенные различия в видовом составе и особенно количестве фитопланктона наблюдаются в различные годы и в других водоемах. Так, в р. Неве количество *Melosira islandica helvetica* и *Asterionella*

*formosa* различается в разные годы в десятки раз (Раскина, 1957). Значителен размах колебаний количества диатомовых водорослей в западноевропейских озерах (Bethge, 1935; Czernin-Chudenitz, 1955, и др.). Сходные годовые изменения количества и видового состава фитопланктона происходят и в морских водоемах (Усачев, 1948; Морозова-Водяницкая, 1940, 1954).

В настоящей работе приводятся данные по сезонным и годовым изменениям в развитии фитопланктона Байкала, полученные Байкальской лимнологической станцией в 1956—1957 гг. Сбор материала производился в районе пос. Лиственичное — ст. Танхой — бухта Песчаная в различные сезоны. Ежедекадные наблюдения были организованы сначала в 1,5 км против пос. Лиственичное, а затем в 6 км от берега у мыса Березового<sup>1</sup>. Пробы брали батометром с глубин 0, 5, 10, 25, 35, 50, 100, 150, 300 м. Одновременно со взятием проб на этих же горизонтах измеряли температуру воды и прозрачность. Гидрохимики станции под руководством К. К. Вотинцева определяли химический состав воды, в том числе количество биогенных элементов. Кроме этого, в работе привлекаются материалы, полученные станцией при экспедиционных работах в Малом море (руководитель работ В. А. Толмачев) в 1951—1955 гг.

Пробы обрабатывали счетным методом после их концентрирования. Почти все водоросли считали по клеткам, лишь некоторые сине-зеленые подсчитывали колониями. Биомассу водорослей вычисляли путем умножения числа клеток на их объем. Объем клеток определяли приравниванием их к соответствующим геометрическим фигурам, удельный вес всех водорослей принимали за единицу.

Сезонный ход численности биомассы и вертикальное распределение фитопланктона в районе пос. Лиственичное — мыс Березовый приведены на рис. 1—6. Из рис. 1—6 видно, что развитие водорослей в эти годы происходило по-разному. В 1956 г. количество фитопланктона было невелико, максимум численности и биомассы (до 130 мг/м<sup>3</sup>) был осенью, когда преобладали *Cyclotella minuta*, *Stephanodiscus hantzschii*, *S. dubius* и *Sphaerocystys schroeteri*. Весной подо льдом водорослей было крайне мало. 1957 г. был «урожайным», причем преобладали формы *Melosira islandica helvetica*, *M. baicalensis*, *Synedra acus*. Годовой максимум их численности (до 3,5 г/м<sup>3</sup>) отмечался в подледный период.

Подобная периодичность развития фитопланктона была свойственна не только указанному району, но и всей акватории, на которой производили наблюдения: пос. Лиственичное — ст. Танхой — бухта Песчаная, хотя распределение водорослей по отдельным точкам было неравномерным. Примером может служить распределение фитопланктона, представленное на рис. 7—9.

Значительно отличаются от глубоководного Байкала районы, прилегающие к селенгинскому мелководью. Например, в конце мая 1957 г. (см. рис. 7) сразу же после таяния льда, когда температура поверхностных слоев не поднялась выше 2—3°, в районе селенгинского мелководья и вдоль юго-восточного побережья фитопланктон был в десятки раз богаче, чем в глубоководных районах. Летом этого года на селенгинском мелководье фитопланктон был также значительно богаче, чем в глубоководном Байкале. Состоял он здесь в основном из *Rivularia planktonica* и некоторых других теплолюбивых сине-зеленых и зеленых водорослей, а также из *Ankistrodesmus* sp., *Dinobryon cylindricum*, *Nitzschia acicu-*

<sup>1</sup> Физико-географическая характеристика этого района с достаточной полнотой освещена в работе И. К. Вилисовой (1954).

laris, развивающихся и в открытом Байкале. Биомасса фитопланктона была  $0,5-1 \text{ г/м}^3$ . Полученные материалы, а также прежние данные (Кожова, 1957б) показывают, что фитопланктон открытых глубоководных и мелководных районов Байкала существенно различается.

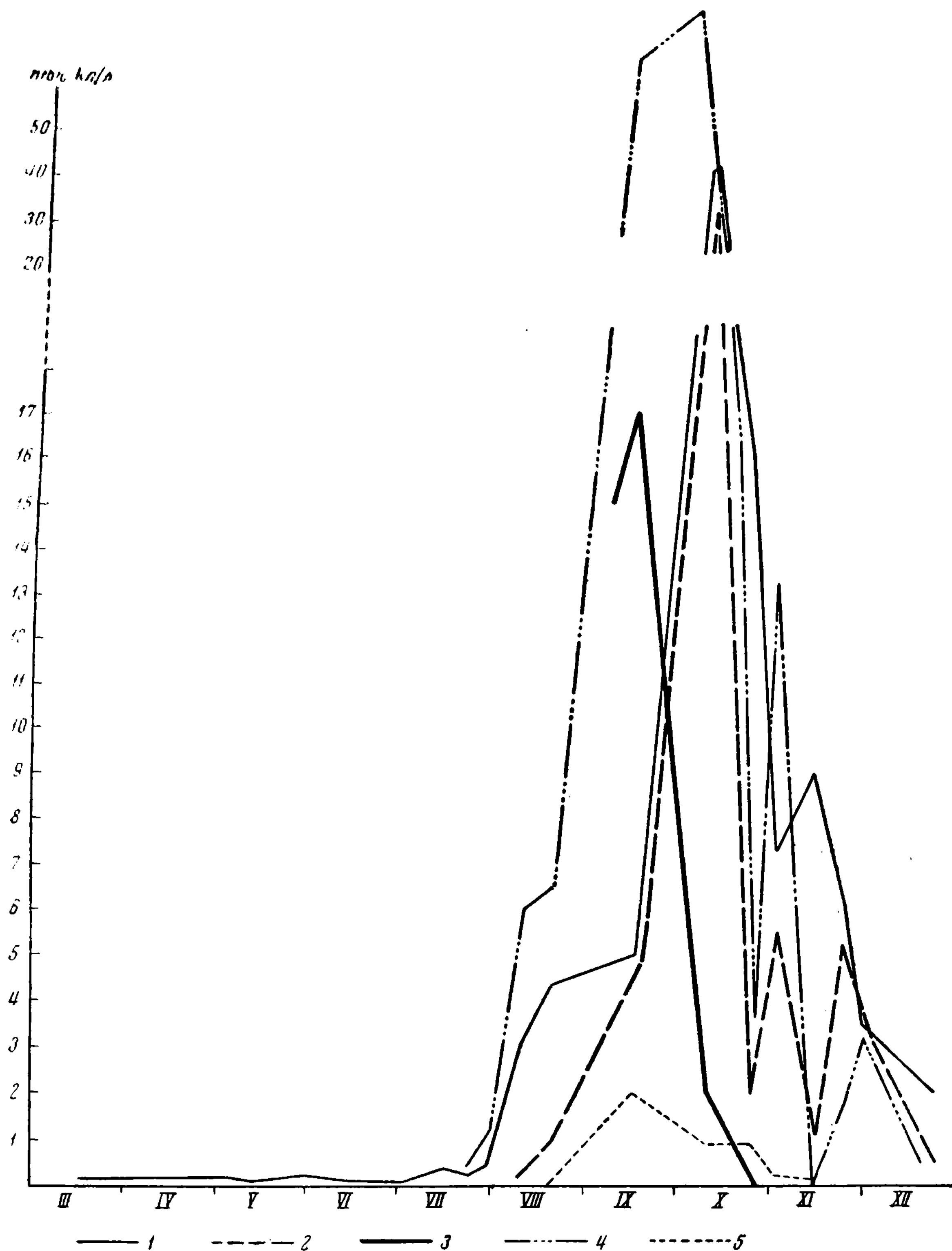


Рис. 1. Численность основных видов фитопланктона в бухте Лиственичной в среднем для слоя 0—50 м в 1956 г.

1 — *Cyclotella minuta*; 2 — *Stephanodiscus dubius*; 3 — *Sphaerocystis schroeteri*; 4 — *Stephanodiscus hantzschii*; 5 — *Cyclotella balcalensis*



Рис. 2. Биомасса фитопланктона (4) в  $\text{mg}/\text{m}^3$ , температура на поверхности (5),  $\text{NO}_3^-$  (2),  $\text{PO}_4'''$  (3),  $\text{SiO}_2$  (1) в бухте Лиственичной в среднем в слое 0—25 м в 1956 г.

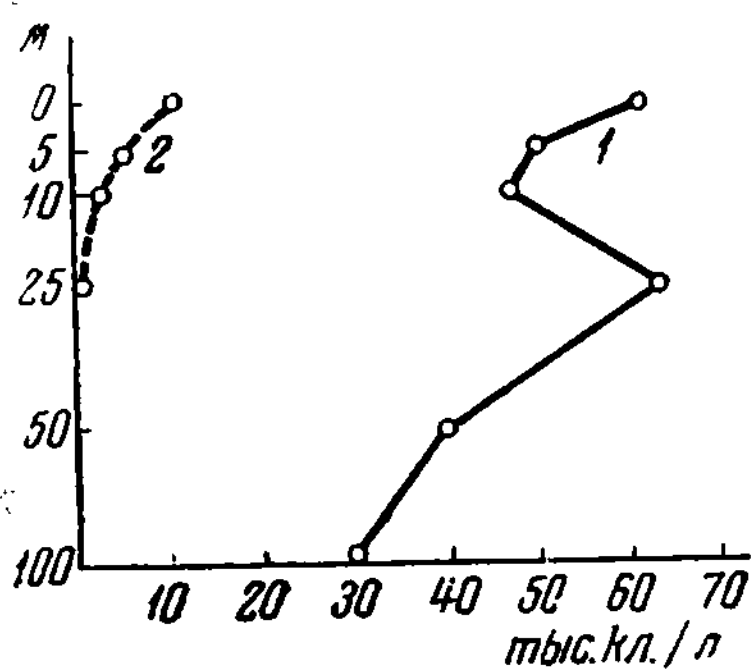


Рис. 3. Вертикальное распределение основных видов фитопланктона 12 октября 1956 г. в бухте Лиственичной (в тыс. кл./л)

1 — *Cyclotella minuta* + *Stephanodiscus dubius*; 2 — *Sphaerocystis schroeteri*

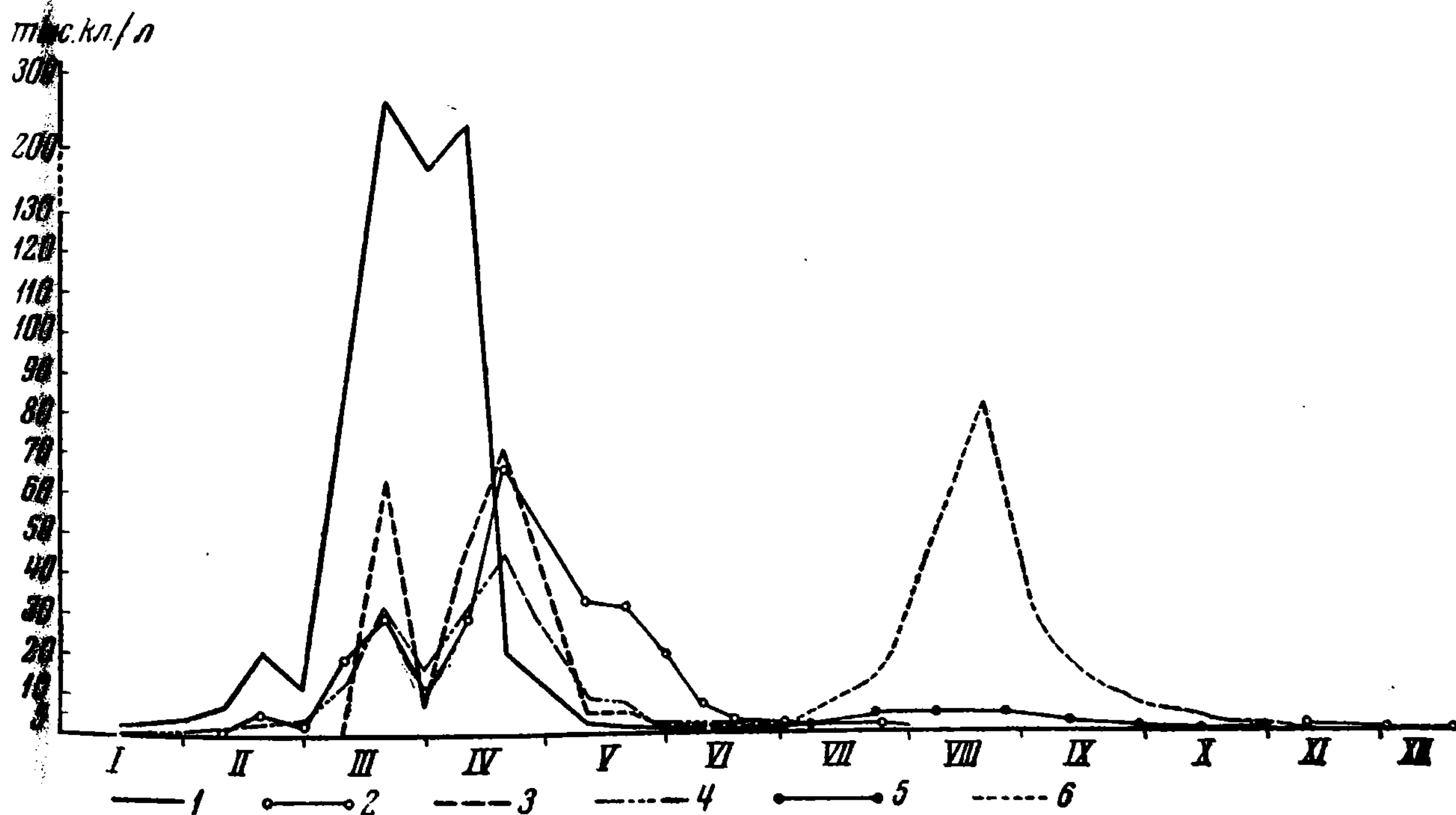


Рис. 4. Численность (в тыс. кл./л) основных видов фитопланктона в бухте Лиственичной в 1957 г. в среднем для слоя 0—25 м

1 — *Melosira islandica helvetica*; 2 — *M. baicalensis*; 3 — споры *M. islandica helvetica*; 4 — *Synedra acus* var. *radians* + *S. acus* var. *angustissima*; 5 — *S. acus* + *Nitzschia acicularis*; 6 — *Ankistrodesmus* sp.



Рис. 5. Биомасса фитопланктона (4) в  $\text{mg}/\text{м}^3$ ,  $\text{NO}_3^-$  (2),  $\text{PO}_4^{3-}$  (3),  $\text{SiO}_2$  (1) в среднем в слое 0 - 25 м и температура на поверхности (5) в бухте Лиственничной в 1957 г.

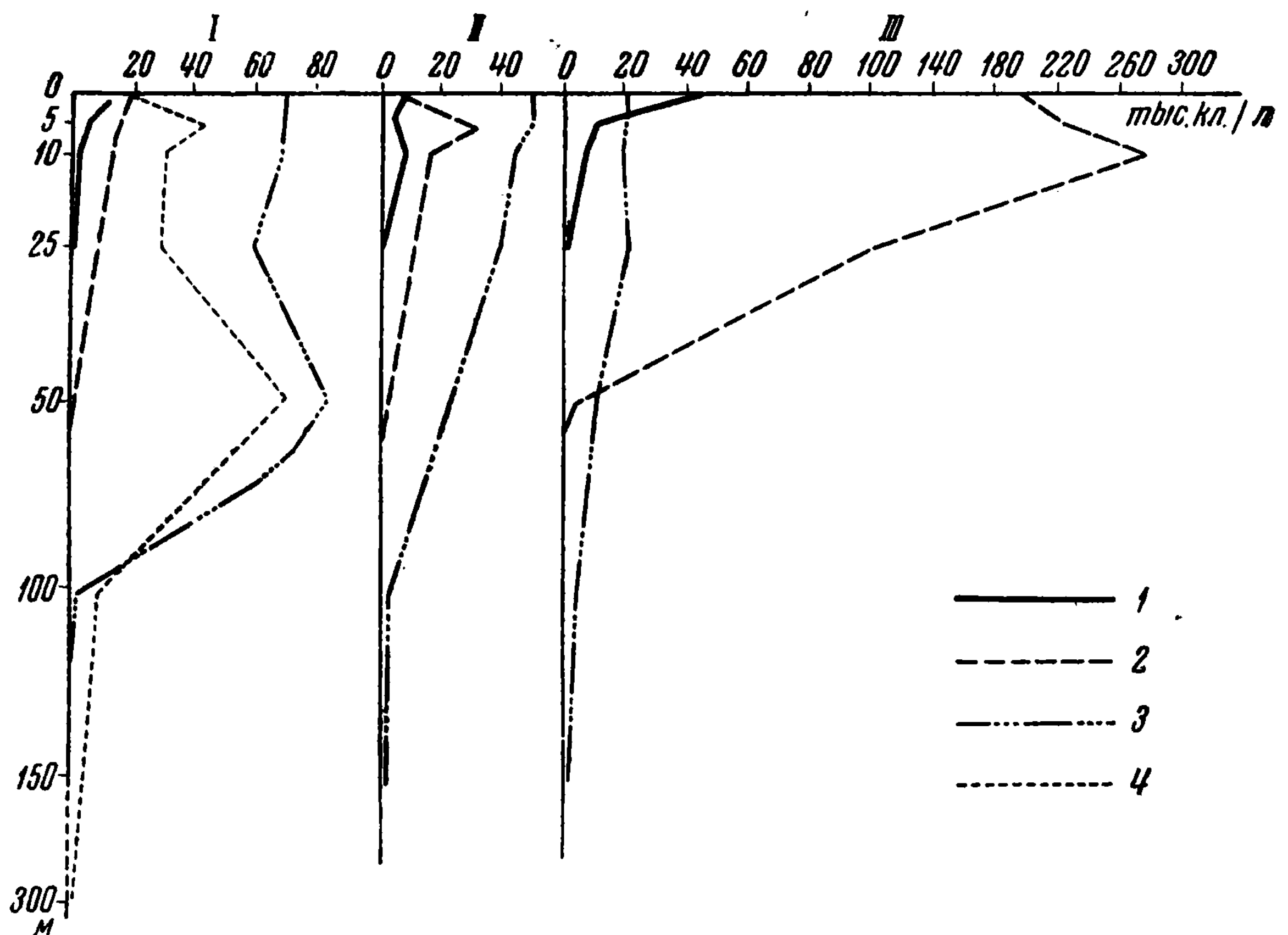


Рис. 6. Примеры вертикального распределения основных видов фитопланктона в бухте Лиственничной весной 1957 г. (в тыс. кл./л)

I — *Melosira baicalensis*; II — *Synedra acus* var. *radians* + *S. acus* var. *angustissima*; III — *Melosira islandica helvetica*; 1—1 марта; 2—1 апреля; 3—22 апреля; 4—22 мая



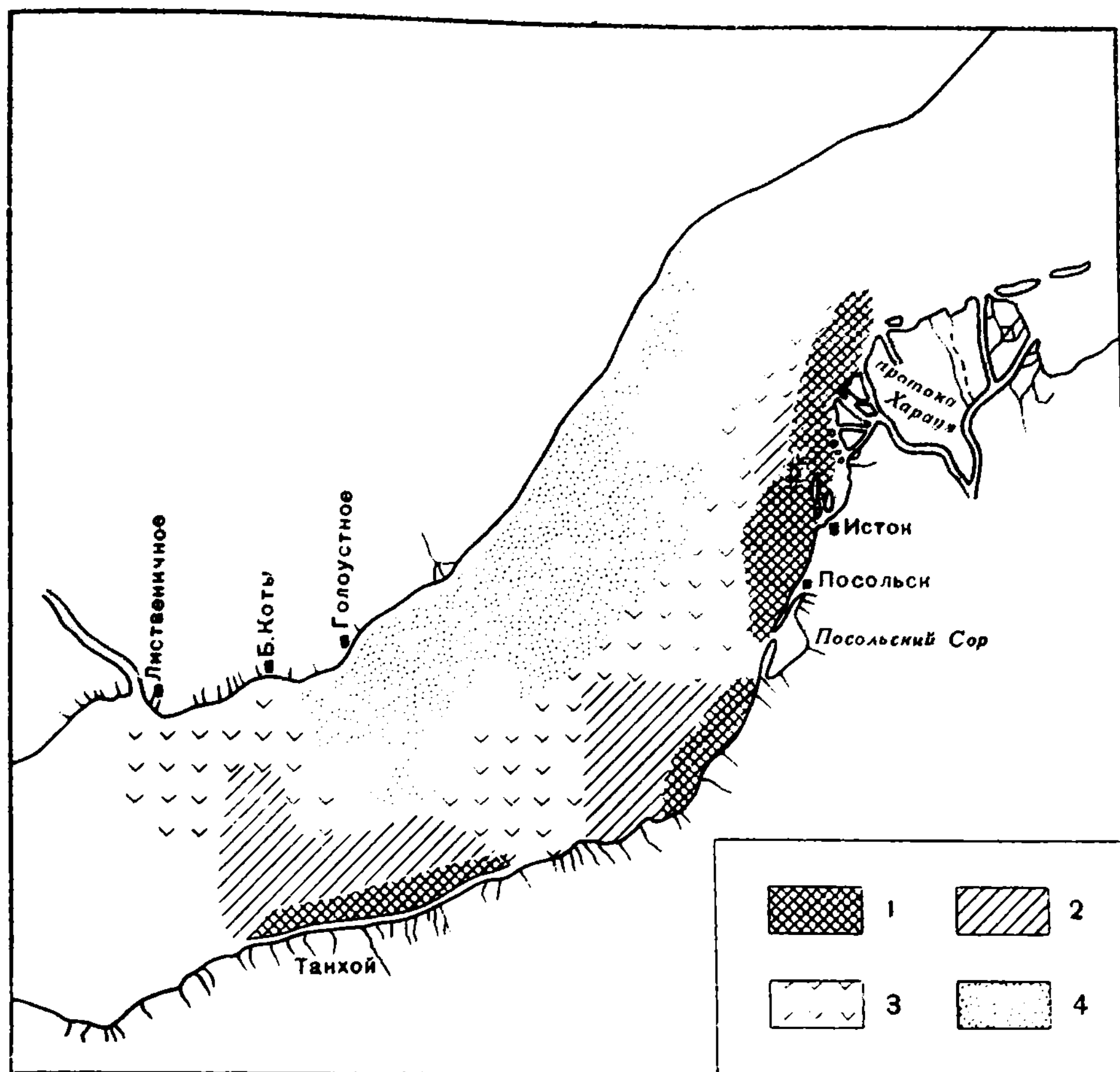


Рис. 7. Горизонтальное распределение диатомового планктона в средней части Байкала в мае 1957 г. в поверхностном слое вод (в тыс. кл./л)

1 — больше 100; 2 — от 20 до 100; 3 — от 2 до 5; 4 — менее 2

В мелководных районах Байкала ежегодно отмечаются три максимума развития фитопланктона: ранневесенний (подледный), с преобладанием холодолюбивых и теневыносливых диатомовых водорослей (*M. islandica helvetica*, *M. baicalensis*, *Stephanodiscus binderanus*, *Synedra acus*); летний, отмечающийся во второй половине июля — августе, при максимальном прогреве вод до  $15-20^{\circ}\text{C}$ , когда преобладают теплолюбивые диатомовые, зеленые и сине-зеленые водоросли (*Asterionella formosa*, *Rivularia planctonica*, *Anabaena lemmermannii*, *Scenedesmus quadricauda* и др.), и осенний, когда в охлаждающейся воде снова появляются холодолюбивые диатомовые водоросли.

Беличины этих максимумов меняются по годам. Однако в мелководных районах они не так резко отличаются, как в открытом Байкале, где количество водорослей в разные годы может изменяться в десятки и сотни раз. Большинство весенних видов диатомовых водорослей появляется на мелководьях ежегодно, только в «урожайные» годы биомасса их составляет  $3-5 \text{ г/м}^3$ , а в «неурожайные» —  $0,2-0,5 \text{ г/м}^3$ .

Другой отличительной чертой мелководных районов является большое количество летних водорослей. Часто в годы, когда весенний фитопланктон количественно беден, летом он бывает наиболее обильным. По биомассе и видовому составу летний фитопланктон мелководий бывает всегда богаче такового открытого Байкала. Биомасса летнего фитопланктона мелководных районов Байкала в период максимума бывает

от одного до нескольких граммов на 1 м<sup>3</sup>. В этом отношении мелководья Байкала мало чем отличаются от обычных эвтрофных водоемов.

Таким образом, сопоставляя развитие фитопланктона в мелководных и глубоководных районах Байкала, нужно признать, что весенняя вегетация большинства планктонных водорослей начинается в мелководных районах озера. Особенно связаны в своем развитии с мелководьями виды, зимующие на дне в состоянии покоящихся стадий и спор. Это *Melosira islandica helvetica*, сине-зеленые водоросли и, по-видимому, многие другие, достаточно еще не изученные.

Обычно массовые мелководные виды фитопланктона Байкала не выходят за пределы его мелководных районов. Поэтому мелководные и глубоководные участки озера в значительной мере отличаются по видовому составу и количеству фитопланктона. И только в особенно «урожайные» годы мелководные водоросли распространяются в открытые глубоководные районы Байкала. Поэтому в такие годы различия, обычно имеющиеся между фитопланктоном открытых вод Байкала и его мелководий, значительно стираются. На продвижение водорослей в открытый Байкал из мелководных районов существенное влияние оказывают течения, вызываемые сильными ветрами, дующими в одном направлении. Так, обычно у северо-западного берега (в районе пос. Коты — пос. Лиственничное) летний комплекс планктона появляется в августе после продолжительных северо-восточных ветров, дующих со стороны селенгинского мелководья.

Несмотря на то, что многие исследователи занимались и занимаются изучением периодичности развития водорослей, до сих пор нет единого мнения о причинах этого явления. Обычно основными причинами, лимитирующими массовое развитие водорослей, считаются температура, свет, биогенные элементы и состояние водных масс.

Так, Е. Н. Болохонцев (1911), В. Н. Яснитский (1930) и другие определяющим фактором считали температуру. Р. В. Кольбе (Kolbe, 1932), проанализировавший все известные в то время работы по диатомовым водорослям, подчеркивал связь температуры воды с другими условиями: ледяным покровом, газовым режимом, состоянием стагнации или циркуляции вод, течениями и т. д. Сходную точку зрения выдвигали ранее К. И. Мейер (1926) и В. С. Порецкий (1931).

Чернин-Худениц (Czernin-Chudenitz, 1955), придает большое значение комбинации температуры и освещенности, определяющей наибольшее развитие и вертикальное распределение фитопланктона.

Другие авторы (Juday a. Berge, 1931; Pearsall, 1932; Gessner, 1935; Storey, 1944) считают, что ведущая роль в периодичности развития фитопланктона принадлежит соединениям биогенных элементов, главным образом фосфора, азота и кремния. Однако работы Гардинер (Gardiner, 1941) показали, что уменьшение количества водорослей начинается прежде, чем в водоеме истощатся запасы кремния и фосфора.

Всестороннему изучению причин периодичности развития фитопланктона в пресных водах посвящены работы К. А. Гусевой (1947, 1952, 1955). Она установила, что основным условием появления весной того или иного вида является сохранение его в водоеме зимой. Затем этому способствует увеличение солнечного освещения, дальнейшая жизнедеятельность водорослей зависит от физико-химического состояния водной массы. Важнейшим фактором, регулирующим количество фитопланктона, является наличие биогенных элементов, причем для каждой группы водорослей — одного определенного вещества. Температура воды, как регулирующий фактор, по мнению Гусевой, играет незначительную роль.



Обратимся к анализу материалов, полученных по этому вопросу при исследовании фитопланктона в оз. Байкал.

Существенное значение здесь имеет температурный режим вод. Исследованиями различных авторов (Кожов, 1955; Антипова, 1955) установлено, что для появления в планктоне эндемичных байкальских диатомовых (*Melosira baicalensis*, *Cyclotella baicalensis*) и перидиниевых (*Peridinium baicalense*, *Gymnodinium baicalense* и др.) водорослей необходима низкая температура. Увеличение температуры до 4—5° и более вызывает их отмирание вне зависимости от других условий. К таким холодолюбивым видам следует отнести также *Melosira islandica helvetica*, *Peridinium aciculiferum* и некоторые другие виды.

Несомненно также, что распространение сине-зеленых, большинства зеленых и теплолюбивых диатомовых водорослей (видов *Anabaena*, *Rivularia planctonica*, *Melosira italica*, *M. granulata*, *Asterionella formosa* и др.) связано в Байкале с наиболее прогреваемыми местами, такими, как залив Мухор, южная часть Чивыркуйского залива, мелководья против устьев рек и т. д., где температура в летний период достигает 20—25°.

Холодные байкальские воды препятствуют распространению обычных озерных теплолюбивых водорослей в открытые районы. Лишь в августе—сентябре, когда температура поверхностных слоев в открытых районах достигает наибольшей величины (12—15°), там можно обнаружить теплолюбивые виды водорослей, обычно приуроченные к мелководным участкам. Чем теплее год, тем дальше распространяются эти водоросли из районов мелководий в открытый Байкал. Так, в августе 1958 г., необычно теплого для Байкала, когда температура поверхностных слоев открытых районов средней части озера была 15—16°, отмечалось и «цветение» воды, вызванное *Dinobryon cylindricum*, *Anabaena lemmermannii* и другими теплолюбивыми водорослями. В более же холодном 1957 г. теплолюбивые водоросли встречались в этой части озера в заметном количестве только на селенгинском мелководье. В Малом море такие теплолюбивые виды, как *Dinobryon divergens*, *Rivularia planctonica*, *Asterionella formosa* и другие, обитают обычно в заливах южной оконечности Малого моря. Но в 1952 и 1953 гг., когда прогревание вод этого района Байкала шло интенсивнее обычного, названные водоросли в значительном количестве обнаруживались в открытых водах южной и даже в средней частях Малого моря.

Большое значение для начала развития летнего комплекса фитопланктона в мелководных районах Байкала имеют сроки прогревания вод. В Малом море нарастание численности летних форм фитопланктона идет параллельно увеличению температуры воды (Кожова, 1959). При этом чем медленнее происходит прогревание воды, тем позднее выявляется летний максимум численности фитопланктона. Аналогичную картину наблюдал Б. П. Мантейфель (1939), изучавший планктон у Мурманского побережья Баренцева моря и обнаруживший, что второй пик количества фитопланктона совпадает с наибольшим прогревом воды.

Немалое значение в жизни фитопланктона имеет, по-видимому, температура в осенний период, когда закладываются основы будущего «урожая» (Bethge, 1935; Кожов, 1955). Мною также наблюдалось, что предпосылкой вспышки развития *Synedra acus* var. *radians* весной 1958 г. было ее длительное пребывание в осеннем планктоне 1957 г.

Но не всегда по преобладанию тех или иных водорослей в осенний период можно судить об их развитии весной следующего года. Например, осенью 1956 г. долгое время в водах открытого Байкала встречались

клетки *Cyclotella minuta*. Следовало бы ожидать значительного развития этого вида и в весенний период 1957 г., по массовой формой тогда оказалась *M. islandica helvetica*, а *C. minuta* почти совсем не встречалась.

Приведенные данные говорят, на мой взгляд, о том, что температурный режим налагает резкий отпечаток на распределение, смену видового состава и количества планктонных водорослей Байкала. Тем не менее начало весенней вегетации байкальского фитопланктона связано не с изменением температуры воды, а с другими факторами, и, вероятно, прежде всего с освещенностью, которая возрастает в конце февраля — начале марта, во-первых, за счет увеличения длительности светового дня, во-вторых, вследствие освобождения льда от снега, сдуваемого в сугробы ветрами, особенно сильными в эти месяцы. Приведенное соображение совпадает с высказанным ранее некоторыми авторами предположением о том, что вегетация фитопланктона идет более интенсивно на участках, где лед свободен от снега. Для Байкала эта точка зрения была высказана М. М. Кожовым (1955), мною (Кожова, 1957) и В. М. Сокольниковым (1957), изучавшим ледовый режим на Байкале.

Для подтверждения этого предположения я пыталась установить связь между распределением снега и количеством фитопланктона подо льдом, суммируя данные по количеству снега, зарегистрированного постами Гидрометслужбы (см. таблицу).

Сравнение распределения снегового покрова и фитопланктона по исследованной акватории глубоководной части Байкала показывает, что наличие или отсутствие снега не определяет интенсивность подледного развития фитопланктона в отдельных районах. Действительно, наибольшее количество снега обычно выпадает вдоль юго-восточных берегов Байкала, и лед там бывает покрыт почти сплошным покровом снега. На северо-западном берегу снега выпадает меньше, и на ледяном поле Байкала имеются значительные участки чистого льда. В распределении фитопланктона отмечается обратная картина: наибольшее развитие водорослей происходит обычно у юго-восточного побережья, особенно в районе селенгинского мелководья, а у северо-западного побережья их бывает значительно меньше. Так, в подледный период 1955 г. (по данным Биолого-географического института Иркутского университета) на селенгинском мелководье довольно обильно развивались *Melosira islandica helvetica* и другие диатомовые водоросли, а у северо-западного берега их не было.

В 1957 г. сразу же после таяния льда в конце мая в районе селенгинского мелководья численность водорослей исчислялась десятками тысяч клеток в литре, а у северо-западных берегов — всего лишь сотнями клеток в литре.

Только в некоторые особенно «урожайные» годы (например, в 1953 г.) фитопланктон в Байкале распределяется более или менее однородно по всей площади (Кожов, 1955), что также не согласуется с распределением снега, которое в эти годы бывает неравномерным (см. таблицу).

Чтобы проверить положение о зависимости между распределением снегового покрова и фитопланктона на Байкале, мною в феврале — марте 1957 г. проводились сборы фитопланктона под чистым льдом и на участках, покрытых слоем снега высотой 5—10 см. Точки сбора фитопланктона были расположены в 1,5 км от северо-западного берега в районе бухты Лиственничной и отстояли одна от другой на расстоянии 5—6 км.

Результаты показали, что заснеженные участки не характеризовались пониженной концентрацией фитопланктона и, следовательно, количество фитопланктона в отдельных точках не зависело от снегового покрова.

Точно так же годовые различия в количестве фитопланктона нельзя связывать только с распределением и мощностью снегового покрова, хотя начало жизнедеятельности планктонных водорослей в значительной мере обусловлено улучшением освещенности подледных слоев воды.

Как видно из таблицы, наименьшее количество снега во всех пунктах Среднего Байкала за период 1950—1955 гг. выпало в 1954 г. Если предположить вслед за В. М. Сокольниковым (1957), что в малоснежные годы байкальский фитопланктон особенно обилен, то именно 1954 г. должен быть наиболее «урожайным», однако это не так. В 1954 г. развитие фитопланктона по Среднему Байкалу, особенно в подледный период, происходило крайне слабо. С другой стороны, наиболее «урожайные» 1953 и 1950 гг., когда по всему Байкалу ранней весной в массе вегетировали диатомеи, не были малоснежными годами.

Т а б л и ц а

*Толщина слоя снега (в мм) на льду Байкала в январе — апреле 1950—1955 гг.*

Год	Б. Коты	Лиственичное	Исток Ангары	Голоустное	Устье Селенги
1950	40,4	86,2	—	—	—
1951	26,4	44,1	—	10,4	14,8
1952	26,4	59,5	—	18,3	24,5
1953	16,5	37,6	—	12,1	53,7
1954	12,6	26,0*	26,5	2,5	11,5
1955	—	—	92,6	13,6	47,1

\* Кроме апреля.

Благоприятным фактором для развития фитопланктона подо льдом является, по-видимому, некоторая вертикальная устойчивость водных масс, характерная для того периода времени, когда исключается влияние ветрового перемешивания. Некоторые авторы (Семина, 1957, и др.) считают это обстоятельство обязательным для «цветения» вод. Но ими упускается из виду, что при отсутствии перемешивания особенно резко может сказаться недостаток притока биогенных элементов из подстилающих слоев воды.

Фитопланктон играет важную роль в регулировании насыщенности биогенными элементами трофогенного слоя. Так, в открытых районах Байкала в районе Б. Котов К. К. Вотинцев (1952) отмечал два периода наименьшего содержания биогенных элементов: в апреле — мае — во время весеннего, и в августе — сентябре — во время осеннего максимумов фитопланктона. Ход изменений биогенных элементов (в слое 0—25 м) за 1956—1957 гг. представлен на рис. 2, 5.

В 1956 г. колебания в содержании кремния не были связаны с периодом интенсивной вегетации фитопланктона. Начало летне-осенней вегетации фитопланктона (в августе) заметно отразилось на содержании  $\text{NO}_3^-$ , количество которого уменьшилось до 0.

В 1957 г. заметное увеличение биомассы диатомового планктона в течение весеннего периода сказалось на содержании кремния, количество которого уменьшилось с 3 до 1,2 мг/л; амплитуды колебаний концентраций фосфора и азота в период между зимним максимумом и весенним минимумом их содержания были невелики.



Обращает на себя внимание тот факт, что в летний период 1957 г., когда биомасса фитопланктона была сравнительно невелика (в сотни раз меньше, чем весной этого года), содержание азота и фосфора в воде было также значительно меньше ( $\text{PO}_4^{3-}$  — 0,01 мг/л,  $\text{NO}_3^-$  — 0), чем ранней весной. Таким образом, годовой минимум содержания азота и фосфора отмечался летом и не совпадал с максимумом развития планктонных водорослей. Это объясняется, возможно, тем, что развивающиеся летом зеленые водоросли (*Ankistrodesmus* sp. и др.) более интенсивно потребляют азот и фосфор, чем диатомовые водоросли, составляющие основную массу планктона весной. Не исключено также, что в летний период биомасса фитопланктона не бывает особенно большой вследствие интенсивного выедания водорослей планктонными животными (у последних в это время отмечается максимум биомассы).

Таким образом, летний фитопланктон при небольшой биомассе обладает большой продуктивностью и потребляет большое количество питательных веществ. Также вероятно, что резкое уменьшение количества нитратов в летний период связано с потреблением их другими организмами, в частности бактериями, количество которых в этот период возрастает (Кожова, 1953; Романова, 1958).

И мои материалы показывают, что пока еще нет достаточных оснований утверждать, что различия в количестве водорослей в различные сезоны и годы в Байкале определяются биогенными элементами. Действительно, при равном количестве биогенных элементов вегетация фитопланктона может происходить с различной интенсивностью. В то же время количество биогенных соединений в весенний период перед началом вегетации в «урожайные» и «неурожайные» годы бывает примерно одинаковым (см. рис. 2—5).

Это же следует из данных, приводимых в опубликованных работах К. К. Вотинцева (1952, 1955).

Развитие весеннего комплекса фитопланктона прекращается до того, как иссякнут запасы соединений биогенных элементов. Так, в 1957 г. содержание  $\text{NO}_3^-$  в поверхностном слое воды Байкала в конце весеннего максимума было приблизительно таким же, как и в начале вегетации фитопланктона, и составляло 0,30—0,34 мг/л, а содержание фосфора (0,03—0,32 мг/л) в период спада вегетации диатомей даже превышало количество его в начале сезона (0,025 мг/л). И лишь количество кремния за ранневесенний вегетационный период уменьшилось с 3 до 1,5 мг/л и менее. Это же положение подтверждают и материалы из Малого моря (Кожова, 1959; Толмачев, 1958).

Существует мнение (Кожов, 1955; Вотинцев, 1952), что при крайне бурном развитии *Melosira baicalensis*, какое отмечалось в Байкале в 1950 и 1953 гг., эта водоросль потребляет весь запас биогенных элементов в зоне фотосинтеза, в результате чего ее развитие происходит скачками.

Материалы за 1957 г. (см. рис. 5) показывают, что изменение численности мелозир в течение вегетационного периода не определяется изменением количества биогенных элементов.

О том, что биогенные элементы (P, N, Si) не являются единственным фактором, обуславливающим пышное развитие фитопланктона, говорит, на мой взгляд, его горизонтальное распределение. Зачастую оказывается, что в районах, где количество биогенных элементов к моменту начала вегетации бывает значительным, фитопланктон развивается слабо, тогда как в соседних районах с таким же содержанием биогенных элементов происходит бурное развитие водорослей. Так, в марте 1955 г. бухта Харин-Ирги (Ольхонские Ворота) и открытые районы Байкала против

пролива Ольхонские Ворота по содержанию  $\text{NO}_3'$  (0,18 мг/л) не отличались друг от друга, а по содержанию  $\text{PO}_4'''$  и  $\text{SiO}_2$  отличались лишь незначительно. В то же время в бухте Харин-Ирги наблюдалось значительное развитие *Stephanodiscus binderanus* и других водорослей, тогда как в открытом Байкале фитопланктона в это время было крайне мало. Подобная картина отмечалась в Малом море и в другие сезоны: в июне — июле 1951 и 1954 гг., в мае 1952 г.

В открытом Байкале во время максимума численности фитопланктона также не всегда наблюдается обратная зависимость между содержанием биогенных элементов и фитопланктона (см., например, рис. 8). Однако уже к концу весны заметно выделяются районы, обедненные биогенными элементами в трофогенном слое; это районы, где ранее было много водорослей (см. рис. 9).

Необъяснимым пока остается факт резкого различия количества  $\text{PO}_4'''$  в районе пос. Лиственничное и Б. Котов.

Сопоставление данных по содержанию  $\text{PO}_4'''$  из работы К. К. Вотинцева (1952), проведенной в Б. Котах, и наблюдений на станции в районе пос. Лиственничное, проводимых вначале под руководством В. А. Толмачева, а позднее К. К. Вотинцева, показало, что количество  $\text{PO}_4'''$  в этих пунктах Байкала различается иногда в 10 раз. Ход развития фитопланктона в этих пунктах в общем сходный<sup>1</sup>.

К. К. Вотинцев (1955), пытаясь установить причину периодичности «урожаев» мелозир, указывает на кремний, как элемент, регулирующий ее развитие. В годы массового развития мелозира потребляет огромные количества кремния и переводит его в донные отложения, а следующие за «урожайным» 2—3 года характеризуются пониженным содержанием кремния, что и задерживает развитие фитопланктона.

Однако из тех же материалов К. К. Вотинцева следует, во-первых, что после массового развития мелозир количество кремния в трофогенном слое восстанавливается до обычного уровня и, во-вторых, содержание его в трофогенном слое перед началом вегетации в «урожайные» и «неурожайные» годы бывает одинаковым. Это же подтверждают данные за 1957 г. (см. рис. 5). Быстрое восстановление содержания кремния в зоне фотосинтеза, вероятно, связано с поднятием вод из более глубоких слоев, богатых кремнием, во время весеннего перемешивания вод. Известную роль в быстром восстановлении кремния играет также и то, что одна из массовых диатомей весеннего фитопланктона *Melosira islandica helvetica* имеет очень нежную кремниевую оболочку, которая, вероятно, растворяется в верхних горизонтах воды, не доходя до дна. (В донных отложениях вегетативные клетки этой водоросли не обнаруживаются.) Следовательно, нет достаточных оснований считать, что численность диатомового планктона в Байкале регулируется содержанием в воде кремния.

Сопоставляя в вышеприведенных примерах количество фитопланктона и соединений биогенных элементов, я касалась лишь азота ( $\text{NO}_3'$ ), фосфора ( $\text{PO}_4'''$ ) и кремния ( $\text{SiO}_2$ ). Однако, по мнению некоторых авторов (Uspensky, 1927; Гусева, 1947), руководящую роль в развитии фитопланктона, и прежде всего диатомовых, играют соединения железа в концентрации от 0,4 до 1 мг/л.

Подмеченная К. А. Гусевой прямая зависимость между содержанием железа и диатомей еще не свидетельствует о регулирующей роли этого

<sup>1</sup> Материал по фитопланктону в районе Б. Котов любезно представлен сотрудником БГИ Н. Л. Антиповой.

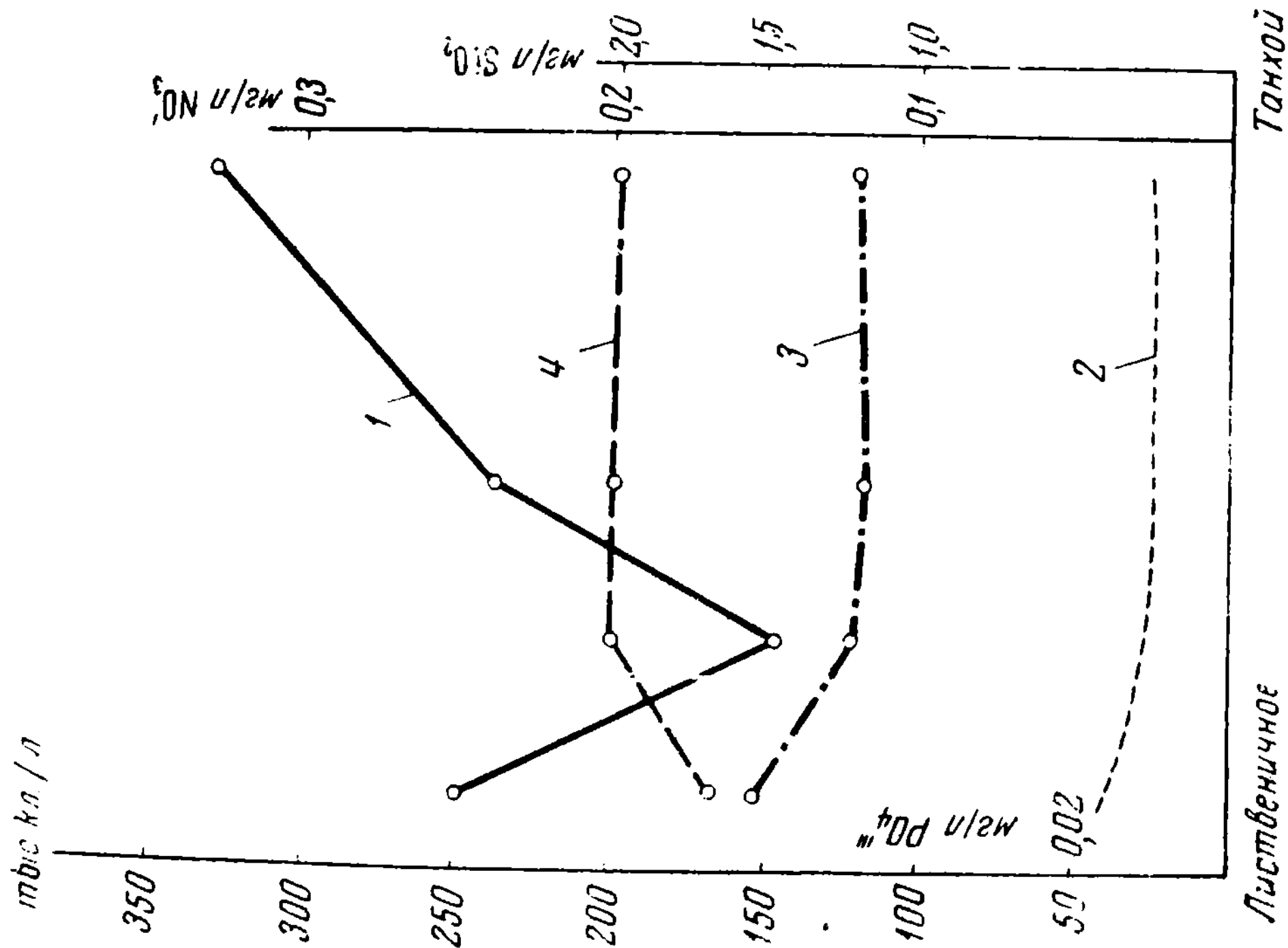


Рис. 8. Распределение диатомового планктона (1) (в тыс. кл./л),  $\text{PO}_4'''$  (2),  $\text{NO}_3'$  (3) и  $\text{SiO}_2$  (4) 26—27 марта 1957 г. на разрезе Лиственичного — Танхой в поверхностном слое вод

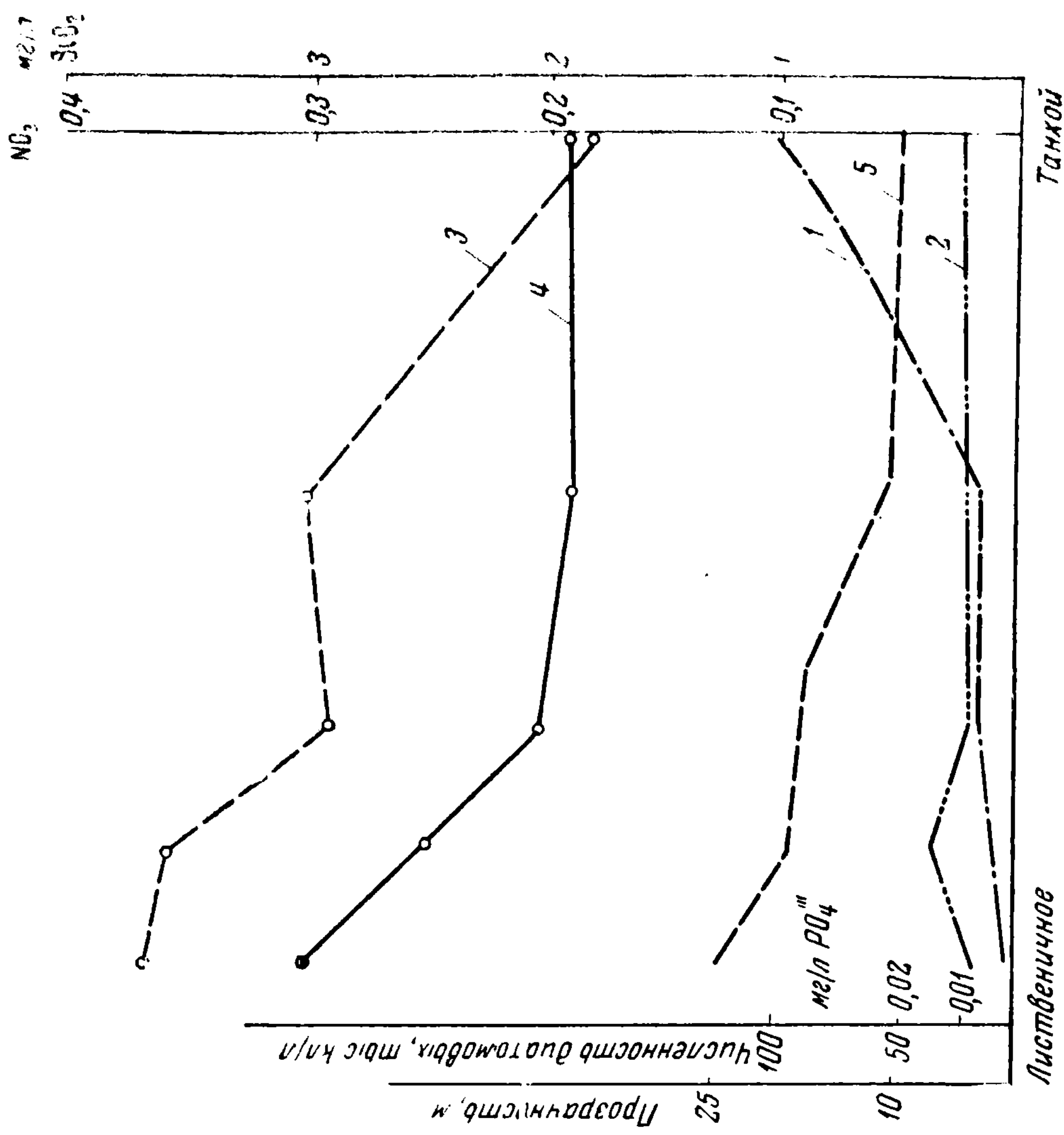


Рис. 9. Распределение диатомовых (1),  $\text{PO}_4'''$  (2),  $\text{NO}_3'$  (3) и  $\text{SiO}_2$  (4) на разрезе Лиственичного — Танхой 28—29 мая 1957 г. в поверхностном слое вод; (5) — прозрачность воды



элемента при массовом развитии водорослей, так как в процессе нарастания численности водорослей следует ожидать уменьшения количества железа, потребляемого фитопланктоном, а не его увеличения.

В водах Байкала количество железа очень мало, некоторые исследователи, например Толмачев, определяют его обычно как «следы». По данным К. К. Вотинцева (1948), наибольшее количество общего железа равняется 0,06 мг/л и отмечается в августе — сентябре. Вопрос о влиянии соединений железа на вегетацию байкальских водорослей требует дальнейшего специального исследования.

Многие авторы, подчеркивающие особую важность биогенных соединений при периодичности «урожаев» водорослей, объясняют колебания видового состава и количества фитопланктона влиянием речных и других стоков с суши (Усачев, 1948; Морозова-Водяницкая, 1954).

По мнению М. М. Кожова (1955), влияние впадающих в Байкал рек не определяет различий в развитии фитопланктона в разные годы. Из моих данных (например, за 1953 г.) также можно видеть, что количество фитопланктона бывает одинаковым как в районах, прилегающих к устьям крупных рек (например, на селенгинском мелководье), так и в мелководных районах, не находящихся под влиянием рек (Малое море). В самом Малом море также не отмечается увеличения количества фитопланктона в районах впадения горных речек Сармы и Курмы по сравнению с соседними участками.

Однако видовой состав фитопланктона в предустьевых районах крупных рек обычно носит своеобразный отпечаток. В таких районах летом всегда обильны *Melosira italica* и *M. granulata*, которые ни в открытом Байкале, ни в Малом море обычно не встречаются.

Все приведенные материалы указывают на то, что причины сезонной и годовой периодичности в развитии водорослей очень сложны и их нельзя свести к какому-нибудь одному фактору: свету, температуре, биогенным элементам и т. п. Периодичность развития фитопланктона связана со всем комплексом факторов внешней среды, и интенсивность развития водорослей определяется благоприятным или неблагоприятным сочетанием их. Правильный взгляд по этому поводу высказывали Р. В. Кольбе (Kolbe, 1932), Т. И. Харт (Hart, 1942), П. И. Усачев (1948).

При анализе причин, обуславливающих «цветение» водорослей, кроме перечисленных факторов, необходимо учитывать и другие моменты, например состояние, в котором они переносят неблагоприятные условия зимы (Гусева, 1947). Однако нельзя согласиться с высказыванием К. А. Гусевой (1947), что очередность появления водорослей зависит от того, зимуют ли они в стадии покоящихся спор или без них. Мои данные показывают, что весной в Байкале одной из первых появляется *Melosira islandica helvetica*, зимующая на дне в состоянии покоящихся спор. Но появление в весеннем планктоне некоторых видов водорослей (например, *Anabaena lemmermannii* и *Dinobryon cylindricum*) еще не является достаточным для того, чтобы они начали сразу же развиваться. Водоросли, находящиеся в зимний период в толще воды или поднятые токами воды со дна во время весенней гомостермии, до тех пор не приступают к размножению, пока не создадутся благоприятные условия (световые и температурные) для их развития. Возможно также, что периодичность «цветения» некоторых видов водорослей (например, *M. baicalensis*, отчасти *M. islandica helvetica*) связана не только с наиболее благоприятным сочетанием абиотических факторов среды, но и с ритмом развития этих видов, выработанным в процессе эволюции, а также способностью образовывать ту или иную густоту популяции. Так, *Cylo-*

*tella baicalensis* и *C. minuta*, характернейшие представители планктона Байкала, развиваются почти ежегодно на более или менее обширной территории, но никогда не дают высокой биомассы и не вызывают «цветения» воды.

Особо нужно отметить также, что на численность фитопланктона может существенно влиять выедание его планктодными животными, и в частности *Epirischura baicalensis*, что особенно сказывается летом, в период наибольшего развития зоопланктона.

### ВЫВОДЫ

1. Приведенные данные подтверждают известное положение о том, что в открытом Байкале развитие фитопланктона в различные годы происходит по-разному: «урожайные» годы с преобладанием *Melosira islandica helvetica* и *M. baicalensis* чередуются с «малоурожайными».

2. Мелководные и глубоководные районы Байкала отличаются друг от друга по видовому составу, количеству и периодичности развития фитопланктона. Сопоставление фитопланктона мелководных и глубоководных районов заставляет предположить, что центром, откуда распространяется большинство планктонных водорослей Байкала, являются мелководные районы.

3. Существенное значение в жизни байкальских водорослей имеет температурный режим вод, налагающий отпечаток на периодичность их развития и распространение в озере.

4. Распределение снега не определяет количество фитопланктона подо льдом, а также годовых изменений его численности, хотя начало весенней вегетации водорослей связано с увеличением освещенности подледных слоев.

5. Хотя наличие биогенных элементов и является необходимым условием вегетации фитопланктона, пока еще нет достаточных оснований считать, что годовая и сезонная периодичность развития фитопланктона в Байкале определяются содержанием таких биогенных элементов, как кремний, нитратный азот и фосфатный фосфор.

6. Изучение периодичности развития водорослей и ее причин должно быть направлено по пути полевого и экспериментального выяснения биологии отдельных видов, условий перезимовывания и отношения их к таким факторам среды, как температура, свет, питательные вещества.

### ЛИТЕРАТУРА

- Антипова Н. Л. 1955. Новые виды рода *Gymnodinium* Stein (*Gymnodiniaceae*) из оз. Байкал.— Доклады АН СССР, т. 103, № 2.
- Антипова Н. Л. и Кожов М. М. 1953. Материалы о сезонных и годовых колебаниях в урожае некоторых массовых форм фитопланктона оз. Байкал.— Труды Иркутск. ун-та, т. 7, № 1—2.
- Болоховцев Е. Н. 1911. Ботанико-биологическое исследование Ладожского озера.—Издание Комиссии по изысканию и исследованию Ладожского озера. СПб.
- Вилисова И. К. 1954. Сравнительный обзор зоопланктона Посольского сора и прибрежных районов открытого Байкала.— Труды Байкальской лимнол. станции, т. XIV.
- Вотинцев К. К. 1948. Гидрохимия оз. Байкал.—Канд. диссертация. Иркутск.
- Вотинцев К. К. 1952. Материалы по динамике биогенных элементов в водах оз. Байкал.— Доклады АН СССР, т. 84, № 2.
- Вотинцев К. К. 1955. Пути миграции кремния в оз. Байкал.— Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. VI.
- Гусева К. А. 1947. Причины периодичности в развитии фитопланктона в водоеме.— Бюллетень Моск. об-ва испытателей природы, серия биол., т. 11, вып. 6

- Гусева К. А. 1952. «Цветение воды, его причины, прогноз и меры борьбы с ним». — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. IV.
- Гусева К. А. 1955. Фитопланктон Рыбинского водохранилища. — Труды биол. станции «Борок», т. 2.
- Жоков М. М. 1955. Новые данные о жизни толщи вод оз. Байкал. — Зоол. журнал, т. XXXIV, вып. 1.
- Жоков М. М. 1955. Сезонные и годовые изменения в планктоне оз. Байкал. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. VI.
- Жокова О. М. 1953. К биологии *Epischura baicalensis* Sars из оз. Байкал. — Известия биолого-геогр. научно-исслед. ин-та при Иркутском ун-те, т. 16, вып. 1—4.
- Жокова О. М. 1957а. Горизонтальное распределение планктонных водорослей в оз. Байкал. — Известия восточных филиалов АН СССР, № 4—5.
- Жокова О. М. 1957б. Фитопланктон оз. Байкал. — Автореферат канд. диссертации. Иркутск.
- Жокова О. М. 1959. Фитопланктон Малого моря. — Тр. Байкальской лимнол. станции, т. XVI.
- Мантайфель Б. П. 1939. Планктон одной из губ в западной части Мурманского побережья. — Сборник, посвященный деятельности проф. Книшовича. М., Пищепромиздат.
- Мейер К. И. 1926. Введение во флору водорослей р. Оки и ее долины, ч. 1. Река Ока. — Работы Окской биол. станции, т. IV.
- Морозова-Водяницкая Н. В. 1940. Некоторые результаты количественных исследований фитопланктона в Черном море. — Труды Новороссийской биол. станции, т. II, вып. 3.
- Морозова-Водяницкая Н. В. 1954. Фитопланктон Черного моря. — Труды Севастопольской биол. станции, т. VIII.
- Порецкий В. С., 1931. Наблюдения над диатомовым планктоном р. Б. Невки в 1923—1926 гг. — Труды Ботанического сада АН СССР, т. XLIV.
- Раскина Е. Е. 1957. Фитопланктон р. Невы и его влияние на работу ленинградских водопроводных станций — Труды проблемных и тематических совещаний Зоол. ин-та АН СССР, вып. 7.
- Романова А. П. 1958. Сезонная динамика бактериопланктона, его горизонтальное и вертикальное распределение в южной части Байкала. — Известия Сибирского отд. АН СССР, № 7.
- Семина Г. И. 1957. Факторы, влияющие на вертикальное распределение фитопланктона в море. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. VIII.
- Сокольников В. М. 1957. Особенности формирования роста и разрушения Байкальского льда. — Тезисы докладов III Всесоюз. гидрол. съезда, секция гидрофизики. Л.
- Толмачев В. А. 1958. Гидрохимический режим Малого моря. — Труды Байкальской лимнол. станции, т. XVI.
- Усачев П. И. 1948. Количественные колебания фитопланктона в Северном Каспии. — Труды Ин-та океанологии АН СССР, т. II.
- Яснитский В. Н. 1930. Результаты наблюдений над планктоном Байкала в районе биологической станции за 1926—1927 гг. — Известия биолого-геогр. научно-исслед. ин-та при Иркутском ун-те, т. IV, № 3—4.
- Bethge H. 1935. Einige Fälle von Massenentwicklung bei Diatomeen. — Ber. Deutsch. bot. Ges., Bd. 48.
- Czernin-Chudenitz Carl W. 1955. Ökologische Untersuchungen über das Phytoplankton des Klopeinersees in Kärnten. — Archiv für Hydrobiologie, B. 51, H. 1.
- Cardiner A. C. 1941. Silicon and phosphorus as factors limiting development of diatoms. — J. Soc. Chem. Industry, v. 17, N 1.
- Gessner F. 1935. Phosphat und Nitrat als Produktionsfaktoren des Gewässers. — Verhandl. Internat. Verhandl. Theor. u. angew. Limnologie, Bd. 7.
- Hart T. J. 1942. Phytoplankton periodicity in Antarctic surface waters. — Discov. Rep., vol. 21.
- Juday Ch. a. Berge E. 1931. A second report on the phosphorus content of Wisconsin Lake water. — Trans. Wisconsin Acad. Sci. Arts a. Letters, v. 26.
- Kolbe R. W. 1932. Grundlinien einer allgemeinen Ökologie der Diatomeen. — Ergebn. Biol., Bd. 7.
- Pearsall W. H. 1932. Phytoplankton in the English lakes. — J. Ecol., v. 20, N 2.
- Storey J. E. 1944. Algae. — Freshwaters Biol. Assoc. British Empire, v. 31.
- Uspensky E. E. 1927. Eisen als Factor für die Verbreitung niederer Wasserpflanzen. — Pflanzenforschung, H. 8.



Г. Б. М Е Л Ь Н И К О В

**ЗООПЛАНКТОН СИМФЕРОПОЛЬСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА  
В СВЯЗИ С ОСОБЫМИ УСЛОВИЯМИ  
СУЩЕСТВОВАНИЯ***(Научно-исследовательский институт гидробиологии  
Днепропетровского государственного университета; Днепропетровск)*

В 1954 г. на южной окраине г. Симферополя на р. Салгир была сооружена плотина, выше которой образовалось так называемое Симферопольское водохранилище. Длина его 7 км, ширина до 1,5 км, максимальная глубина 37 м, площадь 320—360 га, объем воды 36 млн/м<sup>3</sup>. Главное назначение водохранилища — орошение земель Салгирской оросительной системы на площади 10 тыс. га. Кроме того, водохранилище служит для разведения рыбы и для культурных нужд трудящихся г. Симферополя.

Днепропетровский научно-исследовательский институт и кафедра гидробиологии Днепропетровского университета с 1955 г. изучают гидробиологию Симферопольского водохранилища с целью установления его биологической продуктивности. Мною обработаны материалы по зоопланктону, собранные в 1955—1957 гг.

Зоопланктон внутренних водоемов Крыма изучали многие авторы. Так, Н. В. Воронков (1912) и П. Каптерев (1912) указывали на распространение космополитных видов; в частности, Воронков отмечал обычное присутствие в водоемах Яйлы *Filinia longiseta*, *Asplanchna brightvelli*. С. А. Пастак и Ю. В. Первольф (1934) приводят сведения о *Cladocera* Сакского озера. Очень много для изучения водоемов сделал Я. Я. Цееб (1934), который изложил результаты исследований Белогорского, Альминского и Аянского водохранилищ, отметив при этом бедность их зообентоса по сравнению с планктоном. На этом основании Цееб рекомендует разводить в водохранилищах Крыма рыб, преимущественно планктонофагов. В двух более поздних работах он (Цееб, 1947а, б) рассматривает фауну внутренних водоемов Крыма с зоогеографической точки зрения, а сами водоемы — с точки зрения использования их для рыбного хозяйства.

Существенное значение для понимания вопросов экологии и зоогеографии ряда видов зоопланктона внутренних водоемов Крыма имеют работы С. Н. Уломского (1955а, б). Наконец следует отметить работу А. С. Лещинской (1957), посвященную изучению зоопланктона и зообентоса Бахчисарайского, Альминского и Белогорского водохранилищ.

Отдельные указания о наличии некоторых коловраток и низших ракообразных в водоемах Крыма имеются у В. К. Совинского (1891), Е. В. Боруцкого (Borutsky, 1930, 1931, 1940), А. Л. Бенинга (1941),

3. С. Бронштейна (1940), Н. В. Воронкова (1913), В. Н. Никитина (1925), М. Рылова (1930, 1948), S. N. Ulomsky (1941), Н. Н. Фадеева (1925).

Во всех перечисленных выше работах сведения о зоопланктоне Симферопольского водохранилища отсутствуют, но у ряда авторов имеются столь важные данные и мысли, что возникает необходимость воспользоваться ими в этой статье.

Об условиях, в которых происходит развитие зоопланктона в Симферопольском водохранилище, дает представление краткая характеристика его основных морфометрических, гидрологических и гидрохимических особенностей. Материковые породы, залитые водами водохранилища, представлены глинами, известняками, конгломератами и продуктами выветривания кристаллических пород. Ныне водохранилище представляет глубокий озероподобный водоем, прозрачность воды которого в приплотинном участке достигает 4,65 м, по мере приближения к верховью прозрачность уменьшается до 50 см и менее. Температурный режим своеобразен в том отношении, что даже летом температура придонных слоев воды на 8—10°C ниже, чем температура воды у поверхности. Это объясняется тем, что из Салгира с гор все время поступает холодная вода. Общее количество солей, по данным Р. С. Ровинской, 306,5 — 359,06 мг/л. Кислородный режим в общем благоприятный. Водохранилище зарастает макрофитами в верховье и в заливах. Уровень воды сильно (до 5—7 м) сбрасывается летом на орошение. Берега в большинстве крутые, обрывистые.

Обобщая данные многолетних исследований, представляется возможным дать следующую характеристику зоопланктона Симферопольского водохранилища по сезонам года (см. также приложение).

Весной пробы брались в апреле 1955 г. и в мае 1956 г. Температура воды в апреле была 7, 8, в мае 14,4°C. Прозрачность в мае была 275 см.

Видовой состав ветвистоусых в конце мая был богаче, чем в апреле. Существенной разницы в наборе форм зоопланктона в пелагиали и у берега весной не наблюдалось. Следует иметь в виду, что в апреле 1955 г. водохранилище находилось в стадии формирования; пробы у левого берега брали там, где дно было недавно залито водой; наземная растительность не успела еще разложиться и сохранила свой зеленый цвет. До залития здесь был огород. В конце мая водохранилище было уже заполнено водой до проектного уровня. Процесс формирования водоема, по-видимому, не отразился на составе зоопланктона. В видовом отношении он сравнительно беден; как в апреле, так и в мае руководящими были одни и те же виды — *Brachionus angularis*, *B. urceolaris*, *Keratella quadrata*, *K. cochlearis*, *Cyclops vicinus*, *Daphnia longispina*. Биомасса зоопланктона во времени была неодинаковой — в конце мая больше, чем в апреле (табл. 1).

Небезынтересно отметить, что в небольшой изолированной яме на берегу Симферопольского водохранилища, кроме *Brachionus urceolaris*, *Notholca bipalium* var. *acuminata*, *Acanthocyclops vernalis* и *Macrothrix hirsuticornis*, найден *Eudiaptomus coerulens*, который до настоящего времени для Крыма известен не был.

Летом сбор проб производили в различных точках водохранилища: в 1955 г. (12 августа) выше плотины на 100 м, в средней части и в пелагиали, в средней части левого берега и в хвостовине; в 1956 г. (14 июля) — в пелагиали, в средней части у левого берега; в 1957 г. (14 августа) — выше плотины на 100 м и в верховье. Температура воды: в 1955 г. у поверхности — 23,5°, у дна — 13,5° (на глубине 27 м); в 1956 г. у поверх-

Т а б л и ц а 1

Количество весеннего зоопланктона в Симферопольском водохранилище \*

Группа зоопланктона	23.IV. 1955 г.	31.V.1956 г.			5.V.1957 г.		
	выше с. Мирного у левого бе- рега	выше плотины на 100 м	средняя часть в пелагиали	у левого берега	выше плотины на 100 м	средняя часть в пелагиали	средняя часть у левого берега
Rotatoria . . .	$\frac{400}{0,7}$	$\frac{4200}{13,2}$	$\frac{89\ 000}{125,0}$	$\frac{31\ 500}{6,6}$	$\frac{4800}{3,2}$	$\frac{800}{0,2}$	$\frac{1600}{0,06}$
Copepoda . . .	$\frac{600}{20,4}$	$\frac{39000}{592,0}$	$\frac{25\ 000}{110,0}$	$\frac{41\ 600}{132,0}$	$\frac{2800}{19,9}$	$\frac{2000}{9,6}$	$\frac{16\ 100}{46,5}$
Cladocera . . .	$\frac{200}{1,6}$	$\frac{8700}{780,0}$	$\frac{9400}{725,6}$	$\frac{22\ 000}{2110,0}$	$\frac{3800}{370,1}$	$\frac{6100}{610,0}$	$\frac{8700}{870,0}$
Всего . . .	$\frac{1200}{22,7}$	$\frac{51\ 900}{1385,2}$	$\frac{123\ 400}{960,6}$	$\frac{95\ 100}{2248,6}$	$\frac{11\ 400}{372,4}$	$\frac{8900}{619,6}$	$\frac{26\ 400}{917,1}$

\* В этой и других таблицах весовые показатели зоопланктеров рассчитаны по стандартным весам, взятым из сборника «Жизнь пресных вод» (т. 4, 1956 г.); числитель дроби — численность, в экз./м<sup>3</sup>, знаменатель — биомасса, в мг/м<sup>3</sup>.

ности —21°; в 1957 у поверхности —24° и у дна —13° (глубина 24 м). Прозрачность воды была 170—200 см.

Из приложения видно, что летний зоопланктон состоял главным образом из обычных широко распространенных видов. Некоторые из них весьма характерны для Симферопольского водохранилища, это *Cyclops vicinus* и *Daphnia longispina*. Важно отметить, что в зоопланктоне Симферопольского водохранилища найдены такие виды, которые для внутренних водоемов Крыма до настоящего времени не были известны, это *Mesocyclops leuckarti*, *Daphnia cucullata*, *Leptodora kindtii*. С. Н. Уломский (1955а, б) утверждает, что разнообразие видового состава зоопланктона в крымских водоемах ограничивается в связи с тем, что Крым как полуостров занимает изолированное положение и что здесь нет таких крупных речных путей, которые способствовали бы проникновению северных видов. Представители бореальной фауны, часто встречающиеся в Центральной России, в Крыму в большинстве своем не найдены. Виды, встречающиеся на Украине, в Предкавказье и частично на Кавказе, а именно *Eudiaptomus coerulens*, *E. gracilis*, *Mesocyclops oithonoides*, *M. leuckarti*, *Sida crystallina*, *Daphnia cucullata*, большинство видов *Bosmina*, *Polyphemus pediculus*, *Leptodora* и другие в Крыму отсутствуют. Откуда же тогда взялись в Симферопольском водохранилище, найденные мною *M. leuckarti*, *D. cucullata*, *L. kindtii*?

Эти виды были перевезены из Днепровского водохранилища (озеро Ленина) летом 1955 г. и впервые найдены в Симферопольском водохранилище в 1956 г: *Mesocyclops leuckarti* и *D. cucullata* — летом, единично, а *L. kindtii* — в заметном количестве в пелагиали и в прибрежной зоне, впервые в декабре 1956 г. и затем летом 1957 г. В настоящее время *L. kindtii* полезна в водохранилище в том отношении, что ею охотно питаются головки тарани, в кишечниках которых найдено по 40—60 ее особей, как это установила А. М. Чаплина.



Изучая озера Урала, С. Н. Уломский (1953) установил, что *M. leuckarti* является не только типично летней формой: он встречается здесь круглый год, причем характерно, что к началу зимы этот вид из толщи воды переходит в пелоген и зимует в состоянии копеподитных стадий. Весной, после вскрытия льда, копеподиты переходят в толщу, заканчивают метаморфоз и начинают размножаться, создавая обилие весеннего зоопланктона, когда других видов еще нет.

О видовой бедности и эндемизме крымской фауны, носящей островной характер, убедительно свидетельствуют данные И. И. Пузанова (1949).

Т а б л и ц а 2

Количество летнего зоопланктона в Симферопольском водохранилище

Группа зоопланктона	12.VIII 1955 г.				14.VII 1956 г.		14.VIII 1957 г.	
	выше плотины на 100 м в пелагиали	средняя часть пелагиали	средняя часть у левого берега	хвостовина	средняя часть в пелагеали	средняя часть у левого берега	выше плотины на 100 м в пелагиали	хвостовина
Rotatoria . . . .	$\frac{19\ 600}{15,98}$	$\frac{61\ 400}{16,0}$	$\frac{168\ 250}{44,0}$	$\frac{24\ 500}{14,3}$	$\frac{1800}{0,46}$	$\frac{3500}{1,3}$	$\frac{2000}{0,8}$	$\frac{10\ 000}{2,8}$
Copepoda . . . .	$\frac{11\ 400}{96,2}$	$\frac{12\ 000}{127,0}$	$\frac{33\ 750}{140,0}$	$\frac{61\ 500}{607,5}$	$\frac{1000}{14,8}$	$\frac{2500}{7,0}$	$\frac{13\ 700}{264,2}$	$\frac{68\ 000}{13202,0}$
Cladocera . . . .	$\frac{600}{6,6}$	$\frac{400}{6,0}$	$\frac{5750}{80,0}$	—	$\frac{100}{10,1}$	$\frac{600}{54,0}$	$\frac{200}{20,0}$	—
Всего . . . .	$\frac{31\ 500}{118,78}$	$\frac{73\ 800}{149,0}$	$\frac{207\ 750}{264,0}$	$\frac{86\ 000}{621,8}$	$\frac{2900}{25,36}$	$\frac{6600}{62,3}$	$\frac{15\ 700}{285,0}$	$\frac{7800}{13204,8}$

Из табл. 2 видно, что летняя биомасса зоопланктона в пелагиали и прибрежной зоне сравнительно бедна; она, как увидим ниже, беднее зимней декабрьской; и только в хвостовине водохранилища, особенно в 1957 г., биомасса достигает большой величины главным образом за счет развития *Asanthocyclops vernalis*. Во всех остальных случаях биомасса не превышала  $285\text{ мг/м}^3$ . В летнем зоопланктоне поражает еще то обстоятельство, что количество ветвистоусых очень мало: их биомасса не превышает  $80\text{ мг/м}^3$ .

Наряду с этим значительным обилием характеризуются веслоногие и коловратки, в особенности гервы в 1955 и 1957 гг. Сравнительная бедность летнего зоопланктона должна учитываться при рыбохозяйственных работах, так как известно, что зоопланктоном и в особенности ветвистоусыми питается молодь рыб и некоторые взрослые рыбы.

Представляется желательным поэтому для развития зоопланктона как корма для рыб отгородить земляными дамбами небольшие и мелководные заливы водохранилища и размножать в них дафний так, как это делается в дафниевых ямах, т. е. применяя удобрение. Успех будет обеспечен потому, что солнечная инсоляция в районе Симферополя огромная, прогреваемость воды в заливах будет благоприятствовать развитию дафний. Наиболее подходящие виды для выращивания в заливах — *Daphnia longispina*, *D. pulex* и др. Учитывая то обстоятельство, что в Крыму вегетационный период длинный, осень теплая и затяжная, выращивание дафний в заливах можно производить до конца октября.

В летнем зоопланктоне наибольшего количественного обилия достигают коловратки *Keratella cochlearis* и *Polyarthra trigla*, а из веслоногих — *Acanthocyclops vernalis*. Среди ветвистоусых нет таких видов, которые можно было бы отметить, как руководящие. Однако заметная численность коловраток летом не образует значительной биомассы, да и вообще коловратки как пища для рыб имеют менее существенное значение, чем ветвистоусые ракообразные. Последние летом в Симферопольском водохранилище количественно представлены бедно, вероятно, по двум причинам: во-первых, вследствие выедания рыбами, во-вторых, не успевают дать значительного количественного развития в связи с постоянным притоком холодной воды и кратковременностью промежутка времени между весной и летом именно в воде Симферопольского водохранилища. У левого берега водохранилища было немного зарослей рдеста, сусака, частухи-подорожника, а в хвостовине — масса цветущей гречихи, много было харовых и немного — тростника. Как раз у левого берега и в хвостовине наблюдается большое обилие некоторых коловраток и веслоногих, но поразительно, что даже среди зарослей, на мелководье у берега и в хвостовине мало ветвистоусых.

Осенью пробы собирали 25 ноября 1955 г. как обычно в пелагической зоне, прибрежной зоне у левого берега и в хвостовине. Температура воды у поверхности была  $7,5^{\circ}$ , у дна —  $7,2^{\circ}$  (глубина 25,5 м). Прозрачность воды 290 см.

По сравнению с весенним и летним зоопланктоном осенний в видовом отношении менее разнообразен, особенно это касается ветвистоусых ракообразных.

Таблица 3

Количество осеннего зоопланктона в Симферопольском водохранилище

Группа зоопланктона	25.XI 1955 г.			
	выше плотины на 100 м в пелагиали	средняя часть в пелагиали	средняя часть у левого берега	хвостовина
Rotatoria . . . . .	$\frac{1250}{0,5}$	$\frac{2500}{3,45}$	$\frac{77\ 000}{35,5}$	$\frac{6000}{2,35}$
Copepoda . . . . .	$\frac{46\ 000}{496,75}$	$\frac{46\ 500}{387,5}$	$\frac{34\ 000}{377,5}$	$\frac{48\ 000}{527,5}$
Cladocera . . . . .	$\frac{13\ 250}{402,5}$	$\frac{16\ 750}{460,0}$	$\frac{8500}{18,0}$	$\frac{3756}{127,5}$
Всего . . . . .	$\frac{60\ 500}{899,75}$	$\frac{65\ 750}{850,95}$	$\frac{119\ 500}{431,0}$	$\frac{57\ 750}{657,35}$

Из табл. 3 видно, что биомасса зоопланктона осенью в пелагиали составляет бóльшую величину, чем летом, однако коловратки количественно менее обильны. Веслоногие, особенно молодые стадии, одинаково хорошо представлены как в пелагиали, так и в прибрежной зоне и в хвостовине и дают сравнительно большую биомассу. Ветвистоусые в пелагиали дают сравнительно большую биомассу, а в хвостовине и особенно у левого берега их биомасса меньше. Наибольшим количеством обилием из веслоногих характеризуются *Cyclops vicinus* и *Acanthocyclops vernalis*, а из ветвистоусых *Bosmina longirostris*.

Принято считать, что зима — неблагоприятный период для развития гидробионтов. Для северной и умеренной зон это действительно так,

В южных же областях СССР зимой, особенно в ее начале, не всегда наблюдается минимум жизни в водоемах. Зимний зоопланктон в Симферопольском водохранилище был собран 27 февраля и 14 декабря 1956 г. (в последнем случае сотрудником Симферопольского педагогического института М. Глобенко, которой выражаю благодарность за передачу мне материалов). В феврале температура воды у поверхности была 2°, у дна на глубине 5—6 м — 1,5°, прозрачность 210 см; температура воды в декабре у поверхности 4—4,5°.

Зимний набор видов в зоопланктоне мало уступает таковому в другие времена года. Руководящими видами в это время являются *Brachionus urceolaris*, *Cyclops vicinus*, *Daphnia longispina* (в декабре порядочно было эфипиев *D. longispina*).

Я. Я. Цесб (19476) указывает, что в планктоне крымских водохранилищ зимой, а в глубинной зоне летом, видную роль играет *Daphnia pulex*, которая в Крыму ведет себя как холодолюбивая форма. Мною в зимнем зоопланктоне Симферопольского водохранилища *D. pulex* не обнаружена. Ее место в этом водохранилище занимает *D. longispina*, которая и ведет себя здесь как холодолюбивый вид. Обращает на себя внимание также и то обстоятельство, что *Cyclops vicinus* в декабре встречается половозрелым. Коловратки, обнаруженные в водохранилище, принадлежат к озерным планктонным видам южного бореального происхождения, широко распространенным и встречающимся в водоемах различного типа. Небезынтересно отметить нахождение зимой летней коловратки *Pompholyx complanata*.

Т а б л и ц а 4

Количество зимнего зоопланктона в Симферопольском водохранилище

Группа зоопланктона	27.II 1956 г.		14.XII 1956 г.	
	выше плотины на 500 м у левого берега	средняя часть у левого берега	средняя часть в пелагиали	средняя часть у левого берега
Rotatoria . .	$\frac{1000}{0,61}$	$\frac{12\ 510}{12,04}$	$\frac{200}{—}$	$\frac{200}{—}$
Copepoda . . .	$\frac{3070}{3,5}$	$\frac{560}{1,7}$	$\frac{4600}{14,0}$	$\frac{6000}{17,2}$
Cladocera . .	—	$\frac{30}{2,1}$	$\frac{2600}{462,0}$	$\frac{4200}{749,6}$
Всего . .	$\frac{4070}{4,11}$	$\frac{13\ 100}{15,8}$	$\frac{7400}{476,0}$	$\frac{10\ 400}{766,8}$

Как видно из приведенной табл. 4, биомасса зоопланктона в феврале крайне невелика и это естественно — к концу зимы обычно создаются весьма неблагоприятные условия для жизни гидробионтов. В декабре биомасса сравнительно увеличивается за счет появления значительного числа *Cyclops vicinis*, особенно его молодых стадий, и *Daphnia longispina*. Коловратки дают столь незначительную биомассу, что по сравнению с низшими ракообразными ее можно не принимать во внимание. Как видим, в отличие от водохранилищ умеренной зоны, Симферопольское водохранилище еще в декабре месяце имеет достаточно обильный зоопланктон, составляющий такую по величине биомассу, которая



близка к биомассе летнего зоопланктона некоторых водохранилищ Украины. В Днепровском водохранилище (озеро Ленина), например, средняя биомасса, по моим сведениям (Мельников, 1955), составляет  $2400 \text{ мг/м}^3$ , а бывают годы, когда она равна  $600 \text{ мг/м}^3$ .

### ВЫВОДЫ

1. Состав зоопланктона по сезонам года неодинаков, в особенности в количественном отношении.

2. Весенний зоопланктон в апреле месяце количественно весьма беден, биомасса его не превышает  $22,7 \text{ мг/м}^3$ , однако в конце мая наступает весенний максимум в развитии зоопланктона, когда биомасса его в пелагиали достигает  $960,6—1385,2 \text{ мг/м}^3$ , а в прибрежной зоне до  $2248,6 \text{ мг/м}^3$  в связи со значительным развитием веслоногих и особенно ветвистоусых — *Cyclops vicinis*, *Daphnia longispina*. Коловратки весной дают незначительную биомассу.

3. Летний зоопланктон характеризуется заметным видовым разнообразием, но биомасса его, особенно в пелагиали, невелика и не превышает  $264,0 \text{ мг/м}^3$ . Очень мало ветвистоусых, биомасса которых в водохранилище вообще не превышает  $80 \text{ мг/м}^3$ . Вместе с тем в хвостовине водохранилища количество зоопланктона достигает значительной величины ( $621,8—13204,8 \text{ мг/м}^3$ ) за счет *Acanthocyclops vernalis*. Это и является первой особенностью зоопланктона Симферопольского водохранилища — небольшая биомасса летом в пелагиали и у берегов, вследствие малого обилия ветвистоусых, и значительная биомасса в хвостовине, вследствие их большого обилия там.

4. Принимая во внимание незначительную биомассу летнего зоопланктона в пелагиали и у берегов, в особенности незначительное обилие ветвистоусых, целесообразно небольшие, но глубоко вдающиеся в берег мелководные заливы Симферопольского водохранилища перегородить земляными плотинами и разводить в них различных кладецер (*Daphnia longispina*, *D. pulex* и др.) так, как это делается в дафниевых ямах. Есть основания полагать, что таким путем можно обеспечить живым кормом рыб-планктонофагов в летний период.

5. Осенний зоопланктон незначительно отличается по числу форм от летнего особенно за счет коловраток. Последние малочисленны количественно, но веслоногие и ветвистоусые обильны и дают в сравнении с летом даже большую биомассу в пелагиали, равную  $850,45—899,75 \text{ мг/м}^3$ . Наибольшего количества осенью достигают из веслоногих *Cyclops vicinus* и *Acanthocyclops vernalis*, а из ветвистоусых *Bosmina longirostris*.

6. Зимний зоопланктон состоит из немногих видов, однако биомасса их в декабре колеблется от  $476,0$  до  $766,8 \text{ мг/м}^3$ . Наиболее многочисленны в этом месяце ветвистоусые (*Daphnia longispina*, *D. hyalina*, *D. galeata*) и веслоногие (*Cyclops vicinus*). Коловратки в декабре количественно бедны. К февралю биомасса зоопланктона сильно уменьшается до  $4,11—15,8 \text{ мг/м}^3$ . Такова вторая особенность зоопланктона Симферопольского водохранилища. Это его значительная биомасса в зимний период в декабре месяце за счет заметного количественного развития ряда видов, несмотря на низкую температуру. Минимум развития зоопланктона наблюдается в феврале, то есть в конце зимы.

7. Круглогодичными видами зоопланктона в Симферопольском водохранилище являются *Brachionus urceolaris*, *Keratella quadrata*, *K. cochlearis*, *Synchaeta stylata*, *Polyarthra trigla*, *Cyclops vicinus*, *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*.

8. Видовой состав зоопланктона Симферопольского водохранилища пополнился новыми видами — *Mesocyclops leuckarti*, *Daphnia cucullata*, *Leptodera kindtii*, которые были перевезены из Днепровского водохранилища (озеро Ленина) и прижились в Симферопольском водохранилище. Эти виды впервые указываются для внутренних водоемов Крыма.

9. По сравнению с зоопланктоном водохранилищ степной зоны Украины, зоопланктон Симферопольского водохранилища в видовом отношении вообще, а в количественном в особенности (в пелагической зоне) беден.

10. Видовая бедность зоопланктона обусловлена историческими условиями развития крымской фауны, носящей черты островной, т. е. обедненной видами.

11. Относительная количественная бедность зоопланктона в пелагической и прибрежной зонах обусловлена слабым поступлением в Симферопольское водохранилище органических веществ и биогенных элементов, слабым развитием высших и низших растений, постоянным притоком холодной воды из р. Салгир. Летом, кроме того, зоопланктон сильно выедается рыбами. Осенью и зимой, когда интенсивность выедания падает, зоопланктон количественно более обилен, чем летом, но к февралю его количество падает до минимума, а к концу мая снова возрастает до максимальных для пелагиали величин.

12. По числу видов зоопланктона в Симферопольском водохранилище нельзя четко выделить какой-нибудь один сезон: весной и летом в зоопланктоне до 23 видов беспозвоночных, осенью 13, а зимой 19.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Бенинг А. Л. 1941. Кладопера Кавказа.— Грузмедгиз.
- Борущий Е. В. 1931. Пресноводные и солоноватоводные Naupacticoidea СССР.— «Пресноводная фауна», вып. 3.
- Борущий Е. В. 1940. Copepoda — Naupacticoidea из пещер Крыма и Закавказья.— Бюллетень Моск. об-ва испытателей природы, отдел биол., т. XLIX. № 3—4.
- Бронштейн З. С. 1940. Ostracoda околлиц Карадага.— Труды Карадагской биол. станций, вып. VI.
- Воронков Н. В. 1912. Коловратки и общий характер планктона водоемов Яйлы.— Труды гидробиол. станции на Глубоком озере, т. IV.
- Воронков Н. В. 1913. К фауне коловраток России.— Там же, т. V, вып. 1.
- Каптерев П. 1912. Cladocera водоемов Яйлы.— Труды гидробиол. станции на Глубоком озере, т. IV.
- Лещинская А. С. 1957. Качественная и количественная характеристика зоопланктона и зообентоса пресноводных водоемов Крыма.— Труды Карадагской биол. станции, вып. 14.
- Мельников Г. Б. 1955. Зоопланктон озера Ленина (Днепровского водохранилища) после его восстановления.— Вестник научно-исслед. ин-та гидробиологии Днепропетровского гос. ун-та, т. XI.
- Никитин В. Н. 1925. Севастопольская биологическая станция Академии наук.— Природа, № 7—9.
- Пастак С. А. и Первольф Ю. В. 1934. О Михайловской части Сакского озера.— В сб.: «Исследование озер СССР», вып. 6.
- Пузанов И. И. 1949. Своеобразие фауны Крыма и ее происхождение.— Ученые записки Горьковского гос. ун-та, вып. 14.
- Рылов В. М. 1930. Пресноводные Calanoida СССР.— «Пресноводная фауна», вып. 1.
- Рылов В. М. 1948. Cyclopoida пресных вод.— Фауна СССР. Ракообразные, т. III, вып. 3.
- Совинский В. К. 1891. Материалы по фауне пресноводных ракообразных юго-западного края.— Записки Киевск. об-ва естествоиспытателей, т. XVII, вып. 1.
- Уломский С. Н. 1953. Новое в экологии некоторых видов веслоногих ракообразных (Copepoda) *Mesocyclops leuckartii* (Claus).— Доклады АН СССР, т. XC, № 2.

- У л о м с к и й С. Н. 1955а. К экологии ракообразных и коловраток внутренних водоемов Крыма.— Труды Карадагской биол. станции, вып. 13.
- У л о м с к и й С. Н. 1955б. Планктон внутренних водоемов Крыма и его биомасса.— Труды Карадагской биол. станции, вып. 13.
- Ф а д е е в Н. Н. 1925. Материалы к познанию фауны коловраток России.— Труды Харьков. об-ва испытателей природы, т. 50, вып. 1.
- Ц е с е б Я. Я. 1934. Результаты и перспективы гидробиологического изучения крымских водохранилищ.— Труды Крымск. научно-исслед. ин-та национально-культурного строительства и краеведения, т. IV.
- Ц е с е б Я. Я. 1947а. Хозяйственное значение стоячих водоемов Крыма с биологической точки зрения.— Известия Крымского пед. ин-та, т. XII.
- Ц е с е б Я. Я. 1947б. Зоогеографический очерк и история крымской гидрофауны.— Ученые записки Орловского пед. ин-та, вып. 2.
- В о г у т с к у Е. W. 1930. Material zur Fauna der interirdischen Gewasser der Krim.— Zool. Anz., Bd. 88, H. 5—6.
- У л о м с к у С. N. 1941. Über eine neue *Arctodiaptomus* Art. (Copepoda) aus der Krim (u. d. SSR).— Zool. Anz., B. 134, H. 5—6.

## П Р И Л О Ж Е Н И Е

## Видовой состав зоопланктона по сезонам

№ п/п	Организм	Весна	Лето	Осень	Зима
R o t a t o r i a					
1	<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas . . .	+	—	—	—
2	<i>B. calyciflorus</i> var. <i>amphiceros</i> (Ehrbg) . . . . .	—	+	—	—
3	<i>B. angularis</i> Gosse . . . . .	+	+	+	—
4	<i>B. urceolaris</i> Linne . . . . .	+	—	—	+
5	<i>Keratella quadrata</i> (Müll.) . . . . .	+	+	+	+
6	<i>K. cochlearis</i> (Gosse) . . . . .	+	+	+	+
7	<i>Notholca bipalium</i> var. <i>acuminata</i> (Ehrbg) . . . . .	+	—	—	—
8	<i>Euchlanis dilatata</i> (Ehrbg) . . . . .	+	—	—	—
9	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse . . . . .	+	+	+	—
10	<i>Asplanchnopus syrix</i> Ehrbg . . . . .	—	—	—	+
11	<i>Synchaeta stylata</i> Wierz. . . . .	—	—	—	+
12	<i>S. sp.</i> . . . . .	+	+	+	—
13	<i>Polyarthra trigla</i> Ehrbg. . . . .	+	+	+	+
14	<i>Diurella</i> sp. . . . .	+	+	—	—
15	<i>Pompholyx complanata</i> Gosse . . . . .	—	+	+	+
16	<i>Filinia longiseta</i> Ehrbg . . . . .	+	—	—	—
	Всего Rotatoria . . . . .	12	9	7	7
C o p e p o d a					
1	<i>Diaptomus</i> juv. . . . .	—	+	—	—
2	<i>Cyclops vicinus</i> Uljan. . . . .	+	+	+	+
3	<i>Acanthocyclops vernalis</i> Fisch. . . . .	+	+	+	+
4	<i>Mesocyclops leuckarti</i> Claus . . . . .	—	+	—	—
	Всего Copepoda . . . . .	2	4	2	2
H a r p a c t i c i d a e					
1	<i>Canthocamptus</i> sp. . . . .	+	—	—	+
	Всего Harpacticidae . . . . .	1	—	—	1



№ п/п	Организм	Окончание			
		Весна	Лето	Осень	Зима
	<b>Cladocera</b>				
1	Diaphanosoma brachyurum Liev. . .	+	+	—	—
2	Daphnia longispina O. F. M. . . .	+	+	+	+
3	D. hyalina Leidig . . . . .	+	+	—	+
4	D. galeata Sars. . . . .	+	+	+	+
5	D. cucullata Schoedl. . . . .	—	+	—	—
6	Ceriodaphnia quadrangula O. F. M.	—	+	—	—
7	Bosmina longirostris O. F. M. . . .	+	+	+	+
8	Alona quadrangularis O. F. M. . .	—	—	+	+
9	Rynchotalona rostrata Koch. . . .	—	+	—	+
10	Macrothrix laticornis Jur. . . . .	+	—	—	—
11	Pleuroxus aduncus Jur. . . . .	+	—	—	+
12	Chydorus sphaericus O. F. M. . . .	+	+	—	+
13	Leptodora kindtii Focke. . . . .	—	+	—	+
	Всего Cladocera . . . . .	8	10	4	9
	Всего видов зоопланктона . . .	23	23	13	19

**А. С. БОГОСЛОВСКИЙ**

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛОВРАТОК В ОТРЕЗКЕ РЕКИ КЛЯЗЬМЫ,  
ЕЕ ЗАВОДЯХ И В ПРУДУ,  
НАХОДЯЩИХСЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПЛОТИНЫ**

*(Кафедра зоологии беспозвоночных МГУ; Москва)*

**ВВЕДЕНИЕ**

В научных коллекциях Болшевской биологической станции МГУ сохранился материал, частично уже обработанный, по планктону участка р. Клязьмы в районе работ станции (Московская область, Мытишинский район), собранный в 1931—1933 гг., до строительства Московского канала и формирования Клязьминского водохранилища и до спуска плотины в с. Образцово.

Опубликование результатов обработки этого материала целесообразно по следующим соображениям. За последние десять-пятнадцать лет, особенно в связи с изучением этапности развития рыб, накопилось немало фактов, показывающих, что для личинок многих видов рыб на первом этапе их самостоятельного питания коловратки служат существенным, а для некоторых видов, быть может, основным объектом питания.

Мои неопубликованные наблюдения за схватыванием коловраток личинками карпа, карася и змееголова показывают, что не все виды коловраток равноценны в этом отношении. Имеют значение не только величина коловратки и характер ее движения, на что указывают некоторые исследователи, но также форма тела и численность того или иного вида коловратки в момент встречи с личинками рыб. Отсюда очевидно, что данные по распределению этих пищевых объектов в водоемах, связанных с рекой, могут быть использованы ихтиологами, изучающими речных рыб.

Кроме того, обработка материала по руководящей группе зоопланктона дополнит ранее опубликованные сотрудниками Болшевской биологической станции исследования этого участка Клязьмы (см. список литературы) и даст возможность полнее охарактеризовать часть небольшой равнинной реки, давно находящейся под влиянием плотины. Для прогнозирования биологического режима новых водохранилищ, создаваемых на реках, и для целого ряда других вопросов, связанных с эксплуатацией этих водоемов, необходим фактический материал по экологии гидробионтов из рек разного типа и полученный в разные сроки от времени сооружения плотин. Такого материала до сих пор имеется очень мало, особенно по коловраткам — основным представителям

зоопланктона рек. Несмотря на то, что в настоящее время мы имеем общее представление о взаимоотношениях планктона реки и придаточных водоемов, все же остается еще много неясного. Это особенно касается закономерностей распределения коловраток в реках, измененных постройкой плотин.

Я далек от мысли, что приводимые здесь данные достаточны для выявления указанных закономерностей, но несомненно, что для установления их необходимо прежде всего располагать достаточным фактическим материалом.

Считаю своим долгом выразить глубокую благодарность Л. А. Зенкевичу за неизменное внимание к моей работе и Б. В. Властову за товарищеские советы по подготовке рукописи к печати.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Отрезок р. Клязьмы, на котором был собран материал, можно разбить на три участка (рис. 1). Первый участок находился примерно в 8 км выше плотины, сооруженной лет 80 назад при мануфактурной фабрике в с. Образцово. На этом участке влияние плотины не было заметно. Здесь характерны твердые берега с расположенными на них старыми ивами, слабо выраженная прибрежная водная растительность, отсутствие заводей, песчаное дно. Средняя глубина реки — 1,24 м, скорость поверхностного течения — 5,1 м/мин.; ширина реки не превышала 25 м; температура воды в летние месяцы была несколько ниже по сравнению с другими участками. В районе этого участка располагаются Болшевская фабрика им. 1-го Мая (между станциями 1 и 2 — см. рис. 1) и дом отдыха «Сосновый бор». Вторым участком, в который незаметно переходил первый примерно в районе Болшевского моста, характеризовался уже ясно выраженным влиянием плотины, усиливавшимся по мере приближения к запруде. Ширина реки в конце этого участка доходила до 100 м; берега были сильно заболочены, имелись пойменные водоемчики и различного типа заводи, а также прибрежные заросли макрофитов; скорость течения замедлялась до 1 м/мин. и даже меньше; дно в большей своей части было покрыто илом, песок оставался только в середине реки.

В районе этого участка по правому берегу располагались Болшевская биологическая станция и справа от нее дер. Бурково, а по левому — дачный поселок «Горки». Протяженность второго участка примерно 4 км. Затем начинался третий участок — река входила в пруд, или, как его обычно называли, «Образцовское озеро», длиной около 1,5 км и шириной 0,5 км. Это небольшое старое водохранилище зарастало почти сплошь макрофитами, отсутствовавшими только в русле реки, которое было хорошо выражено до самой плотины.

В полевых работах, помимо автора статьи, принимали участие С. Н. Ягужинский, А. З. Чернов и П. Е. Самофалов. В кропотливой работе по подсчету коловраток большую помощь мне оказали Е. И. Богословская и Г. В. Ермолина, которым я выражаю свою благодарность.

Чтобы выяснить изменения в планктоне на всем протяжении исследованного отрезка реки, пробы собирали на расположенных в русле реки станциях 1, 2, 24 и 36 (см. рис. 1.). Пробы брали в один день, что занимало примерно три-четыре часа. Время сбора: в 1931 г. — июль — октябрь, в 1932 г. — май — июль и ноябрь, в 1933 г. — апрель. Для выявления взаимосвязей между руслом и заводями сборы планктона проводили в русле реки выше заводки, в самой заводи и в русле ниже



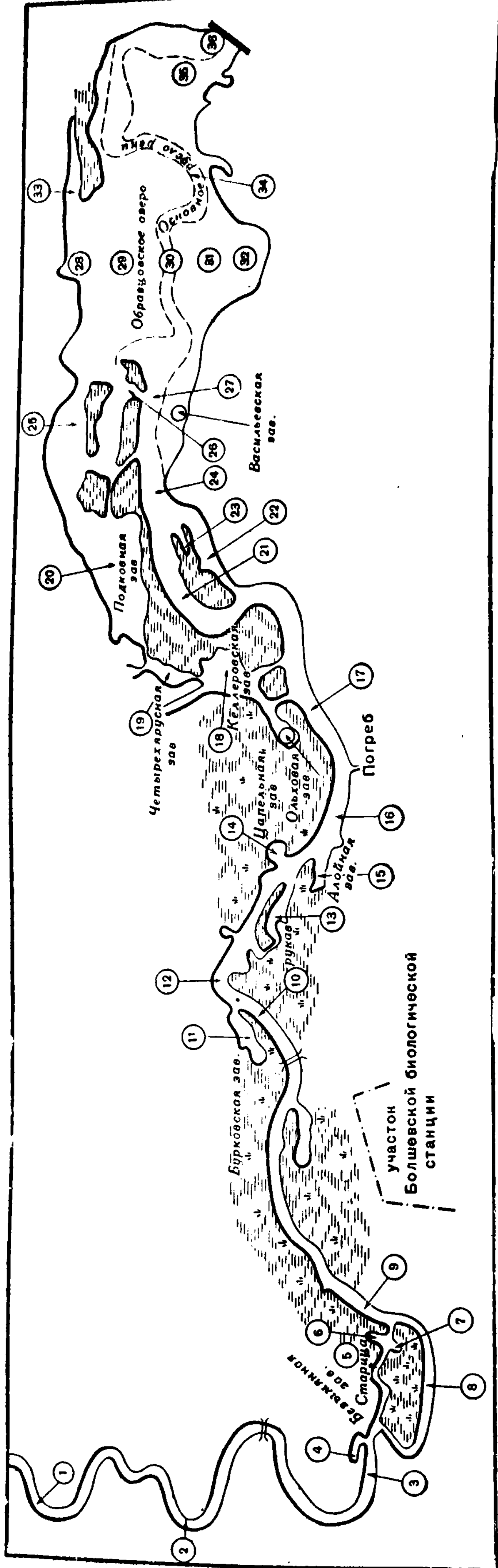


Рис. 1. Схематическая карта участка р. Клязьмы в 1931 г.

Стрелками указаны места взятия проб, цифрами — номера станций

нее. Время сбора этих проб: в 1931 г. — июль — октябрь, в 1932 г. — май. Тогда же собирали пробы в Образцовском пруду. В статье не дано описания заводов и пруда, так как оно было уже сделано С. Н. Ягужинским (1929), В. И. Олифан и С. В. Покровским (1932), С. И. Кулаевым (1937) и Л. С. Селивановым (1937).

Для сбора планктона применяли следующий метод: через сетку из газа № 77 профильтровывали 20 л воды из поверхностного слоя не глубже 15—20 см. Пробу на месте фиксировали 4%-ным формалином. Количественную обработку материала проводили в камере Кольквица при помощи подвижного счетного столика микроскопа. Обычно просчитывали 3 см<sup>3</sup> из объема 30 см<sup>3</sup>, до которого доводилась проба. Полученные числовые величины пересчитывали на 20 л воды. Всего обработано 155 проб.

### КАЧЕСТВЕННОЕ И КОЛИЧЕСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛОВРАТОК ПО ДЛИНЕ РУСЛА КЛЯЗЬМЫ

В исследованном участке Клязьмы фитопланктон значительно преобладал над зоопланктоном. По данным С. Н. Ягужинского (1939), фитопланктон в основном состоял из диатомовых и протококковых водорослей. В зоопланктоне преобладали коловратки, которые в летние месяцы на некоторых станциях составляли до 99% от численности всех животных планктона. Из остальных видов зоопланктона заметную роль играли инфузории и корненожки, затем личиночные стадии веслоногих ракообразных (их взрослые стадии встречались единично); ветвистоусые ракообразные были весьма малочисленны, из них наиболее часто встречались *Bosmina longirostris*; в весенних пробах часто попадались нематоды, летом — гастротрихи.

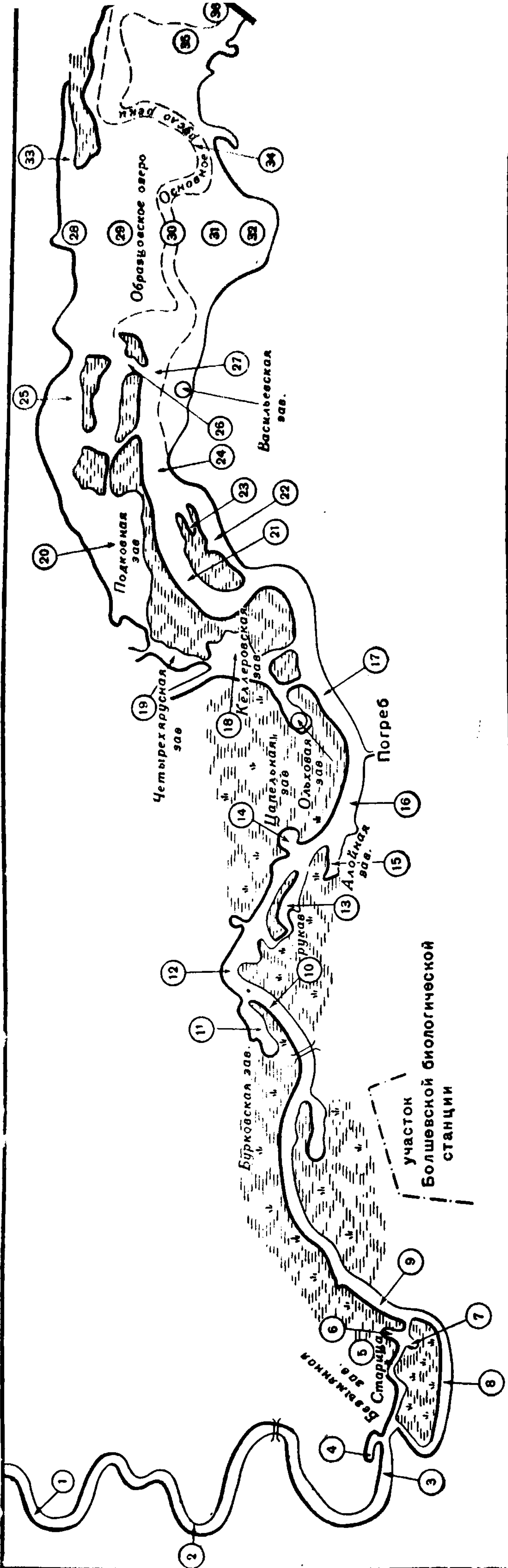
Как видно из табл. 1, на протяжении около 8 км русло Клязьмы имело однообразный видовой состав коловраток. В самом деле, из 75 видов 53 встречены на трех-четырех станциях русла. Незначительное количество особей видов, зарегистрированных не на всех станциях, для большинства коловраток можно объяснить несовершенством методики сбора. Только станция 36, расположенная в конце пруда, у плотины, характеризовалась наибольшим числом видов, так как она по существу являлась уже станцией пруда, а не реки, хотя многие из видов, встреченных на этой станции в незначительном количестве, попадались в русло.

Анализ распределения коловраток по руслу показывает, что отдельные виды по своей численности распределялись далеко не равномерно.

Число видов, которые изобиловали на всех четырех станциях русла, очень невелико, это: *Synchaeta oblonga*, *Poliarthra trigla*, *Keratella cochlearis*, *Trichocerca pusilla*, *Brachionus angularis*, *Anuraeopsis fissa*, *Filinia longiseta*, *Brachionus caliciflorus* и *Synchaeta stylata*. В летние месяцы они резко преобладали над другими видами (рис. 2)<sup>1</sup>, образуя основную массу коловраток и определяя собою фон зоопланктона.

На этом основании их нужно считать руководящими видами данного отрезка Клязьмы. Летом верхний участок русла (станции 1, 2) характеризовался значительно меньшим количеством особей коловраток, чем нижний (станции 24 и 36), связанный с заводами и прудом. Большинство руководящих видов образовывало наибольшую численность у свай плотины (станция 36). Исключение представлял июль 1931 г., когда обилие коловраток, вызванное резким увеличением численности *Trichocerca*

<sup>1</sup> На рис. 2 и 3 в каждой группе столбиков первый слева соответствует станции 1, второй — станции 2, третий — станции 24, четвертый — станции 36.





нее. Время сбора этих проб: в 1931 г. — июль — октябрь, в 1932 г. — май. Тогда же собирали пробы в Образцовском пруду. В статье не дано описания заводов и пруда, так как оно было уже сделано С. Н. Ягужинским (1929), В. И. Олифан и С. В. Покровским (1932), С. И. Кулаевым (1937) и Л. С. Селивановым (1937).

Для сбора планктона применяли следующий метод: через сетку из газа № 77 профильтровывали 20 л воды из поверхностного слоя не глубже 15—20 см. Пробу на месте фиксировали 4%-ным формалином. Количественную обработку материала проводили в камере Кольквица при помощи подвижного счетного столика микроскопа. Обычно просчитывали 3 см<sup>3</sup> из объема 30 см<sup>3</sup>, до которого доводилась проба. Полученные числовые величины пересчитывали на 20 л воды. Всего обработано 155 проб.

### КАЧЕСТВЕННОЕ И КОЛИЧЕСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛОВРАТОК ПО ДЛИНЕ РУСЛА КЛЯЗЬМЫ

В исследованном участке Клязьмы фитопланктон значительно преобладал над зоопланктоном. По данным С. Н. Ягужинского (1939), фитопланктон в основном состоял из диатомовых и протококковых водорослей. В зоопланктоне преобладали коловратки, которые в летние месяцы на некоторых станциях составляли до 99% от численности всех животных планктона. Из остальных видов зоопланктона заметную роль играли инфузории и корненожки, затем личиночные стадии веслоногих ракообразных (их взрослые стадии встречались единично); ветвистоусые ракообразные были весьма малочисленны, из них наиболее часто встречались *Bosmina longirostris*; в весенних пробах часто попадались нематоды, летом — гастротрихи.

Как видно из табл. 1, на протяжении около 8 км русло Клязьмы имело однообразный видовой состав коловраток. В самом деле, из 75 видов 53 встречены на трех-четырех станциях русла. Незначительное количество особей видов, зарегистрированных не на всех станциях, для большинства коловраток можно объяснить несовершенством методики сбора. Только станция 36, расположенная в конце пруда, у плотины, характеризовалась наибольшим числом видов, так как она по существу являлась уже станцией пруда, а не реки, хотя многие из видов, встреченных на этой станции в незначительном количестве, попадались в русло.

Анализ распределения коловраток по руслу показывает, что отдельные виды по своей численности распределялись далеко не равномерно.

Число видов, которые изобиловали на всех четырех станциях русла, очень невелико, это: *Synchaeta oblonga*, *Poliarthra trigla*, *Keratella cochlearis*, *Trichocerca pusilla*, *Brachionus angularis*, *Anuraeopsis fissa*, *Filinia longiseta*, *Brachionus caliciflorus* и *Synchaeta stylata*. В летние месяцы они резко преобладали над другими видами (рис. 2)<sup>1</sup>, образуя основную массу коловраток и определяя собою фон зоопланктона.

На этом основании их нужно считать руководящими видами данного отрезка Клязьмы. Летом верхний участок русла (станции 1, 2) характеризовался значительно меньшим количеством особей коловраток, чем нижний (станции 24 и 36), связанный с заводами и прудом. Большинство руководящих видов образовывало наибольшую численность у свай плотины (станция 36). Исключение представлял июль 1931 г., когда обилие коловраток, вызванное резким увеличением численности *Trichocerca*

<sup>1</sup> На рис. 2 и 3 в каждой группе столбиков первый слева соответствует станции 1, второй — станции 2, третий — станции 24, четвертый — станции 36.

Т а б л и ц а 1

Горизонтальное распределение коловраток в русле Клязьмы \*

Вид	Номер станции			
	1	2	24	36
Synchaeta oblonga Ehr. . . . .	+	+	+	+
Keratella cochlearis (Gosse) . . . . .	+	+	+	+
Polyarthra trigla Ehr. . . . .	+	+	+	+
Diaschisa gibba (Ehr.) . . . . .	+	+	+	+
Anuraeopsis fissa (Gosse) . . . . .	+	+	+	+
Brachionus bennini (Liesl.) . . . . .	+	+	+	+
B. urceolaris Müll. . . . .	+	+	+	+
Ex Bdelloidea . . . . .	+	+	+	+
Ex Notommatidae . . . . .	+	+	+	+
Diaschisa sp. . . . .	+	+	+	+
Filina longiseta (Ehr.) . . . . .	+	+	+	+
Trichocerca pusilla (Jen.) . . . . .	+	+	+	+
Synchaeta pectinata Ehr. . . . .	+	+	+	+
Euchlanis dilatata Ehr. . . . .	+	+	+	+
Lepadella sp. . . . .	+	+	+	+
Trichotria tetractis (Ehr.) . . . . .	+	+	+	+
Monostyla hamata Stok. . . . .	+	+	+	+
Brachionus angularis Gosse . . . . .	+	+	+	+
Keratella quadrata (Müll.) . . . . .	+	+	+	+
Synchaeta stilata Wierz. . . . .	+	+	+	+
Brachionus calicyflorus Pal. . . . .	+	+	+	+
Colurella adriatica Ehr. . . . .	+	+	+	+
Trichocerca sp. . . . .	+	+	+	+
Euchlanis sp. . . . .	+	+	+	+
Synchaeta tremula (Müll.) . . . . .	+	+	+	+
Colurella colurus (Ehr.) . . . . .	+	+	+	+
Diurella stylata Eyf. . . . .	+	+	+	+
Brachionus quadridentatus Herm.	+	+	+	+
Monommata orbis (Müll.) . . . . .	+	+	+	+
Lecane luna (Müll.) . . . . .	+	+	+	+
Colurella obtusa (Gos.) . . . . .	+	+	+	+
Testudinella patina (Herm.) . . . . .	+	+	+	+
Trichotria pocillum (Müll.) . . . . .	+	+	+	+
Kellicottia longispina (Kel.) . . . . .	+	+	+	+
Lepadella patella (Müll.) . . . . .	+	+	+	—
Notholca striata (Müll.) . . . . .	+	+	+	—
Monostyla lunaris (Ehr.) . . . . .	+	+	—	+
Testudinella mucronata (Goss.) . . . . .	+	—	+	+
Filinia brachiata (Rous.) . . . . .	+	—	+	+
Trichocerca rattus (Müll.) . . . . .	+	+	—	+
Pompholyx complanata Goss. . . . .	+	—	+	+
Monostyla sp. . . . .	—	+	—	+
M. bulla Goss. . . . .	+	—	+	+
Asplanchna priodonta Goss. . . . .	—	+	—	+

\* В этом и последующих списках виды расположены в порядке уменьшения количества особей и их встречаемости на станциях.

Т а б л и ц а 1 (окончание)

Вид	Номер станции			
	1	2	24	36
<i>Diurella tenuior</i> (Goss.) . . . . .	+	+	+	—
<i>Asplanchna</i> sp. . . . .	—	—	+	+
<i>Rotaria neptunia</i> (Ehr.) . . . . .	+	—	+	+
<i>Monostyla stenroosi</i> (Meis.) . . . . .	+	+	—	+
<i>Lepadella ovalis</i> (Müll.) . . . . .	+	+	—	—
<i>Trichocerca cristata</i> Har. . . . .	—	—	+	+
<i>Euchlanis deflexa</i> Goss . . . . .	+	+	—	—
<i>Gastropus</i> sp. . . . .	—	+	+	—
<i>Scaridium longicaudum</i> (Müll.) . . . . .	—	+	—	+
<i>Polyarthra euriptera</i> Wiers . . . . .	—	—	—	+
<i>Filinia cornuta</i> (Weisse) . . . . .	—	—	—	+
<i>Ascomorpha</i> sp. . . . .	—	—	—	+
<i>Diurella brachyura</i> (Goss.) . . . . .	—	—	—	+
<i>Mytilina vetralis</i> (Ehr.) . . . . .	—	—	—	+
<i>Diurella cavia</i> (Goss.) . . . . .	—	—	—	+
<i>Trichocerca iernis</i> (Goss.) . . . . .	—	—	—	+
<i>Diaschisa auriculata</i> (Müll.) . . . . .	—	—	—	+
<i>Diurella porcellus</i> (Goss.) . . . . .	—	—	—	+
<i>Dipleuchlanis propatula</i> (Goss.) . . . . .	—	—	—	+
<i>Lecane ludwigii</i> (Eckst.) . . . . .	—	—	—	+
<i>Squatinella lamellaris</i> (Müll.) . . . . .	—	—	—	+
<i>Squatinella</i> sp. . . . .	—	—	—	+
<i>Pedalia mira</i> (Huds.) . . . . .	—	—	—	+
<i>Mytilina vetralis brevispina</i> (Ehr.) . . . . .	—	—	+	—
<i>Lepadella imbricata</i> Har. . . . .	—	—	+	—
<i>Diaschisa forficata</i> (Ehr.) . . . . .	—	—	+	—
<i>Lepadella acuminata</i> (Ehr.) . . . . .	—	+	—	—
<i>L. amphitropis</i> Har. . . . .	—	+	—	—
<i>Colurella deflexa</i> (Ehr.) . . . . .	+	—	—	—
<i>C. decentra</i> Hauer . . . . .	+	—	—	—
<i>Monostyla arcuata</i> Bryce. . . . .	+	—	—	—

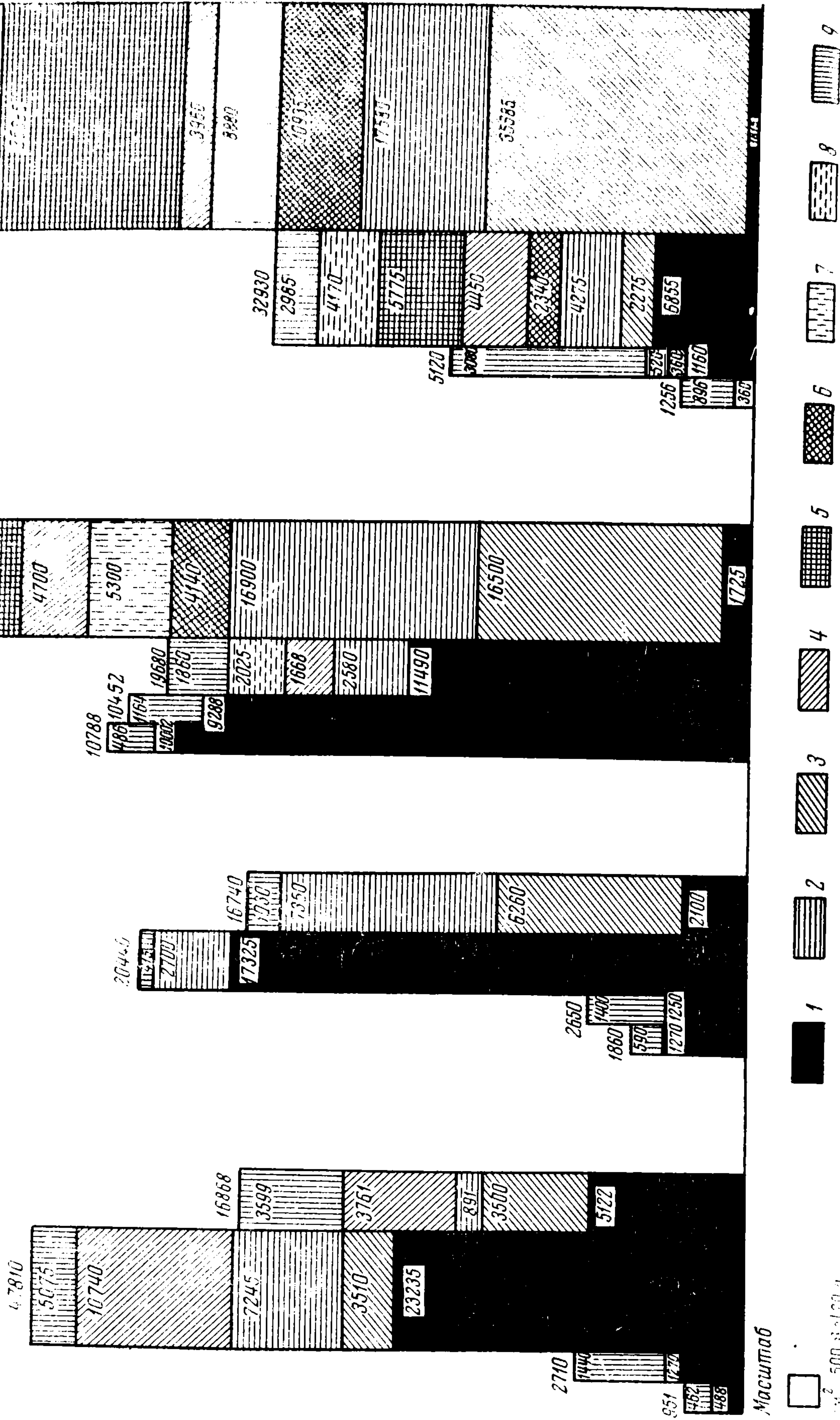
*pusilla* и *Polyarthra trigla*, было отмечено перед началом пруда (станция 24). *Synhaeta oblonga* и *S. stylata* (особенно первый вид), в противоположность другим руководящим видам, наиболее обильны на станции 24; в пруду же количество их значительно уменьшалось. В этом отношении их распределение совпадает с распределением фитопланктона, численность которого (Ягужинский, 1939) у плотины была значительно меньше, чем перед прудом (табл. 2).

Осенью, при окончании массового развития руководящих форм и общем уменьшении численности коловраток, и весной, когда численность руководящих видов еще незначительна, количественные соотношения на четырех станциях более выравнены (рис. 3). *Synhaeta oblonga* в эти периоды наиболее многочисленна у плотины, что опять совпадает с наибольшим весенним обилием фитопланктона.

Резкого различия в числе видов и количестве особей коловраток между станциями 1 и 2 не обнаружено. Следовательно, расположенная между этими станциями Болшевская фабрика не влияла на коловраток

Рис. 2. Горизонтальное распределение кокообразов по руслам р. Блязды в разные месяцы

Цифры над столбиками — общий численность кокообразов, из которых столбиков — численность тального нита. 1 — *synchaeta oblonga* и *S. stylata*; 2 — *Polyarthra trigla*; 3 — *Keratella cochlearis*; 4 — *Trichocerca jousilla*; 5 — *Brachionus angulatus*; 6 — *Anuraecopsis fissa*; 7 — *Eubria longiseti*; 8 — *Brachionus calyciflorus*; 9 — остальные. Там, где численность кокообразов в талом ните не указана, они включены в группу остальных. Первая группа столбиков — 25. VII 1931 г., вторая — 25. VIII 1931 г., третья — 18. VI 1932 г., четвертая — 20. VII 1932 г.





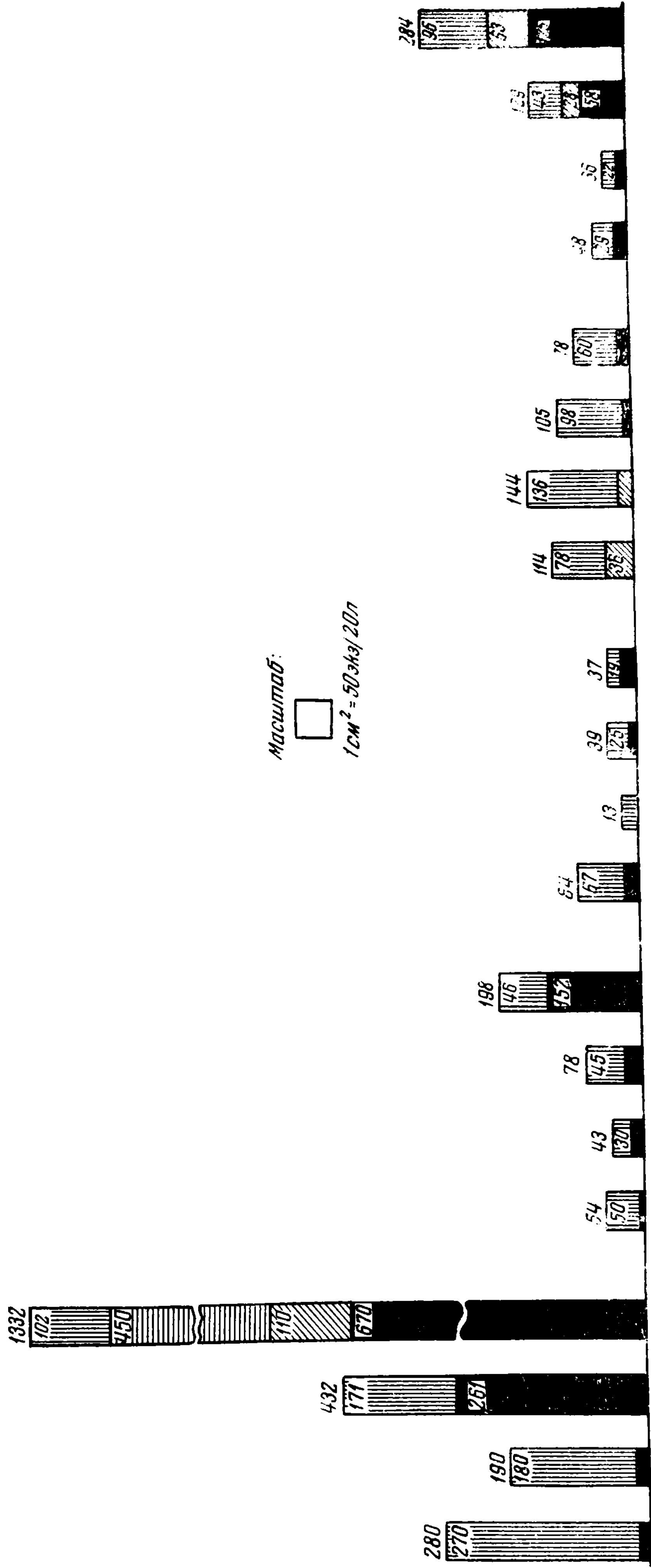


Рис. 3. Горизонтальное распределение коловраток по руслу р. Клязьмы в осенние и весенние месяцы

Первая группа столбиков — 26. IX 1931 г., вторая — 24. X 1931 г., третья — 14. XI 1932 г., четвертая — 15. IX 1933 г., пятая — 6. V 1932 г.

Остальные обозначения те же, что на рис. 2

Т а б л и ц а 2

Горизонтальное распределение руководящих видов коловраток  
и фитопланктона в р. Клязьме

Дата	Станция	Общая численность		
		растительные организмы, экз./л	коловратки, экз./20 л	
			всего	в том числе <i>Synchaeta</i>
14.IV	1	10 000	114	—
	2	9 000	144	—
	24	15 000	105	7
6.V	1	312 000	48	16
	2	Нет данных	36	14
	24	251 000	130	58
	36	462 000	284	125
18.VI	1	3 495 000	10 788	10 002
	2	1 918 000	10 452	9 288
	24	5 079 000	19 830	10 605
	36	2 160 000	61 545	1 290

реки, так же как и на фитопланктон, что отметил С. Н. Ягужинский (1939). Так как летом наибольшее количество особей коловраток находилось на участке реки, связанном с заводами и прудом, естественно предположить, что эти водоемы были причиной данного явления. Взаимосвязь коловраток заводов и русла рассматривается ниже. Не все виды коловраток встречались в планктоне русла каждый год. Так, в 1931 г. не была найдена *Filinia brachiata*, а в 1932 г. — *Monommata orbis*. Кроме того, численность многих видов, встреченных в 1931 и 1932 гг. в русле, значительно колебалась. Например, *Brachionus angularis* и *B. caliciflorus* в 1931 г. были менее многочисленными, чем в 1932 г., а *Synchaeta stylata*, наоборот, — в 1931 г. ее численность была в 10 раз больше, чем в 1932 г. Это лишний раз показывает, насколько осторожно нужно подходить к заключениям о видовом составе и количестве коловраток на основании краткосрочных наблюдений.

#### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛОВРАТОК ПО ЗАВОДАМ И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ С КОЛОВРАТКАМИ РУСЛА РЕКИ

В так называемую систему старицы (станции 3—9) входили резко отличающиеся одна от другой заводи. С одной стороны, это безымянная заводь (станция 4), имевшая относительно большую поверхность воды, свободную от макрофитов, чем она напоминала большинство других заводов Клязьмы, с другой стороны — «левая» и «правая» заводи старицы (соответственно, станции 6 и 7), сплошь заросшие макрофитами; эти заводи являлись по существу небольшими расширениями протока реки, лежащими в его сильно заболоченных берегах. По данным Л. С. Селиванова (1937), старица хорошо сообщалась с руслом Клязьмы, и из-за резкого изгиба реки в этом месте через нее проходило большое количество воды.

Т а б л и ц а 3  
Распределение коловраток в системе старицы 4 июля 1931 г.

Условия взятия пробы и название вида		Номер станции, место-положение (название)			
		3 (русло выше бывшей заводь)	6 (левая заводь)	7 (правая заводь)	9 (русло ниже старицы)
Время взятия пробы (часы, минуты) . . . . .		16.30	17.00	17.15	17.30
Температура воздуха, °С . . . . .		22,6	—	—	—
» воды, °С . . . . .		21,8	23	23,7	22,1
Глубина, см . . . . .		170	45	65	200
Прозрачность воды, см . . . . .		85	До дна	До дна	80
Группа 1: виды, встреченные в русле выше старицы, в ее заводях и в русле ниже старицы	Keratella cochlearis . . . . .	3165	22	240	930
	Polyarthra trigla . . . . .	2415	—	465	2475
	Synchaeta oblonga . . . . .	930	11	945	2370
	S. tremula . . . . .	60	—	30	690
	Trichocerca pusilla . . . . .	210	—	30	270
	Synchaeta stylata . . . . .	180	—	30	270
	Filinia longiseta . . . . .	270	—	30	135
	Brachionus quadridentatus . . . . .	150	—	15	150
	Asplanchna priodonta . . . . .	90	—	15	60
	Anuraeopsis fissa . . . . .	90	—	30	30
	Keratella quadrata . . . . .	75	—	30	30
	Brachionus bennini . . . . .	45	—	30	35
Группа 2: виды, встреченные в русле выше старицы, но не встреченные в русле ниже нее	Euchlanis dilatata . . . . .	45	—	—	—
	Diaschiza sp. . . . .	15	44	—	—
	Lepadella sp. . . . .	15	—	—	—
	Polyarthra euriptera . . . . .	15	—	—	—
	Colurella sp. . . . .	15	—	—	—
	Monostyla sp. . . . .	15	—	—	—
Группа 3: виды, встреченные в заводях и в русле ниже них	Trichocerca sp. . . . .	—	11	—	45
	Colurella bicuspidata . . . . .	—	—	15	15
Группа 4: виды, встреченные только в заводях	Diurella sp. . . . .	—	—	30	—
	Monostyla quadridentata . . . . .	—	—	15	—
	Diurella cavia . . . . .	—	—	15	—
	Rotaria neptunia . . . . .	—	11	15	—
Группа 5: виды, встреченные только в русле	Brachionus angularis . . . . .	30	—	—	45
	Lecane luna . . . . .	15	—	—	45
	Ex Notommatidae . . . . .	30	—	—	30
	Ex Bdelloidea . . . . .	15	—	—	30
	Euchlanis sp. . . . .	—	—	—	30
	Synchaeta pectinata . . . . .	—	—	—	15
	Trichotria pocillum . . . . .	—	—	—	15
Количество экземпляров . . . . .		7890	99	1980	8045
Количество видов . . . . .		22	5	17	21

Фауна коловраток системы старицы состояла из пяти групп (табл. 3). Самой богатой видами и обильной количественно является группа 1, виды которой в заводях значительно менее многочисленны, чем в русле. Видов, встречаемых в заводях и ниже их, в русле, очень мало, и все они найдены в незначительном количестве. Только два вида: *Trichocerca* sp. и *Colurella bicuspidata* — можно было бы отнести к таким, которые пополнили видовой состав коловраток русла за счет заводей, по численность их была ничтожной. Количество видов и численность коловраток в русле больше, чем в заводях. Небольшое увеличение численности коловраток в русле ниже старицы произошло за счет трех видов *Synchaeta* в самом русле, так как в заводях их численность меньше. Таким образом, в июле фауна коловраток заводей старицы не меняла комплекс коловраток, который был в русле до заводей, и не влияла на их численность.

Из табл. 4 видно, что в августе распределение коловраток и видовой состав их группировок резко изменились. Количество видов, встречаемых и в русле и в заводях (группа 1), уменьшилось вдвое, и значительно увеличилось число видов и количество особей, встречаемых в заводях (группа 4).

Группа 3, в которую включены виды, попавшие из заводей в русло, очень мала, причем опять нужно обратить внимание на незначительное количество особей этих видов в русле, несмотря на то, что в заводях многие из них представлены сотнями. Наибольшее количество экземпляров коловраток в реке обусловлено двумя видами *Synchaeta*, в безымянной заводи — *Polyarthra trigla* и *Keratella cochlearis*, а в правой и левой заводях — такими видами, не относящимися к числу руководящих, как *Colurella bicuspidata*, *Monostyla bulla*, *M. hamata*, *Mytilina ventralis* и др.

Таким образом, несмотря на то, что в августе количество коловраток в заводях значительно увеличилось, заводи, как и в июле, существенно не обогатили русло коловратками. В сентябре произошло сокращение видов и численности коловраток с сохранением перевеса на станциях заводей. Влияние заводей на русло также не удалось установить. В мае по численности на первом месте были *Synchaeta oblonga* и *S. tremula*, которые относительно равномерно распределялись по станциям с незначительным перевесом в заводях.

Обобщая материал по системе старицы, можно отметить, что фауна коловраток заводей не пополнила русло своими видами и не меняла комплекс коловраток, сложившихся в реке. Если в июле численность коловраток в русле реки ниже старицы увеличивалась по сравнению с вышерасположенным руслом, то это обусловлено увеличением числа особей руководящих видов в самом русле. В начале лета в заводях старицы число видов и обилие коловраток значительно меньше, чем в русле; осенью наблюдались обратные отношения.

Заводи Бурковская, Рукав, Цапелльная и Алойная (соответственно станции 11, 13, 14 и 15) имели постоянное сообщение с руслом Клязьмы, и так же, как в старице, вода их поступала в реку. Результаты обработки материала, собранного в этих заводях, подтверждают различие в населении коловраток заводей и русла (табл. 5—7).

Из приведенных в табл. 5 цифр прежде всего следует, что только первые четыре вида встречались на всех станциях. В распределении руководящих видов обращает на себя внимание, что *Keratella cochlearis*—*Polyarthra trigla*, *Anuraeopsis fissa*, *Brachionus angularis* и *Filinia longiesta* в заводях, особенно в Рукаве, попадают в огромном количестве



Т а б л и ц а 4

Распределение коловраток в системе старицы 19 августа 1931 г.

Условия взятия пробы и название вида		Номер станции, местоположение (название)				
		3 (русло выше безымянной заводи)	4 (безымянная заводь)	6 (левая заводь)	7 (правая заводь)	9 (русло ниже старицы)
Время взятия пробы, (часы, минуты)		13.40	14.25	16.00	16.45	17.20
Температура воздуха, °С		20,5	—	—	—	—
» воды, °С		17,9	20,3	20,2	19,6	18,2
Глубина, см		210	90	25	30	200
Прозрачность воды, см		160	До дна	До дна	До дна	120
<b>Группа 1: виды, встреченные в русле выше старицы, в ее заводях и в русле ниже старицы</b>						
	<i>Polyarthra trigla</i>	310	13960	2190	—	120
	<i>Synchaeta oblonga</i>	5780	1480	—	144	6350
	<i>Keratella cochlearis</i>	240	5416	—	—	320
	<i>Ex Notommatidae</i>	10	16	1980	576	140
	<i>Monostyla hamata</i>	20	24	600	1260	10
	<i>Anuraeopsis fissa</i>	10	912	—	—	10
<b>Группа 2: виды, встреченные в русле выше старицы, в ее заводях, но не встреченные в русле ниже нее</b>						
	<i>Synchaeta tremula</i>	2120	2864	180	—	?
	<i>Colurella bicuspidata</i>	10	32	3150	2484	—
	<i>Lepadella patella</i>	10	—	696	1836	—
	<i>Synchaeta stylata</i>	30	280	—	72	—
	<i>Euchlanis dilatata</i>	30	—	180	180	—
	<i>Diaschiza gibba</i>	70	24	120	36	—
	<i>Diurella tigris</i>	10	—	120	72	—
	<i>Trichocerca sp.</i>	10	—	—	108	—
<b>Группа 3: виды, встреченные в заводях и в русле ниже них</b>						
	<i>Lepadella sp.</i>	—	—	90	792	50
	<i>Mytilina ventralis brevispina</i>	—	8	450	756	10
	<i>Diurella stylata</i>	—	296	—	—	80
	<i>Scaridium longicaudum</i>	—	—	240	36	20
	<i>Euchlanis sp.</i>	—	—	30	72	70
<b>Группа 4: виды, встреченные только в заводях.</b>						
	<i>Monostyla bulla</i>	—	—	870	1332	—
	<i>Trichotria pocillum</i>	—	8	660	180	—
	<i>Mytilina ventralis</i>	—	—	480	504	—
	<i>Diurella cavia</i>	—	—	450	324	—
	<i>Brachionus patulus</i>	—	—	420	360	—
	<i>Colurella sp.</i>	—	—	—	432	—
	<i>Lecane luna</i>	—	—	90	360	—
	<i>Trichocerca pusilla</i>	—	272	—	—	—
	<i>Trichocerca iernis</i>	—	—	240	—	—
	<i>Diurella sp.</i>	—	16	180	180	—
	<i>Trichocerca elongata</i>	—	—	60	180	—
	<i>Conochilus hippocrepis</i>	—	—	—	180	—

Таблица 4 (окончание)

Условия взятия пробы и название вида		Номер станции, местоположение (название)				
		3 (русло выше безымянной заводи)	4 (безымянная заводь)	6 (левая заводь)	7 (правая заводь)	9 (русло ниже старцы)
Группа 4: виды, встречаемые только в заводах	Ex Bdelloidea . . . . .	—	8	30	180	—
	Colurella obtusa . . . . .	—	—	120	72	—
	Diurella tenuior . . . . .	—	—	120	—	—
	Monostyla lunaris . . . . .	—	—	120	—	—
	M. quadridentata . . . . .	—	—	90	108	—
	Diurella porcellus . . . . .	—	—	—	108	—
	Squatinella lamellaris . . . . .	—	—	90	—	—
	Testudinella patina . . . . .	—	—	90	—	—
	Brachionus quadridentatus . . . . .	—	—	60	72	—
	Trichocerca cristata . . . . .	—	8	60	36	—
	T. rattus . . . . .	—	8	60	—	—
	Monostyla sp. . . . .	—	—	60	—	—
	Lepadella sp. . . . .	—	—	60	—	—
	Platyias quadricornis . . . . .	—	—	30	36	—
	Trichocerca bicristata . . . . .	—	—	30	—	—
	Squatinella bifurca . . . . .	—	—	—	36	—
	Ascomorpha sp. . . . .	—	8	—	—	—
Группа 5: виды, встречаемые только в русле	Keratella quadrata . . . . .	30	—	—	—	—
	Filinia longiseta . . . . .	10	—	—	—	—
Количество экземпляров . . .		8700	25 640	14 496	13 104	7180
Количество видов . . . . .		16	19	36	32	11

по сравнению с рекой в то время как *Synchaeta oblonga*, наоборот, наиболее многочисленна в реке. Почти все виды, встречаемые в русле, отмечены в той или иной заводи, но зато только в заводах встречено больше половины всех найденных здесь видов (16 из 31), многие из которых характеризуются большой численностью. Правда, на основании данного материала нельзя считать эти 16 видов типичными только для заводов, многие из них (например, *Brachionus angularis*, *Filinia longiseta* и др.) были встречены в это же время на речных станциях 3 и 9 выше станции 10, на которой они были немногочисленны. Но эти данные говорят о том, что различия между руслом и заводами сводятся не столько к видовому составу, сколько к численности видов, общих для заводов и русла. В этом отношении совершенно особое место, по-видимому, занимает *Brachionus budapestinensis*, в течение многих лет встречающийся только в Рукаве, пребывая в активном состоянии очень короткий период времени. По обилию коловраток и по числу их видов заводь Рукав стоит на первом месте, а расположенная рядом с ней заводь Алойная — на

Т а б л и ц а 5

Распределение коловраток в заводах Бурковской, Рукав, Цапельной, Алойной и в реке выше них в июне-июле 1931 г.

Условия взятия пробы и название вида	Номер станции, местоположение (название)				
	10 (русло выше Бурковской заводи)	11 (Бурковская заводь)	13 (заводь Рукав)	14 (Цапельная заводь)	15 (Алойная заводь)
	3 июля	26 июня	25 июня	30 июня	
Время взятия пробы (часы, минуты)	13.00	13.20	12.45	12.30	14.00
Температура воздуха, °C . . . . .	23	23	25	24,5	
» воды, °C . . . . .	22,2	23,2	20,9	21,8	21,45
Глубина, см . . . . .	160	99	200	220	100
Прозрачность воды, см . . . . .	85	До дна	125	120	До дна
Polyarthra trigla . . . . .	1545	1309	16500	5985	756
Keratella cochlearis . . . . .	3105	418	297132	87675	180
K. quadrata . . . . .	15	22	2013	20520	12
Asplanchna priodonta . . . . .	15	22	1716	5430	12
Brachionus calyciflorus . . . . .	225	11	462	4365	—
Synchaeta oblonga . . . . .	1575	110	33	—	36
Anuraeopsis fissa . . . . .	20	77	2805	15	—
Trichocerca pusilla . . . . .	45	11	132	—	12
Synchaeta stylata . . . . .	450	33	—	—	192
Brachionus bennini . . . . .	30	11	33	—	—
Synchaeta tremula . . . . .	165	—	—	375	—
Monostyla bulla . . . . .	30	33	—	—	—
Diurella sp. . . . .	30	—	—	15	—
Lecane luna . . . . .	15	—	—	15	—
Ex Bdelloidea . . . . .	15	—	—	—	—
Synchaeta pectinata . . . . .	—	11	990	1110	96
Brachionus angularis . . . . .	—	—	8052	4965	—
Filinia longiseta . . . . .	—	—	5874	2445	—
Pompholyx complanata . . . . .	—	—	627	165	—
Brachionus quadridentatus . . . . .	—	—	33	30	—
Trichocerca sp. . . . .	—	—	33	15	—
Testudinella patina . . . . .	—	11	—	—	12
Monostyla hamata . . . . .	—	11	—	15	—
Trichocerca rattus . . . . .	—	11	—	—	—
T. elongata . . . . .	—	22	—	—	—
Brachionus budapestinensis . . . . .	—	—	2013	—	—
Polyarthra euryptera . . . . .	—	—	66	—	—
Ex Notommatidae . . . . .	—	—	33	—	—
Diurella stylata . . . . .	—	—	33	—	—
Conochilus hippocrepis . . . . .	—	—	—	—	12
Brachionus patulus . . . . .	—	—	—	—	12
Количество экземпляров . . . . .	7280	2123	338 580	133 140	1332
Количество видов . . . . .	15	16	19	16	11

## Распределение коловраток в заводях Бурковской, Рукав, Цапелной, Алойной и в реке выше и ниже мит 18 августа 1931 г.

Условия взятия пробы и название вида	Номер станции, местоположение (название)						
	10 (русло выше Бур- ковской заводи)	11 (Бур- ковская заводь)	12 (русло ниже Бур- ковской заводи)	13 (заводь Рукав)	14 (Ца- пельная заводь)	15 (Алой- ная заводь)	16 (русло ниже Алой- ной заводь)
Время взятия пробы (часы, минуты) . . . . .	15.25	15.00	14,30	13.45	13.20	12.45	12.00
Температура воздуха, °С . . . . .	22	22	19,5	19,9	20	20	19
» воды, °С . . . . .	18,2	19,4	18,4	19,1	19,5	18,8	18,5
Глубина, см . . . . .	150	80	300	195	245	93	270
Прозрачность воды, см . . . . .	125	До дна	105	70	95	До дна	100
Группа 1: виды, встречен- ные в русле выше заводей, в заводях и в русле ниже заводей	1281	17 020	660	54 150	31 330	4140	2600
	10 479	310	11 940	2940	4134	640	18 480
	105	30	30	810	455	30	10
	777	90	630	43 980	30 316	—	1340
	—	—	30	1305	364	10	10
	63	10	—	15	—	20	30
Группа 2: виды, встречен- ные в русле выше заводи и в заводях, но не встречен- ные в русле ниже заводей	42	10	10	30	13	—	—
	21	10	—	75	624	—	—
	42	—	—	—	13	40	—
	21	—	—	—	13	—	—
Группа 3: виды, встреченные в заводях и в русле ниже их	—	1010	40	20580	3172	20	30
	—	1	230	435	273	10	510
	—	10	20	—	13	10	10
	—	50	—	—	13	10	20



Группа 4: виды, встреченные только в заводах

Testudinella patina . . . . .	—	20	10	15	13	20	—
Keratella quadrata . . . . .	—	10	10	165	312	—	—
Monostyla sp. . . . .	—	20	10	15	—	20	—
Notommata sp. . . . .	—	10	—	—	52	30	—
Bdelloidea sp. . . . .	—	50	—	—	13	10	—
Trichocerca longiseta . . . . .	—	150	—	—	—	10	—
Lepadella acuminata . . . . .	—	60	—	—	—	30	—
L. patella . . . . .	—	50	10	—	—	—	—
Brachionus urceolaris . . . . .	—	20	20	—	—	—	—
Monostyla bulla . . . . .	—	20	—	—	—	20	—
Colurella obtusa . . . . .	—	20	10	—	—	—	—
Euchlanis dilatata . . . . .	—	—	10	15	—	—	—
Mytilina ventralis . . . . .	—	—	—	15	—	10	—
Chromogaster sp. . . . .	—	—	—	495	—	—	—
Colurella bicuspidata . . . . .	—	470	—	—	—	—	—
Trichocerca sp. . . . .	—	210	—	—	—	—	—
Asplanchna priodonta . . . . .	—	—	—	75	—	—	—
Trichocerca elongata . . . . .	—	60	—	—	—	—	—
Diurella porcellus . . . . .	—	40	—	—	—	40	—
D. cavia . . . . .	—	—	—	—	—	40	—
Mytilina ventralis brevispina . . . . .	—	—	—	30	—	—	—
Trichocerca rattus . . . . .	—	30	—	—	—	—	—
Trichotria tetractis . . . . .	—	30	—	—	—	—	—
Monostyla lunaris . . . . .	—	—	—	—	13	—	—
Castropus sp. . . . .	—	—	—	—	—	—	—
Trichocerca cristata . . . . .	—	10	—	—	—	—	—
Monostyla quadridentata . . . . .	—	10	—	—	—	—	—
Lecane flexilis . . . . .	—	10	—	—	—	—	—
Lepadella ovalis . . . . .	—	10	—	—	—	—	—
Brachionus patulus . . . . .	—	10	—	—	—	—	—

Группа 5: виды, встреченные только в русле

Filinia longiseta . . . . .	—	—	—	—	—	—	50
Diurella sp. . . . .	—	—	—	—	—	—	50
Lecane luna . . . . .	—	—	—	—	—	—	30
Colurella colurus . . . . .	—	—	10	—	—	—	40

Количество экземпляров . . . . .	12831	19871	13680	125145	71136	5170	23180
Количество видов . . . . .	11	35	19	20	20	22	16

Объединены, так как в фиксированном состоянии не всегда можно было точно определить вид. Всюду преобладала S. oblonga и S. stylata.

последнем месте, что ясно говорит о резко выраженной индивидуальности заводов, расположенных даже на очень близком расстоянии. В то же время заводы Рукав и Цапелыная, имеющие много общего между собой, находятся на противоположных берегах реки.

Следующая серия проб по этой системе была взята 18 августа (табл. 6).

Анализ приводимых цифр показывает, что здесь видов, относящихся к группе 1, всего 8; к ним относятся руководящие виды, дающие основную массу коловраток. *Synchaeta oblonga* и *S. stylata*, как и в предыдущем месяце, в заводах представлены в меньшем количестве, чем в русле. *Polyarthra trigla* и *Keratella cochlearis*, наоборот, в заводах преобладают. Видов групп 2 и 3 очень мало, и они представлены небольшим количеством, за исключением *Anuraeopsis fissa*. Наибольшее число видов коловраток составляет четвертую группу, что отмечено в этом месяце и в заводах старицы.

Увеличение численности коловраток в русле от станции 10 к станции 16 произошло главным образом за счет видов *Synchaeta*. Так как *Synchaeta* в заводах обнаружено меньше, чем в русле, то естественно сделать заключение, что количество их в русле увеличилось не за счет заводов. Значительно меньшую роль в увеличении количества особей коловраток на станции 16 сыграли *Polyarthra trigla* и *Keratella cochlearis*. Так как в заводах, особенно в Рукаве, они дают большое обилие, можно сделать заключение, что прирост их численности в русле вызван поступлением коловраток из заводов, и в этом видеть влияние заводов на русло.

В сентябре произошло значительное уменьшение обилия коловраток на всех станциях, но соотношения сохранились прежние. Резкое уменьшение количества коловраток в русле (станции 10, 12 и 16) произошло за счет уменьшения количества особей *Synchaeta*, причем можно отметить, что в Цапелыной заводи *S. oblonga*, *S. tremula* и *S. stylata* стало больше, чем в русле. *Keratella cochlearis* и *Polyarthra trigla* по-прежнему преобладали в заводах.

В октябре число видов и обилие коловраток на всех станциях еще больше уменьшилось. Коловратки, встреченные только в заводах, представленные 23 видами, по-прежнему преобладали над другими группами. Из видов этой группы только *Polyarthra trigla* и *Keratella cochlearis* обнаружены в относительно большом количестве по сравнению с другими, но в русле ниже заводов они не были встречены. Очевидно, в октябре заводы уже никакого влияния на русло не оказывали.

В мае (табл. 7) распределение коловраток резко отлично от летнего и осеннего. Наибольшее число видов и обилие встречались в группе 1 коловраток, которые обнаружены на всех станциях, т. е. в мае коловратки более или менее равномерно распределяются между заводами и руслом.

*Synchaeta oblonga* представлена в заводах (кроме Бурковской) в большем количестве, чем в русле выше заводов. В русле ниже заводов она численно больше, чем до заводов. Трудно решить, заводы ли дали это увеличение или оно произошло в самом русле, но ясно, что увеличением количества индивидуумов *Synchaeta oblonga* объясняется увеличение обилия коловраток в русле, происшедшее между станциями 10 и 16.

Приведенный материал по заводам среднего участка позволяет, как и для системы старицы, отметить, что преобладающее число видов коловраток, находящихся в активном состоянии в заводах, связанных

с руслом, не принимает участия в формировании планктона русла реки. Только *Polyarthra trigla*, *Keratella cochlearis* и в ничтожной степени *Anuraeopsis fissa*, представленные большим количеством особей в некоторых заводях, влияют на увеличение численности коловраток в русле, но только в августе и в меньшей степени в сентябре.

Особенно это заметно на станции 16 по сравнению со станцией 3. Это и дает право говорить о некотором влиянии заводей на обогащение русла коловратками. Станция 17, расположенная в русле ниже того места, где обнаружено это влияние, показывает, что количество особей этих видов в русле, на очень коротком отрезке его, уменьшается, в то время количество особей *Synchaeta* продолжает увеличиваться. Основное же увеличение числа коловраток в русле по мере его приближения к запруде вызывается главным образом массовым развитием *Synchaeta oblonga* и *S. stylata* в самом русле.

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛОВРАТОК В ОБРАЗЦОВСКОМ ПРУДУ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА РЕЧНОЙ ПЛАНКТОН

Первая серия проб в пруду была собрана в июле на четырех станциях в верхнем участке водоема по его поперечному разрезу и на двух станциях в конце пруда — у плотины (станция 36) и около 200 м от нее в «чистине», окруженной зарослями макрофитов (станция 35).

Как видно из табл. 8, первую группу коловраток составляет наибольшее число видов, характеризующихся и наибольшей численностью; руководящие виды — *Polyarthra trigla*, *Keratella cochlearis*, *Synchaeta oblonga*, *S. stylata* и *Trichocerca pusilla* — дают основную массу коловраток, причем первые два вида образуют наибольшее количество особей. Во второй группе только *Conochilus hippocrepis* и только на одной станции встретился в большом количестве. При этом надо отметить, что подсчитывались отдельные особи, так как колонии в фиксаторе распались.

При сравнении коловраток по отдельным станциям ясно обнаруживается неравномерность их распределения. Например, на станции в так называемой Васильевской заводи, расположенной примерно в 75 м к правому берегу от станции 27, встречено наименьшее число видов, а станция 35 характеризуется наибольшим числом видов, но наименьшей общей численностью.

Станции 26 и 27 обращают на себя внимание обилием *Synchaeta*. На станции 27 это вполне понятно, так как она находится в середине только что вступившего в пруд русла реки, где, как это было видно из предыдущих таблиц, виды *Synchaeta* преобладают над другими коловратками. Наличие их в большом количестве на станции 26, расположенной между островами налево от русла, позволяет утверждать, что русло реки в районе станции 27 раздваивается и омывает с обеих сторон лежащий здесь островок (см. рис. 1).

Предположение подтверждает и почти одинаковая глубина на этих двух станциях, меньшая, чем на других станциях, прозрачность воды и отсутствие макрофитов. Что это явление не случайное, доказывается тем, что в августе на этих двух станциях также встречено примерно такое же количество особей *Synchaeta*, как и на других станциях русла, проходящего через пруд, в то время как на станциях, расположенных вне русла, их значительно меньше.

На станции 36, у плотины, основную массу коловраток образуют *Keratella cochlearis*, *Polyarthra trigla* и *Trichocerca pusilla*. *Synchaeta* по

Распределение коловраток в заводях Бурковской, Рукав, Цапельной, Алойной и в реке выше и ниже нит 21 мая 1932 г.

Условия взятия проб и название вида	Номер станции, местоположение (название)					
	10 (русло выше Бурковской заводи)	11 (Бурковская заводи)	12 (русло ниже Бурковской заводи)	13 (заводь Рукав)	15 (Алойная заводи)	16 (Русло ниже Алойной заводи)
Время взятия пробы (часы, минуты) . . . . .	14.30	14.15	13.40	13.20	12.30	12.05
Температура воздуха, °C . . . . .	19,3	—	—	—	—	18,5
» воды, °C . . . . .	15,2	17	15,8	16,6	16,2	15,6
Глубина, см . . . . .	150	68	370	260	115	300
Прозрачность воды, см . . . . .	85	До дна	95	90	80	80
Группа 1: виды, встречающиеся в русле выше заводей, в заводях и в русле ниже заводей						
Synchaeta oblonga . . . . .	2250	1900	2880	2880	3840	3620
Synchaeta tremula . . . . .	1320	780	1330	700	850	1300
Diaschiza sp. . . . .	190	170	100	80	200	140
Trichotria tetractis . . . . .	60	120	60	80	40	40
Brachionus urceolaris . . . . .	30	100	80	80	50	40
Keratella cochlearis . . . . .	30	10	20	90	—	20
Группа 2: виды, встречающиеся в русле выше заводей и в заводях, но не встречающиеся в русле ниже заводей						
Colurella colurus . . . . .	10	—	60	40	40	—
Euchlanis dilatata . . . . .	20	—	—	10	—	—



Группа 3: виды, встреченные в заводях и в русле ниже их	—	—	—	—	30	30	30
Ex Bdelloidea . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
Группа 4: виды, встречающиеся только в заводях							
Monommata orbis	—	50	20	40	20	—	—
Polyarthra trigla . . . . .	—	110	20	80	—	—	—
Lepadella sp. . . . .	—	10	—	20	10	—	—
Trichocerca pusilla . . . . .	—	—	20	80	30	—	—
Anuraeopsis fissa . . . . .	—	—	—	20	—	—	—
Группа 5: виды, встречающиеся только в русле							
Trichocerca sp. . . . .	20	—	—	—	—	—	—
Ex Notommatidae . . . . .	10	—	—	—	—	—	—
Diurella stylata . . . . .	10	—	—	—	—	—	—
Brachionus calyciflorus . . . . .	—	—	—	—	—	10	—
Количество экземпляров . . . . .	3950	3250	4590	4230	5110	5250	8
Количество видов . . . . .	11	9	10	14	10	8	—

Т а б л и ц а 8

Распределение коловраток в Образцовском пруду в июле 1931 г.

Условия взятия пробы и название вида	Номер станции, местоположение (название)					
	25 (левый берег пруда)	26 (между островами)	27 (Сере- дина русла в пруду)	Васильев- ская заводь	35 (в за- рослях перед плотиной)	36 (у водо- слива плотины)
	10 июля				16 июля	
Время взятия пробы (часы, минуты) . . . . .	13.20	14.00	14.25	15.00	13.00	13.40
Температура воздуха, °C . .	—	28	—	—	24,2	—
» воды, °C . . . . .	27,5	26,8	26,4	26,5	22,05	21,8
Глубина, см . . . . .	170	205	230	105	150	300
Прозрачность воды, см . . .	До дна	120	90	До дна	До дна	158
<i>Виды, встреченные в пруду и в русле реки у плотины.</i>						
<i>Polyarthra trigla</i> . . . . .	9570	1155	4695	1560	300	9120
<i>Keratella cochlearis</i> . . .	7560	1275	555	195	315	11730
<i>Synchaeta oblonga</i> , <i>S. tremula</i> , <i>S. stylata</i> . . . . .	705	3225	2040	450	150	1800
<i>Trichocerca pusilla</i> . . . . .	60	495	555	255	45	2160
<i>Brachionus calyciflorus</i> . . .	—	19680	1920	1275	180	300
<i>B. angularis</i> . . . . .	—	645	105	75	75	720
<i>Filinia longiseta</i> . . . . .	—	45	30	60	15	240
<i>Synchaeta pectinata</i> . . . .	975	480	315	—	—	540
<i>Anuraeopsis fissa</i> . . . . .	615	—	45	—	15	390
<i>Trichocerca</i> sp. . . . .	—	60	—	45	45	180
<i>T. elongata</i> . . . . .	—	—	45	—	60	30
<i>Lepadella patella</i> . . . . .	—	—	15	—	30	30
<i>Diurella</i> sp. . . . .	30	—	—	—	60	30
<i>Keratella quadrata</i> . . . . .	30	—	—	—	—	60
<i>Виды, встреченные в пруду, но не обнаруженные в реке у плотины.</i>						
<i>Conochilus hippocrepis</i> . . . .	—	15	1787	—	45	—
<i>Brachionus bennini</i> . . . . .	—	120	30	—	—	—
<i>Diaschiza</i> sp. . . . .	—	—	30	—	30	—
<i>Monostyla hamata</i> . . . . .	—	15	—	—	45	—
<i>Asplanchna priodonta</i> . . . .	—	—	45	—	15	—
<i>Scaridium longicaudum</i> . . . .	15	—	—	—	15	—
<i>Lecane luna</i> . . . . .	15	—	—	—	—	—
<i>Monostyla</i> sp. . . . .	15	—	—	—	—	—
<i>Pompholyx complanata</i> . . . .	15	—	—	—	—	—
<i>Trichocerca carinata</i> . . . . .	—	—	—	—	45	—
<i>Виды, встреченные только у плотины</i>						
<i>Trichocerca gracilis</i> . . . . .	—	—	—	—	—	30
<i>Gastropus</i> sp. . . . .	—	—	—	—	—	15
Количество экземпляров . . .	19605	27210	12212	3915	1500	27390
Количество видов . . . . .	13	14	17	10	20	18

количеству особей стоят ближе к станциям русла, но их здесь все же меньше, чем было в русле в начале пруда. Ясно обнаруживается постепенное уменьшение *Synchaeta* в русле по мере приближения к плотине. Ответ на вопрос, специфическими ли условиями этой станции объясняется наибольшее обилие здесь коловраток или они механически приносятся сюда течением, дается ниже, так как в августе было собрано значительно больше проб, чем в июле.

Результаты обработки материала, собранного в августе (табл. 9), прежде всего позволяют отметить, что основную массу коловраток, встреченных на всех станциях, образовывали те же виды, что и в июле. Колебание их численности обуславливало колебание общей численности коловраток на той или иной станции, а не изменение количества видов коловраток.

Коловратки группы 4, встреченные в пруду, но не обнаруженные у плотины, представлены наибольшим числом видов, но численность их настолько мала, что играть сколько-нибудь существенной роли в планктоне они не могли. Из этих 22 видов 4 вида (*Colurella deflexa*, *Testudinella elliptica*, *Lecane unguolata* и *Lecane* sp.) встречены только в Образцовском пруду.

Численность особей трех видов *Synchaeta*, как и в предыдущие месяцы, наибольшая на станциях русла реки, причем особенно изобильны они на станции 21 перед началом пруда. *Polyarthra trigla* и *Keratella cochlearis*, наоборот, приурочены к станциям, не расположенным в русле.

Как и в июле, ясно выражена неравномерность распределения численности коловраток по станциям пруда. По числу встреченных видов отдельные места пруда также резко различны. Например, на станции 28, расположенной у левого берега пруда, насчитывалось всего 6 видов, в то время как на станции 33, отдаленной от предыдущей всего примерно на 300 м, было 23 вида. Неравномерность распределения видов по станциям позволяет утверждать, что в некоторых местах пруда имеются очаги массового скопления их. Такие очаги встречались не в русле реки (исключение составляли только *Synchaeta*), но если они находились поблизости от него, то коловратки увеличивали свою численность обычно на весьма ограниченном участке русла. По-видимому, увеличение численности некоторых видов на станции 36 (*Polyarthra trigla*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata* и *Filinia longiseta*) можно объяснить наличием очагов скоплений вблизи плотины, а не сносом коловраток по руслу реки. В русле перед прудом (станция 21) выявлено 19 видов коловраток, из них 13 встречались и в пруду, и у плотины (станция 36). Эти виды образуют основную массу (99,6%) коловраток и в русле до пруда, и у плотины, причем их общая численность в пруду всего на 2% меньше, чем перед ним. Но если на станции 21 численно преобладали виды *Synchaeta* (63,5% от всего числа особей), а *Keratella cochlearis* и *Polyarthra trigla* стояли на втором месте (32%), то на станции 36 преобладающими стали два последних вида (67,7%), а на долю *Synchaeta* приходилось всего 29% от общей численности коловраток. Несколько меньше, но все же увеличилась у плотины численность *Anuraeopsis fissa* и *Trichocerca pusilla*. В этом изменении цифр, характеризующих обилие руководящих видов, и нужно видеть основное воздействие пруда на поступивших в него по руслу реки коловраток.

Кроме того, наблюдалось обогащение видового состава коловраток русла реки, проходившего через пруд, за счет видов, встреченных в пруду и не выявленных в русле перед прудом (группа 3). Но это влияние пруда весьма незначительно, так как относящиеся к третьей группе 16 видов составили всего 3% от общей численности коловраток станции 36.

Т а б л и ц а 3  
Распределение коловраток в Образцовском пруду в августе 1931 г.

Условия взятия пробы и название вида	Номера станций, местоположение (название)													
	16 августа							15 августа						
	21 (русло перед прудом)	25 (пруд у левого берега)	26 (пруд между островами)	27 (русло в пруду)	28 (пруд у левого берега)	28 (пруд близ же и левому берегу)	30 (русло в пруду)	30 (пруд близ левого берега)	32 (пруд у правого берега)	33 (пруд у левого берега)	34 (русло у правого берега)	35 (пруд по реке)	36 (у слияния)	
Время взятия пробы (часы, минуты)	15.35	13.40	13.25	12.30	16.00	15.45	15.20	15.00	14.30	13.00	13.55	12.40	12.00	
Температура воздуха, °C	18,5	18,5		17,5	19	19		19		21,6	15,5		21,2	
» воды, °C	19,2	20,1	19,2	19,1	20,5	18,2	20,1	21,1	20,2	20,7	20	20,8	19,7	
Глубина, см	270	145	220	240	140	100	300	75	75	350	245	115	375	
Прозрачность воды, см	70	До дна	100	90	До дна	До дна	75	До дна	До дна	125	100	110	110	
Группа 1: виды, встречающиеся в русле до пруда, в пруду и в конце пруда у плотин	<i>Polyarthra trigla</i>	12 275	5819	4430	4290	90	15 555	12 100	5010	8595	18 945	10 065	61 050	21 255
	<i>Keratella cochlearis</i>	950	1837	2400	2430	795	45	240	1545	720	30 585	1410	180	9720
	<i>Synch. oblon., styl., trem</i>	25 750	726	11 740	8895	60	1200	14 500	210	1335	2370	8572	4350	14 865
	<i>Anuraeopsis fissa</i>	25	1243	180	120	150	330	100	30	1665	7410	570	510	1170
	<i>Trichocerca pusilla</i>	25	44	800	120		435	120	75	555	945	315	450	2085
	<i>Trichocerca</i> sp.	25	22	20	120		15	200	60	15	75	495	30	30
	<i>Ex Bdelloidea</i>	850	33	30	750			320	480	60	30	2025	90	30
	<i>Synchaeta pectinata</i>	435	22		375		15	200	30	15	810	255	150	75
	<i>Diurella stylata</i>	50	121	200	15	30		20		75	570	15		540
	<i>Ex Notommidae</i>	50		80	45		15			15		15	120	30
<i>Euchlanis dilatata</i>	25	22		105								15	30	45
Группа 2: виды, встречающиеся до пруда, в пруду, но не обнаруженные у плотин	<i>Lepadella</i> sp.	10					30	60	30	60		45		
	<i>L. patella</i>	25		10			60			180			210	
	<i>Euchlanis</i> sp.	25		20						75		15		
	<i>Trichocerca rattus</i>	25			30					15		60		
	<i>Lecane luna</i>	50	33							60				
	<i>Mytilina brevispina</i>	25							90					30
	<i>Testudinella patina</i>		33	10			90	20	225	15	75		60	60
	<i>Monostyla hamata</i>		33	10			60			270	60	30	180	180
<i>Keratella quadrata</i>			10	15				405	30	570	60	90		



Группа 3:  
виды, встречающиеся в пруду и у плотины

Pompholyx complanata . . . . .	—	22	30	30	—	60	—	15	—	150	—	—	—	30
Filinia longiseta . . . . .	—	33	10	15	—	—	—	—	—	615	—	—	30	225
Colurella bicuspidata . . . . .	—	44	10	—	—	75	—	—	—	—	450	—	60	30
Brachionus angularis . . . . .	—	22	—	90	—	—	—	75	—	255	15	15	—	135
Monostyla bulla . . . . .	—	11	—	—	—	—	—	300	—	—	15	15	30	15
Brachionus calyciflorus . . . . .	—	—	—	30	—	—	—	180	—	135	—	15	120	45
B. bennini . . . . .	—	—	20	—	20	—	—	—	—	—	—	15	30	15
Colurella sp. . . . .	—	—	30	—	—	—	—	—	—	15	15	—	—	15
Pedalia mira . . . . .	—	11	—	—	—	—	—	120	—	15	—	—	—	15
Asplanchna priodonta . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	15	—	120	—	—	—	165
Colurella colurus . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15
Polyarthra euriptera . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	—	135
Mytilina sp. . . . .	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15

Группа 4: виды, встречающиеся только в пруду

Diurella sp. . . . .	—	—	10	—	—	15	—	45	—	—	—	45	90	—
Diaschiza gibba . . . . .	—	22	40	—	—	15	—	—	—	—	15	—	—	—
Scaridium longicaudum . . . . .	—	11	10	—	—	—	—	—	—	—	30	—	30	—
Monostyla lunaris . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	165	—	—	—	15	30	—
Trichocerca elongata . . . . .	—	11	—	—	—	—	—	45	—	—	45	—	30	—
Colurella obtusa . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	465	—	—	15	—	—	—
Diurella cavia . . . . .	—	11	10	—	20	—	—	75	—	—	15	—	—	—
Trichotria tetractis . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	—	—
T. pocillum . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	60	—
Mytilina macracantha . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—
Monostyla sp. . . . .	—	—	10	—	—	15	—	—	—	—	30	—	—	—
Brachionus quadridentatus . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	15	—	—
Colurella deflexa . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—
Chromogaster sp. . . . .	—	55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	—
Testudinella elliptica . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Squatinella lamellaris . . . . .	—	11	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—
Monostyla quadridentata . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	15	—	—	—
Trichocerca gracilis . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
T. longiseta . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—
T. cristata . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—
Lecane unguolata . . . . .	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lecane sp. . . . .	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Количество экземпляров . . . . .	40 619	10 274	20 130	17 475	11 25	18 105	28 000	9510	14 505	63 780	24 097	68 040	50 970
Количество видов . . . . .	19	29	27	19	6	21	18	30	32	23	25	27	29

Как и на других рассмотренных участках, в Образцовском пруду в сентябре наблюдалось значительное уменьшение общей численности коловраток. В первую очередь оно происходило за счет *Keratella cochlearis* и *Polyarthra trigla*, а затем за счет всех видов *Synchaeta*. Но все же последние и *P. trigla* в этом месяце оставались основными видами, причем *Synchaeta* преобладали на станциях, расположенных уже не в русле реки, где они играли ведущую роль летом.

В октябре произошло еще большее уменьшение численности коловраток, сократился и видовой состав. Наибольшее число видов (12) было на станциях 28 и 32. В числе видов, встреченных на всех станциях, остались только *Synchaeta oblonga* и *S. tremula*; к ним присоединились *Diaschiza gibba* и представители *Bdelloidea*. На речной станции 17 больше всего было представителей рода *Notommatidae* и на втором месте стояли *S. oblonga*. *Keratella cochlearis* и *Polyarthra trigla* в русле до пруда вовсе не обнаружены. Здесь еще более, чем в сентябре, выявляется, что *Synchaeta oblonga*, оставаясь в русле в ничтожном количестве, в пруду, как и в заводах, давала максимум и составляла основную численность коловраток.

В мае на всех станциях руководящую роль играла опять *Synchaeta oblonga*, причем на станциях в русле она представлена в несколько большем количестве, чем на станциях пруда. *Keratella cochlearis* и *Polyarthra trigla*, как и летом, встречены почти на всех станциях, но еще далеко не везде они играли ведущую роль. *Synchaeta pectinata* встречена только в русле. *Trichotria tetractis* и *Keratella quadrata*, далеко не равномерно распределявшиеся по станциям летом, в мае встречены на всех станциях. *Notommatidae*, как и в октябре, встречены только на речных станциях.

К Образцовскому пруду примыкала целая система заводов с различной степенью обособленности от него. Это Подковная заводь, которая у левого берега в своей нижней части непосредственно переходила в пруд, а в верхней сообщалась с Четырехярусной, являющейся расширением протока, ведущего в Келлеровскую заводь, а глубокий залив последней в свою очередь образовывал Ольховую заводь. Вся эта система протоками сообщалась с руслом Клязьмы, через которое регулярно происходило поступление воды заводов в реку. Обработка 19 проб планктона, собранных в этой системе в мае, августе и октябре, дала материал, который полностью подтвердил основные выводы, сделанные для других заводов и особенно для Образцовского пруда. По обилию коловраток эти заводы уступают многим заводам Клязьмы. Влияние их на русло в смысле обогащения его коловратками установить не удалось.

#### ГРУППИРОВКА КОЛОВРАТОК НА ОСНОВАНИИ ИХ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ И ЧИСЛЕННОСТИ

На основании вышеизложенных данных можно сказать, что не все виды коловраток способны образовывать большую численность и что проявляется эта способность различными видами далеко не одинаково в различных участках рассмотренной системы водоемов. По этим двум показателям, т. е. по численности и по месту, где эта численность является максимальной, можно распределить коловраток на шесть групп.

1. Виды, встреченные только в русле. Это *Notholca striata*, *Kellicottia longispina*, *Colurella colurus* и *Testudinella mucronata*; все они немногочисленны.

2. Виды, встреченные только в заводах. Это *Brachionus budapestinensis*, *B. patulus*, *Platylas quadricornis*, *Monostyla quadridentata*, *Trichocerca*

*elongata*, *T. bicristata* и *T. longiseta*. Они также немногочисленны, за исключением *B. budapestinensis*, который, по-видимому, один раз в год появляется в большом количестве, после чего быстро исчезает.

3. Виды, равномерно распределяющиеся по реке и по заводам. Это *Brachionus urceolaris*, представители *Notommatidae* и *Colurella adriatica*. Немногочисленны.

4. Виды, численно преобладающие в русле реки, находящемся под влиянием плотины. Попадая из реки в некоторые заводы, связанные с ней, они обуславливают увеличение количества особей коловраток в этих заводах. К ним относятся *Synchaeta oblonga*, *S. stylata*, *S. tremula* и *Trichocerca pusilla*, причем надо отметить, что они преобладали в реке только в летние месяцы.

5. Виды, характеризующиеся значительно большей численностью в заводах, чем в русле. Они подразделяются на две подгруппы. Первая состоит из видов, которые, попадая в прилежащий отрезок русла реки, увеличивают в нем их численность. К таким видам относятся *Synchaeta pectinata*, *Polyartra trigla*, *Filinia longiseta*, *Keratella cochlearis* и *B. calyciflorus*. Вторая содержит виды, которые, попав в русло, не увеличивают в нем своей численности, многие из них в русле ниже заводи скоро исчезают совсем, другие остаются в ничтожном количестве. Это следующие виды: *Keratella quadrata*, *Anuraeopsis fissa*, *Brachionus angularis*, *Asplanchna priodonta*, *Diurella stylata*, *Pompholyx complanata*, *Euchlanis dilatata*, *Colurella bicuspidata*, *Lepadella petella*, *Monostyla bulla*, *M. hamata* и некоторые виды *Bdelloidea*.

6. Виды, которые были встречены в небольшом количестве в заводах и в еще меньшем — в русле реки. По разнообразию видов эта группа самая богатая: в ней насчитывается около 30 видов<sup>1</sup>.

Таким образом, из 82 видов коловраток, зарегистрированных во всех собранных за три года пробах, 71 вид встречен в русле реки и в ее заводах, 7 — только в заводах и 4 — только в русле.

Большая численность коловраток (не менее 2000 особей на 20 л воды) отмечена только в летние месяцы и только у следующих видов: 1) *Polyartra trigla*, 2) *Keratella cochlearis*, 3) *Synchaeta oblonga*, 4) *S. stylata*, 5) *Anuraeopsis fissa*, 6) *Filinia longiseta*, 7) *Brachionus calyciflorus*, 8) *B. angularis*, 9) *Trichocerca pusilla*, 10) *Synchaeta pectinata*, 11) *S. tremula*, 12) *Colurella bicuspidata*, 13) *Keratella quadrata*, 14) *Asplanchna priodonta*, 15) *Brachionus budapestinensis*. Наибольшей численностью при наибольшей частоте встречаемости характеризуются первые 9 видов, в силу чего я и считаю их руководящими для данной системы водоемов. Из них шесть наиболее многочисленны в заводах, причем виды 1, 2, 6, 7 могут встречаться в большом количестве и в русле реки ниже этих заводов, в то время как численность видов 5 и 8 там быстро уменьшается. Виды 3, 4, 11, 9 наиболее многочисленны в самом русле.

Совершенно очевидно, что вскрыть причины распределения коловраток по водоему можно будет лишь тогда, когда мы будем знать во всех деталях экологию отдельных видов. Однако до сих пор экологии коловраток вообще уделяется слишком мало внимания.

<sup>1</sup> Виды *Bdelloidea* и *Notommatidae* не могли быть определены в фиксированном состоянии.

## ВЫВОДЫ

1. В зоопланктоне исследованного участка р. Клязьмы коловратки составляли основную группу зоопланктона.
2. Видовой состав коловраток в 8-километровом отрезке реки вверх от плотины однообразен. Из 75 видов, выявленных на 4-х станциях разных участков реки, 53 вида встречены на всем протяжении этого отрезка.
3. Руководящими формами планктона реки, образующими основную массу коловраток в летние месяцы, являются всего 9 видов — *Synchaeta oblonga*, *S. stylata*, *Polyarthra trigla*, *Keratella cochlearis*, *Trichocerca pusilla*, *Brachionus angularis*, *Anuraeopsis fissa*, *Filinia longiseta* и *Brachionus calyciflorus*.
4. В количественном отношении горизонтальное распределение коловраток по руслу неравномерно. Весной и осенью их общая численность больше в верхнем участке реки, где влияние плотины незаметно, в летние месяцы — на участке, связанном с заводами и прудом, образовавшимися в результате запруды реки.
5. Количество особей семи руководящих видов, из указанных выше, в русле больше там, где меньше фитопланктона. *Synchaeta oblonga* и *S. stylata* обнаруживают обратное соотношение — их наибольшее количество совпадает с наибольшим количеством фитопланктона.
6. В русле реки, по мере приближения к пруду, происходит увеличение численности коловраток. Это увеличение вызывается главным образом массовым развитием в самом русле *Synchaeta oblonga* и *S. stylata*.
7. Только пять видов — *Polyarthra trigla*, *Keratella cochlearis*, *Filinia longiseta*, *Synchaeta pectinata* и *Brachionus calyciflorus*, — образующих большую численность в некоторых заводах и местах пруда, выходя в русло реки, в известной мере увеличивают в нем общую численность коловраток. Остальные виды, встреченные в большом количестве в той или иной заводи, или не обнаруживаются в русле ниже заводи (например, *Brachionus budapestinensis*) или их численность быстро уменьшается (например, *Anuraeopsis fissa*, *Brachionus angularis*).
8. В пруду перед плотинной резко выражена неравномерность распределения коловраток, обусловленная ограниченными очагами массового скопления (размножения?) отдельных видов.
9. Влияние постройки плотины на коловраток в русле реки выражается главным образом в изменении численности некоторых руководящих видов. Так, количество особей *Synchaeta oblonga*, *S. stylata* и *S. tremula* летом во время прохождения русла реки через пруд уменьшается, а *Keratella cochlearis* и *Polyarthra trigla* — увеличивается. Меньшее значение имеет небольшое пополнение русла видами из пруда, не встречавшимися в русле до него.
10. Для вскрытия причин, обуславливающих распределение и численность коловраток в том или ином месте водоема в определенное время года, необходимо прежде всего знание их аутоэкологии.

## ЛИТЕРАТУРА

- Богоявленский Н. В. 1925. Некоторые черты фауны р. Клязьмы. — Записки биол. станции об-ва любителей естествознания, антропологии и этнографии в Болшеве, вып. 1.
- Кулаев С. И. 1937. Дно р. Клязьмы и его население в районе работ Болшевской биол. станции. — Записки Болшевской биол. станции, вып. 10.
- Кулаев С. И. и Ермолина Г. В. 1937. Характеристика рыбного населения р. Клязьмы. — Записки Болшевской биол. станции, вып. 10.



- Л о г и н о в с к а я Л. В. 1932. Распределение видов р. Суслора по окрестным водоемам Болшевской биол. станции.— Записки Болшевской биол. станции, вып. 5—6.
- О л и ф а н В. И. и П о к р о в с к и й С. В. 1932. Количественные исследования по распределению личинок *Aporheles maculipennis* в заводях реки Клязьмы.— Записки Болшевской биол. станции, вып. 5—6.
- П о к р о в с к и й С. В. 1925. Наблюдения над фауной филлопод р. Клязьмы.— Записки биол. станции об-ва любителей естествознания, антропологии и этнографии в Болшеве, вып. 1.
- С е л и в а н о в Л. С. 1937. Материалы по гидрохимии и гидрографии р. Клязьмы.— Записки Болшевской биол. станции, вып. 10.
- Я г у ж и н с к и й С. Н. 1929. О флоре и растительных сообществах р. Клязьмы.— Записки Болшевской биол. станции, вып. 3.
- Я г у ж и н с к и й С. Н. 1939. Фитопланктон р. Клязьмы в районе работ Болшевской биологической станции. 1. Количественное изучение фитопланктона.— Записки Болшевской биол. станции, вып. 11.

М. Б. ЭГГЕРТ

## ПЛАНКТОН ОЗЕРА ИЛЬМЕНЬ

*(Гидробиологический институт Сибирского отделения АН СССР;  
пос. Лиственничное Иркутской области)*

Озеро Ильмень, основное рыбопромысловое угодье Новгородской области (свыше 90% годового улова), в течение ряда последних лет находится под регулярным наблюдением Новгородского отделения ГосНИОРХ (Гос. н.-и. ин-т озерного и речного рыбного хозяйства). В ранее опубликованных работах (Кучин, 1903; Рылов, 1926; Домрачев, 1927; Грезе, 1937) освещен видовой состав планктона этого озера. Но данные по количественному обилию планктона недостаточны. В. М. Рылов (1926), Б. С. Грезе (1937), Е. И. Киселева (1948) обращают внимание на стабильность видового состава планктона по годам, указывают на неравномерность его горизонтального распределения в озере Ильмень и дают биомассу планктона (сестона), определенную методом сырых объемов.

В течение последних лет наблюдались резкие отклонения уровня воды в озере от среднего многолетнего, что, несомненно, отразилось на биологическом режиме водоема. Цель настоящей работы — установить изменения видового состава планктона по сезонам года, выяснить причины, обуславливающие степень его количественного развития и сопоставить динамику зоопланктона с концентрациями планктоноядных рыб.

В 1953—1957 гг. материал собирался ежемесячно с двух-трех горизонтов по трем разрезам, проходящим через центральную часть озера, а также в прибрежной зоне вокруг всего озера с учетом различных биотопов, в том числе в устьях наиболее крупных рек — Мсты, Ловати, Шелони, в истоке единственной вытекающей из Ильменя реки Волхова и в заливах (см. рис. 4).

Для установления причинных связей между концентрациями рыб и кормовыми объектами анализировали питание рыб. Их опытный лов производили параллельно со сборами гидробиологического материала специальным тралом ГосНИОРХ (раскрытие  $5 \times 1,5$  м, ячея дели в кутке 6 мм).

Сборы планктона производились малой моделью сети Джеди из шелкового газа № 49 и планктоночерпателем с шелковым газом № 70. Позднее, учитывая работу Г. П. Романовой (1948), я провела сравнение уловистости примененных приборов. Результаты показали, что сетка не всегда дает уменьшенную численность организмов; в 1957 г., при слабом развитии фитопланктона в озере, сетка давала такую же численность зоопланктона, а иногда даже в 2—3 раза бóльшую по сравнению с планктоночерпателем.

В 1958 г., когда в течение всего лета, вплоть до осени, водоем «цвел» сине-зелеными водорослями, планктоночерпатель полнее отражал истин-

ную численность организмов в озере, вследствие значительного уменьшения фильтрационной способности сети. При этом в сборах планктоночерпателя ракообразных было в 3—5 раз больше, чем при лове сеткой. Обработка проб велась обычным счетным методом, а для определения биомассы зоопланктона использованы индивидуальные веса ракообразных по Б. С. Грезе (1948), С. Н. Уломскому (1951) и Ф. Д. Мордухай-Болтовскому (1954). Количественно обработано 1253, качественно — 295 проб.

Гидрологические и метеорологические условия приводятся по данным Войцевской ГМС (гидрометеорологической станции) и моим наблюдениям во время рейсов. Гидрохимические материалы — по данным Л. Ф. Смирновой (ГосНИОРХ).

## ВИДОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА И ЗООПЛАНКТОНА

В фитопланктоне насчитывается 61 форма (см. приложение). Количественно преобладают две группы водорослей: диатомовые и сине-зеленые. Из диатомовых первенствующее значение имеют *Melosira* и *Asterionella*, из сине-зеленых — *Aphanisomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *M. pulverea* и *Coelosphaerium dubbium*. Диатомовые зимой, а сине-зеленые летом нередко вызывают «цветение» воды. «Цветение» сине-зелеными принимает иногда такие размеры, что на значительной площади озера совершенно не видно свободного зеркала воды от пленки из живых и разлагающихся водорослей. Массовое развитие диатомовых в некоторые зимы мешает нормальному рыболовству.

Такие виды, как *Tabellaria fenestrata*, *T. fenestrata* var. *asterionelloides*, *T. fenestrata intermedia*, *Fragilaria crotonensis*, *F. virescens*, *Stephanodiscus astraea*, широко распространены по озеру, но встречаются не всегда и единичными колониями. Представители бентических родов *Cymatopleura*, *Synedra* и *Surirella caproni* весьма малочисленны, хотя и нередки. Протококковые (*Scenedesmus quadricauda*, *Pediastrum boryanum*, *P. duplex*), подобно вольвоксовым (*Eudorina elegans*, *Pandorina morum*), встречаются ежегодно по всему озеру в виде отдельных клеток.

В зоопланктоне, как видно из приложения, насчитывалось 86 форм.

Самой богатой в видовом отношении группой являются коловратки. Crustacea менее разнообразны, особенно бедна представителями группа копепод. Массовыми из копепод являются *Mesocyclops leuckarti* и *Diaptomus graciloides*. Такие виды, как *Mesocyclops oithonoides*, *Acanthocyclops viridis* и *Heteroscore appendiculata*, широко распространены по озеру, но малочисленны, а *Cyclops vicinus* встречается только в холодное время года. Из личиночных форм бентических организмов встречаются личинки двустворчатых моллюсков (*Dreissena*).

Видовой состав зоопланктона на протяжении большого периода (1902, 1926, 1946, 1952—1958) остается стабильным. Как и раньше (Рылов, 1926; Киселева, 1948), в течение большей части года преобладают коловратки, относящиеся к обычному комплексу палеарктических форм. Неизменным остался видовой состав и кладоцер. Значительные изменения численности по годам испытывают лишь некоторые формы: из кладоцер — *Daphnia cristata*, *Leptodora kindtii*, *Limnoscidea frontosa*, *Diaphanosoma brachyurum*, из копепод — *Diaptomus graciloides*, из коловраток — *Euchlanis dilatata*. Помимо постоянства видового состава на протяжении многих лет, характерно его большое единообразие по всей акватории озера, включая и участки устьев рек. Литораль, в противоположность этому, имеет несколько более разнообразный набор видов за счет примеси зарослевых форм кладоцер.

## СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ФИТОПЛАНКТОНА И ЗООПЛАНКТОНА

## Зимний сезон (ноябрь — март)

Зимняя подледная температура воды в центральной части озера у дна равна  $2-3,6^{\circ}$ , непосредственно подо льдом —  $0,1-0,2^{\circ}$ ; в прибрежной части у дна — около  $1,5^{\circ}$ , у льда —  $0,1^{\circ}$  С.

Обычно в течение зимы фитопланктон представлен единичными клетками диатомовых. Однако бывают годы, когда большое количество диатомовых наблюдается и зимой. Так было зимой 1953—1954 и 1956—1957 гг., когда в тех местах, где было много диатомей, как правило, рыба не ловилась, а сети приходили с ячеей, затянутой пленкой из диатомовых и продуктов их распада (местное название «костина»). Подобное явление случилось и раньше (Домрачев, 1927). Состоит костина, по определениям И. А. Киселева, из скопления мертвых и живых диатомей, главным образом из *Melosira italica* — очень много, *M. italica* var. *tenuissima*, *M. binderana* и *Asterionella formosa* — порядочно, *M. islandica helvetica* — мало, *Stephanodiscus astraea* и *Fragilaria inflata* — единично.

Анализ температурных данных говорит о том, что зимние гидротермические условия из года в год примерно одинаковы. В противоположность этому условия освещения подо льдом резко меняются в зависимости от толщины льда и снегового покрова. Из табл. 1 видно, что с января по март 1954 и 1957 гг. наблюдалась наименьшая толщина снегового покрова.

Т а б л и ц а 1

Толщина снегового покрова (в см) на озере Ильмень  
(по данным Новгородской ГМС)

Год	Месяц			Среднее
	I	II	III	
1953	21	28	23	24
1954	6	12	4	7
1955	17	24	34	25
1956	46	55	59	53
1957	3	3	7	4

Толщина льда (по данным Новгородской ГМС, в 1957 г. была также наименьшей (49 см), а в 1953 г. — одной из самых малых (59 см) за последние 5 лет.

Описанное массовое зимнее вегетирование диатомовых вероятнее всего зависит в первую очередь от светового фактора. В те годы, когда ледяной покров невелик и стоит малоснежная зима, подо льдом создаются такие условия освещения, при которых водоросли продолжают вегетировать.

Зоопланктон зимой представлен отдельными особями коловраток (*Notholca*) и копеподитами циклопов. Численность — от 190 экз. до 69 тыс. экз./м<sup>3</sup>; биомасса, соответственно, от 11 до 159 мг/м<sup>3</sup>.



## Весенний сезон (апрель — июнь)

Этот период охватывает время от вскрытия водоема до появления в планктоне теплолюбивых форм. Температура воды изменяется от  $7,5^{\circ}$  в начале сезона до  $15-18^{\circ}$  в конце его. В фитопланктоне преобладают диатомовые. Значительной численностью характеризуются *Melosira binderana*, *M. italica* с разновидностями. Постоянно, но в меньшем количестве встречается *Asterionella formosa*, появляющаяся позже мелозир. Горизонтальное распространение водорослей весной характеризуется довольно равномерным и массовым развитием их по всему озеру. В противоположность этому в приустьевых участках озера водорослей бывает мало. Среди зоопланктона для весеннего сезона характерно преобладание копепоид и эвритермных коловраток. В ранневесенний период чаще встречаются коловратки; ракообразные (босмины и копепоиды циклопов) составляют ничтожную часть планктона. Позднее, в мае, в зависимости от температурных условий первое место по численности занимают или коловратки, или копепоиды. Если весна теплая (1954, 1957 гг.) и вода быстро прогревается, коловратки преобладают в планктоне и численность их в течение всего весеннего сезона достигает 84—98%. В годы с холодной весной коловратки по численности равняются копеподам (1956 г.) или даже уступают им первое место (1953, 1955 гг.). Табл. 2 показывает, что соотношение отдельных групп существенно меняется в различные годы, а сезонная динамика численности всего зоопланктона далеко не одинакова. Если в мае 1955 г.

Т а б л и ц а 2

Общая численность (в тыс. экз./м<sup>3</sup>) и соотношения отдельных групп зоопланктона (в % от общей численности) в озере Ильмень по годам

Год	Группа	Месяц					
		V	VI	VII	VIII	IX	X
1953	Общая численность . . . . .	27,6	205,0	234,9	269,9	60,7	11,4
	Клادоцеры . . . . .	4,9	12,0	12,3	89,0	34,0	33,0
	Копепоиды . . . . .	68,5	20,0	43,6	46,0	27,0	11,0
	Коловратки . . . . .	26,6	68,0	43,6	46,0	27,0	56,0
1954	Общая численность . . . . .	329,2	596,7	437,8	919,4	398,2	44,3
	Клادоцеры . . . . .	0,3	2,0	53,0	23,5	15,8	22,0
	Копепоиды . . . . .	28,7	14,0	29,0	15,2	40,1	18,0
	Коловратки . . . . .	71,0	84,0	18,0	63,0	44,1	60,0
1955	Общая численность . . . . .	18,2	117,7	372,4	301,2	280,0	79,3
	Клادоцеры . . . . .	7,0	7,0	11,8	22,0	37,0	20,0
	Копепоиды . . . . .	54,0	32,0	20,5	43,0	23,0	10,0
	Коловратки . . . . .	39,0	60,6	67,7	35,0	40,0	70,0
1956	Общая численность . . . . .	29,5	145,7	173,3	185,7	119,3	43,6
	Клادоцеры . . . . .	1,0	5,4	7,0	22,0	14,0	18,0
	Копепоиды . . . . .	29,0	32,0	25,0	40,0	19,0	32,0
	Коловратки . . . . .	56,0	62,0	68,0	38,0	67,0	50,0

общее количество зоопланктеров было равно 18 тыс. экз./м<sup>3</sup>, то в мае 1954 г. — 329 тыс. экз./м<sup>3</sup>.

Массовыми формами весеннего зоопланктона являются коловратки *Polyarthra trigla* (1956 г.), *Keratella cochlearis*, *Brachionus calyciflorus* (1955 и 1957 гг.) и циклопы *Mesocyclops leuckarti*, *Cyclops vicinus*. Циклопы играют крупную роль в питании рыб. В апреле — начале мая при температуре 7—9° в озере встречается много взрослых особей циклопов (около 3—10 тыс. экз./м<sup>3</sup>), причем преобладает *C. vicinus*. Позднее, при температуре 15—18°, при обилии пищевых объектов (простейшие, одноклеточные водоросли и коловратки) циклопы, главным образом *M. leuckarti*, интенсивно размножаются и обуславливают первый максимум численности копепод. В это время они представлены главным образом науплиальными особями (см. рис. 2). Средняя численность зоопланктона меняется от 20 тыс. в 1956 г. до 169 тыс. экз./м<sup>3</sup> в 1954 г. В отдельных точках озера она равна 173 экз. (1956 г.) или 4340 экз./м<sup>3</sup> (1954 г.) в начале сезона, достигая в конце его 1165 тыс. экз./м<sup>3</sup> (1954 г.). Весенняя биомасса характеризуется величинами от 0,099 г/м<sup>3</sup> (1956 г.) до 0,693 г/м<sup>3</sup> (1954 г.). Более подробные сведения о биомассе см. в табл. 6.

### Летний сезон (июль—первая половина сентября)

Для озера Ильмень лето характеризуется температурой 19—23°С, прямой стратификацией ее, большой величиной рН, наименьшим количеством растворенного железа, «цветением» воды сине-зелеными, преобладанием среди зоопланктона кладоцер, а среди коловраток — *Conochilus* и *Euchlanis*. В зависимости от метеорологических условий года начало лета приходится на июнь или июль. Исключительно теплое и рано наступившее лето было в 1954 г., в 1953 г. — немного холоднее, в 1956 г. летний прогрев воды начался тоже в июне, но быстро прекратился, и рано началось осеннее охлаждение, лето в целом было коротким и холодным. В 1955 и 1957 гг. лето наступило только в июле (см. рис. 6). Раньше других из сине-зеленых появляется *Анабаена*, прежде всего в устьях рек. Особенно обильной она была в 1952 и 1957 гг., тогда как в 1953, 1954, 1955 гг. ее было мало.

Одновременно в составе фитопланктона начинают встречаться зеленые водоросли, в частности протококковые. Вскоре после появления *Анабаена* начинается развитие *Aphanizomenon flos-aquae*. В годы с быстрым прогревом воды (1954 г.) и преобладанием безветренной погоды он еще в июне завоевывает первое место, вызывая «цветение» воды. В 1953, 1955, 1956 и 1957 гг., видимо, вследствие температурных и метеорологических условий, такого обильного «цветения» сине-зелеными, какое было в 1954 г., не наблюдалось. Длительность «цветения» воды сине-зелеными также различна в разные годы. В 1954 г. «цветение» продолжалось с июня до середины октября, в 1953 и 1955 гг. оно наблюдалось в июле и августе, заканчиваясь в сентябре; в 1956 и 1957 гг., вследствие исключительно холодного и ветреного лета, сине-зеленые встречались в массовом количестве лишь один месяц, причем появлялись локализованно в нескольких точках озера.

В конце летнего периода *Aphanizomenon*, как и в прочих водоемах (Гусева, 1952), уступает первое место другим формам сине-зеленых (*Microcystis aeruginosa* и *Coelosphaerium dubbium*), которые, будучи менее требовательны к температуре, обуславливают продолжение «цветения» воды. По-прежнему встречаются и диатомовые, хотя количество их незначительно.

В начале лета зоопланктон представлен коловратками и взрослыми копеподами *Diaptomus* и *Mesocyclops*, иногда в литорали *Heteroscore appendiculata*. В середине лета циклопы интенсивно размножаются, и в конце августа — начале сентября встречаются все возрастные их категории, а *Diaptomus* — в виде взрослых особей. Если весной циклопы концентрируются в пелагиали северной и центральной частей озера, то летом они распределяются относительно равномерно по всему озеру, а осенью преимущественно в литорали.

К концу лета (август 1953 г., сентябрь 1955 г.) в результате длительного прогрева воды и обилия разлагающегося фитопланктона и, следовательно, наличия в достаточном количестве бактериальной флоры преобладающими становятся кладоцеры. Они особенно обильны в годы с более высокой среднелетней температурой. В такие годы (1954 г.) кладоцеры могут составлять до 54% всей численности зоопланктона. При других условиях они немногочисленны (табл. 3).

Таблица 3

Численность кладоцер по годам (в % ко всему зоопланктону)

Год	Месяц				
	V	VI	VII	VIII	IX
1953	4,9	12,0	12,3	39,0	34,0
1954	0,3	2,0	53,6	23,5	15,8
1955	7,0	7,0	11,0	22,0	37,0
1956	1,0	5,4	7,0	22,0	14,0

Наиболее массовыми формами летнего зоопланктона, помимо *Conochilus* (до 99% в отдельных точках озера), являются *Daphnia cucullata* (до 3 тыс. экз. /м<sup>3</sup>), *D. cristata*, *Chydorus sphaericus* (696 тыс. экз. /м<sup>3</sup>). Заметную роль, кроме дафний, играет *Limnospira*, а в прибрежных участках —

Таблица 4

Изменение средней летней численности зоопланктона по годам

Год	Продолжительность летнего периода	Численность (в тыс. экз. м <sup>3</sup> )
1953	июнь — август	359,9
1954	июнь — сентябрь	504,9
1955	июль — сентябрь	236,8
1956	июнь — август	155,1
1957	июнь — август	229,0

*Sida crystallina*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Diaphanosoma brachyurum* и из копенод *Heteroscore appendiculata*. Данные по экологии *Daphnia hyalina*, *D. cucullata*, *D. cristata* озера Ильмень приводятся в работе Е. Ф. Мануй-

ловой (1956)<sup>1</sup>. Весной дафнии очень малочисленны (рис. 1), зато летом это одна из самых обильных групп планктонных ракообразных, широко распространенная по всему озеру. *Chydorus* встречается в планктоне в

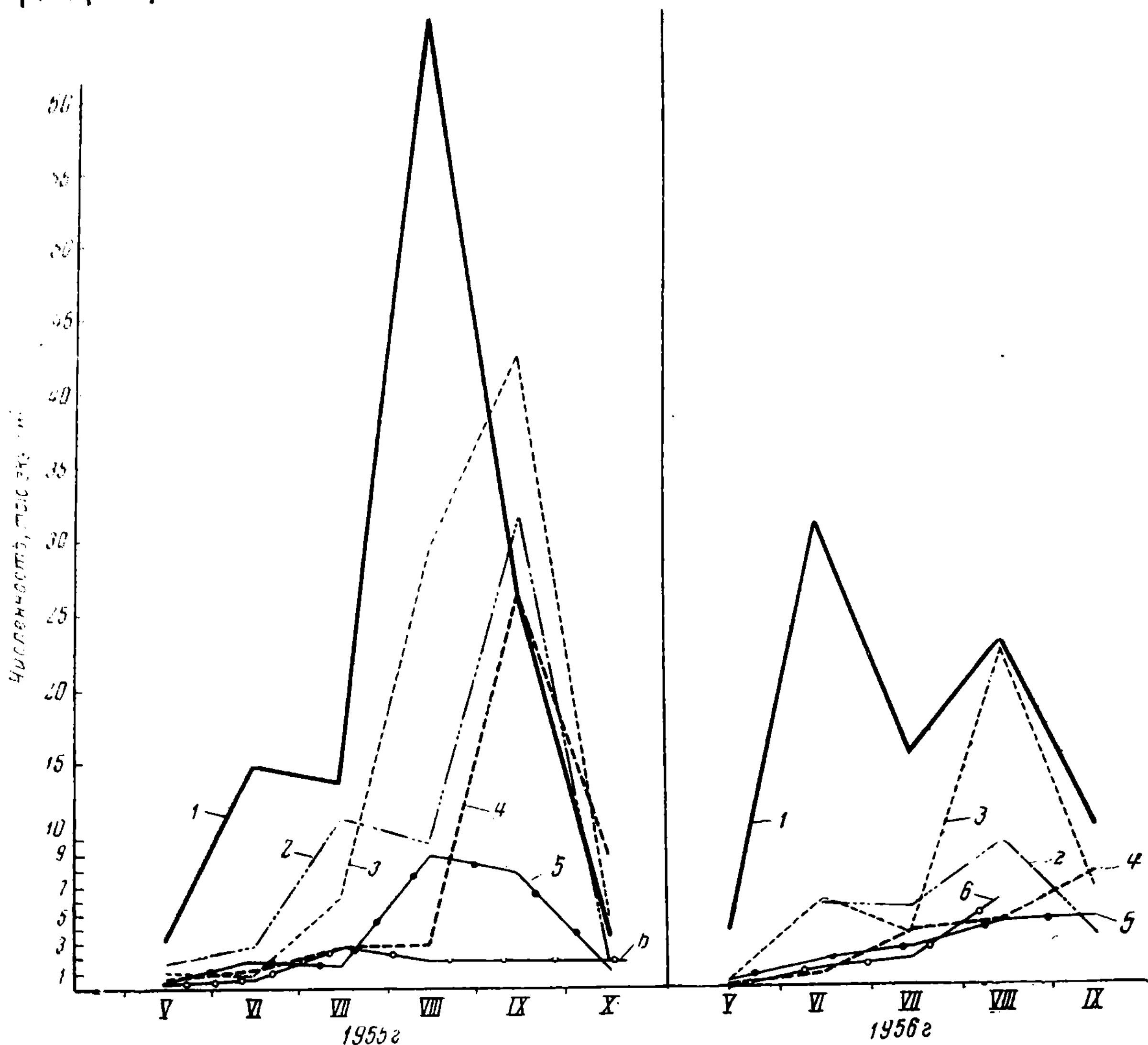


Рис. 1. Изменение численности (в тыс. экз./м³) массовых форм ракообразных планктона в 1955 и 1956 гг.

1 — *Mesocyclops*; 2 — *Daphnia*; 3 — *Chydorus*; 4 — *Bosmina*; 5 — *Diaptomus* (*Heterocope*); 6 — *Leptodora*, *Limnosa*

течение всего безледного периода, однако массовой формой становится только гидрологическим летом, в июле — сентябре (рис. 1). Наибольшей численности он достигает в июле — августе в литоральной зоне; особенно многочислен в устье реки Ловат. Общая численность зоопланктона летом возрастает сравнительно с весной весьма существенно. Средняя численность зоопланктона в летний период представлена в табл. 4

Из сопоставления данных табл. 4, 5 и рис. 6 можно заключить, что количество зоопланктона летом находится в прямой зависимости от температуры. В течение жаркого лета 1954 г. численность зоопланктона была самой большой, но по мере похолодания (1957, 1955, 1953, 1956 гг.) количество зоопланктона последовательно уменьшалось (табл. 5).

<sup>1</sup> Мною все три вида дафний рассматриваются вместе, как один кормовой объект. Относясь по-разному к температуре, они посезонно сменяют одна другую.



Т а б л и ц а 5

Наибольшая численность зоопланктона (в тыс. экз./м<sup>3</sup>) в летний период 1953 — 1957 гг. в слое 2—0 м

Год	Месяц		
	VI	VII	VIII
1953	686,9	1151,0	256,0
1954	1669,0	1563,0	3400,0
1955	Весна	1671,7	594,7
1956	584,3	512,4	313,0
1957	672,0	2340,0	—

Наибольшие летние численность и биомасса (до 14,45 г/м<sup>3</sup>) планктона в Ильмене очень значительны. Лишь в отдельные холодные годы продуктивность планктона становится меньше. В целом, сравнительно с весной, биомасса летом увеличивается в 12—16 раз, численность — в 8 раз.

#### Осенний сезон (вторая половина сентября — ноябрь)

Осень характеризуется осенней гомотермией в сентябре и обратной стратификацией температуры в октябре, почти нейтральной (рН 7,19—7,40) или слабо щелочной (рН 7,7—8,3) реакцией воды в случае продолжающегося «цветения» сине-зелеными, а позднее диатомовыми водорослями.

Средняя месячная температура воды осенью в отдельные годы достигает в начале сезона 8,7—15° и 4,7—8,2° С — в конце его. В прибрежье охлаждение воды наступает быстрее, чем в пелагиали. Теплее, чем в другие годы, была осень 1955 и 1954 гг., холоднее прочих — осень 1953 и 1957 гг. (см. рис. 6). В 1956 г. температурные условия были более суровые, но сравнительно с холодным летом осеннее похолодание было не таким значительным.

В зависимости от температурных условий, а также в связи с возрастающим стоком с суши количество биогенных элементов в воде осенью вновь увеличивается. Наличие значительного количества питательных веществ дает возможность более эвритермным формам сине-зеленых (*Microcystis*) продолжать вегетацию, хотя вследствие низкой температуры и наличия железа численно преобладают диатомовые, особенно в конце сезона. Этот второй, осенний максимум диатомовых по численности меньше весеннего.

Видовой состав зоопланктона в начале осеннего сезона отличается большим разнообразием, так как клadoцеры по-прежнему обильны (составляют 47—87%) от общего количества животных. По мере охлаждения воды в планктоне начинают доминировать копеподы (*Mesocyclops*, *Cyclops*, *Diaptomus*). В конце осени, перед ледоставом, количество ракообразных заметно уменьшается, и вновь преобладают коловратки, численность которых достигает 67% от общей (см. табл. 2). Численность клadoцеров составляет 6—35% от общей численности зоопланктона, причем горизонтальное распространение этих ракообразных весьма ограничено. Копеподы в отдельных местах, главным образом в литоральной зоне, составляют

25–30% от общей численности, но также не имеют широкого распространения по озеру. Продолжающееся охлаждение воды и частые осенние штормы приводят к появлению в толще воды представителей придонной фауны (*Arcella vulgaris*, *Dithugia limnetica*), а также покоящихся яиц кладоцер и некоторых копепод.

Руководящими формами планктона осеннего периода являются: *Bosmina*, *Chydorus*, *Diaptomus*, *Mesocyclops*, *Cyclops*, *Notholca longispina*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*. Меньше становится дафний (*D. cristata*,

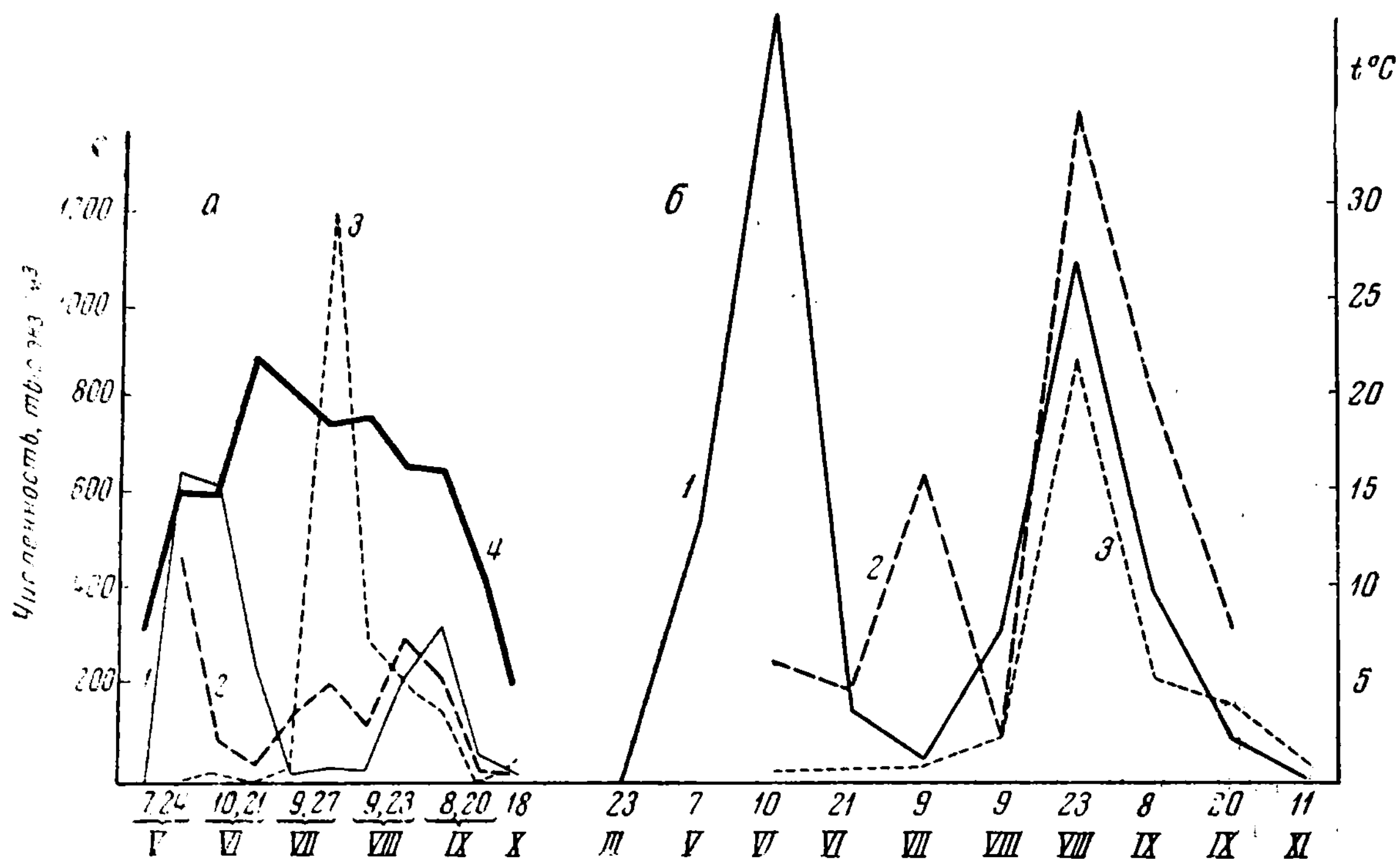


Рис. 2. Сезонные количественные изменения (в тыс. экз./м<sup>3</sup>) групп зоопланктона в северной части озера Ильмень в 1954 г.

1 — Rotatoria; 2 — Copepoda; 3 — Cladocera; 4 — температура; а — открытая часть; б — литораль. Арабские цифры — числа, римские — месяцы

*D. hyalina*). Среди *Bosmina* преобладают *B. coregoni gibbera*. В октябре только *Bosmina* встречаются в большом количестве; все остальные виды ракообразных отступают на второй план. Наиболее многочисленны *Bosmina* в южной и северо-западных частях литорали. *Chydorus*, в противоположность *Bosmina*, в октябре широко распространен в более теплой открытой части озера и весьма малочислен в охлажденной прибрежной зоне. Дафнии в начале осени многочисленны (94–121 тыс. экз./м<sup>3</sup>), особенно в районе истока Волхова и северной части пелагиали; в октябре их мало. Циклопы (*Mesocyclops*) в сентябре образуют второй, осенний максимум; среди них преобладают науплии и копеподиты, последние до октября успевают достичь половозрелости. Мои наблюдения показывают, что глубокой осенью основой питания рыб являются уже взрослые циклопы. Развитие *Mesocyclops leuckarti* в озере Глубоком Рязанской области (Щербаков, 1956) протекает в сроки, близкие с озером Ильмень. Разница состоит в том, что осенний максимум в Глубоком озере наблюдается раньше, в конце августа — начале сентября, тогда как в Ильмене — в конце сентября. В Ильмене осенью численность копепод меньше, чем весной; в Глубоком озере наблюдается обратное явление.

Средняя численность зоопланктона в отдельные годы осенью колеблется в пределах от 36,5 до 79,3 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Однако в начале осени на разных

точках озера она может быть достаточно большой (300—400 тыс. экз./м<sup>3</sup>). Биомасса уменьшается по сравнению с летом в среднем до 296 мг/м<sup>3</sup>. Это происходит вследствие преобладания в фауне мелких видов клadoпер (*Bosmina*). Исключительно большая биомасса зоопланктона была в 1956 г. (689 мг/м<sup>3</sup>), когда, кроме *Bosmina*, преобладал *Diaptomus*. Осенью 1955 г. биомасса и численность зоопланктона были тоже большие при весьма разнообразном видовом составе. Осенью 1954 г. в связи с более резким похолоданием, напротив, численность зоопланктона сравнительно с летом уменьшилась в 7 раз.

Резюмируя сказанное о сезонной динамике численности зоопланктона в целом, можно видеть, что он имеет один максимум в развитии — летом. Исключение представляет 1954 год, когда ясно наметились два пика развития ракообразных и коловраток. Однако, если проанализировать сезонный ход количественного изменения отдельных составляющих зоопланктон групп, то отчетливо видно, что копеподы и коловратки имеют два максимума: очень большой весенний — в мае — июне и осенний — во второй половине августа — сентябре. Кладoцеры имеют один максимум — в самое теплое время года, охватывающий август, часть сентября (см. рис. 2) — в некоторые годы — июль. Табл. 6 показывает, насколько сильно меняется величина биомассы зоопланктона в зависимости от условий года.

Т а б л и ц а 6

*Среднемесячная биомасса ракообразных планктона оз. Ильмень по годам в горизонте 2—0 м (в г/м<sup>3</sup>)*

Месяц	1953 г.	1954 г.	1955 г.	1956 г.	1957 г.
Февраль — март . . . . .	—	—	0,005	—	—
Апрель . . . . .	—	—	0,067	—	—
Май . . . . .	0,598	0,693	0,249	0,099	0,447
Июнь . . . . .	2,350	4,566	0,618	1,277	1,039
Июль . . . . .	1,622	3,744	1,488	0,995	1,771
Август . . . . .	1,862	10,211	5,347	1,686	—
Сентябрь . . . . .	—	—	2,147	0,697	0,614
Октябрь . . . . .	—	—	0,374	0,954	0,173
Ноябрь . . . . .	—	—	—	—	0,061
Среднегодовая . . . . .	1,60	4,80	1,04	0,94	0,72

При сопоставлении этих данных за пять лет видно, что наибольшая биомасса ракообразных была в 1954 г., затем в 1953 и 1955 гг., а холодные 1956 и 1957 гг. были малопродуктивными по планктону.

Пользуясь классификацией С. Н. Уломского (личное сообщение), можно считать, что в 1953, 1954, 1955 гг. производительность водоема по зоопланктону была достаточно высокой (больше 1 г/м<sup>3</sup>), в 1956 и 1957 гг. — средней (от 0,5 до 1 г/м<sup>3</sup>).

### ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗООПЛАНКТОНА

Видовой состав массовых форм зоопланктона озера Ильмень очень монотонный. Это особенно характерно для целагической области. Набор форм в литорали более разнообразен из-за примеси зарослевых клadoцер.

Приустьевые участки имеют ту же фауну, что и пелагическая область, но с большим развитием коловраток. В некоторые годы в устьях рек (Шелонь, Веряжа) чаще, чем в других районах озера, встречались личинки двусторчатых моллюсков (*Dreissena*). Реки в различной степени оказывают влияние на фауну приустьевых участков: устья рек Веряжи и Тулебля

содержат довольно богатый планктон, мало отличающийся от озерного; крупные реки Шелонь, Ловать и Мста оказывают более сильное влияние на видовой состав зоопланктона, обедняя его сравнительно с озерным.

Горизонтальное распределение зоопланктона и его количество в различных участках озера далеко не одинаковы (табл. 7 и рис. 2 и 3).

Как показывают данные табл. 7, в 1955 и 1957 гг. численность зоопланктона в литорали была больше, чем в пелагической области, а в 1956 г. — наоборот. Количество планктона во многом зависит от метеорологических условий года. В течение теплого года более обильны зарослевые кладоцеры и крупные копеподы (*Heterosore*), существенно увеличивающие биомассу в литорали. В 1955 г. в июне ввиду большой численности ветвистоусых биомасса увеличилась, сравнительно с майской, в литорали — в 7 раз, а в пелагиали — в 1,4 раза. В противоположность этому в 1956 г. в литорали вследствие массового появления молодки копепод численность и биомасса планктона увеличились, сравнительно с весной, в пелагиали — в 20 раз, в литорали — только в 10 раз.

Что касается биомассы планктона в пределах самой литорали, то два соседних участка прибрежной зоны (Бабки и Троица и др.) могут отличаться один от другого (0,2 против 4,6 г/м<sup>3</sup>) сильнее, чем в пелагической области (станции 3, 5, 6, 7, 12, 13, 14 — рис. 4).

Нельзя выделить какой-нибудь определенный участок литорали, всегда характеризующийся большей численностью или биомассой. Однако чаще такими участками бывают южные и северо-западные части литорали озера. Участок истока Волхова (см. рис. 4), гидрологически отличающийся от пелагиали, характеризуется во все сезоны года на протяжении всех лет большими численностью и биомассой, причем их максимумы отстают на этом участке на полмесяца от максимумов в озере.

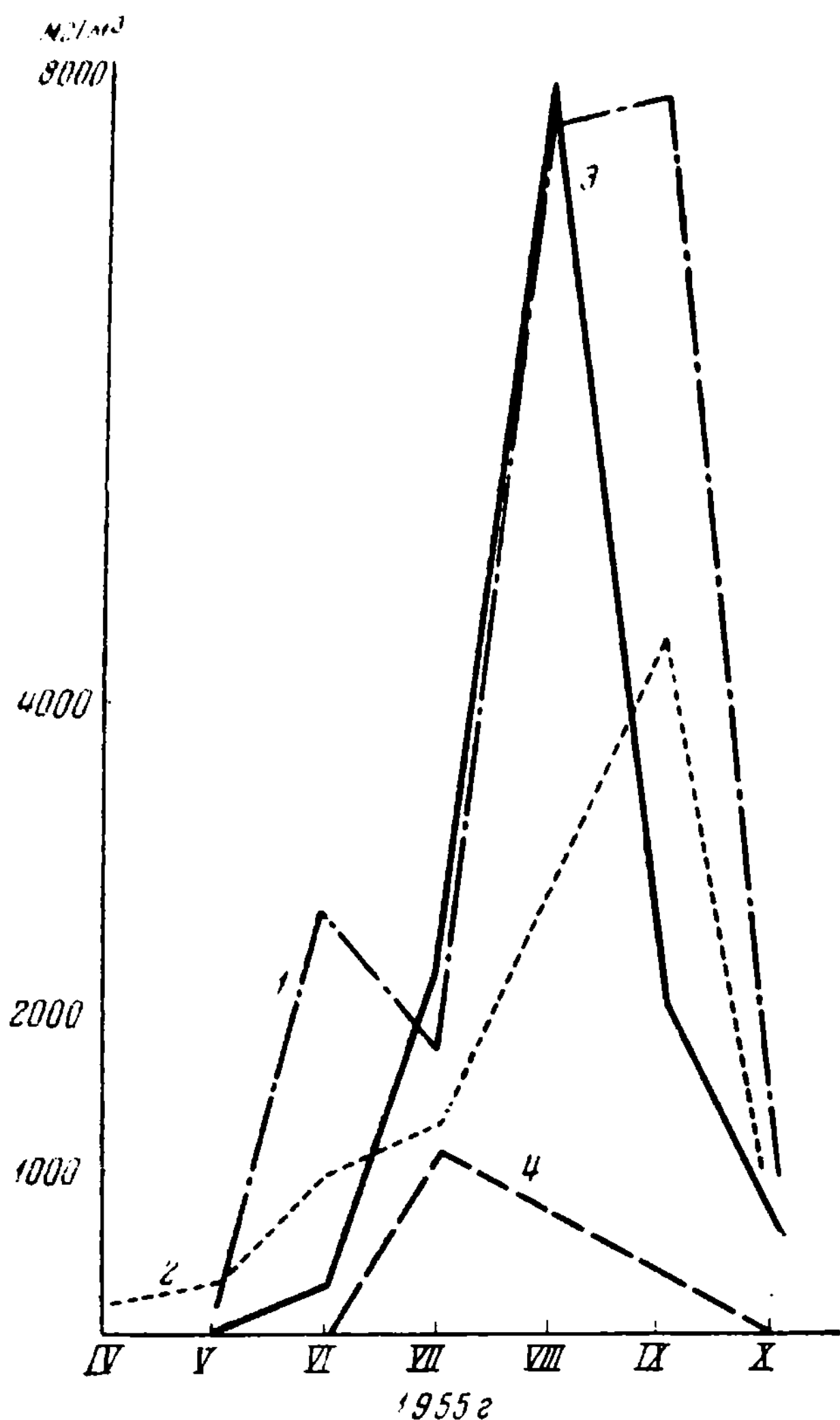


Рис. 3. Распределение биомассы зоопланктона (г/м<sup>3</sup>) в озере Ильмень в 1955 г. в горизонте 2—0 м

1 — исток Волхова; 2 — пелагическая часть; 3 — литораль; 4 — устья рек



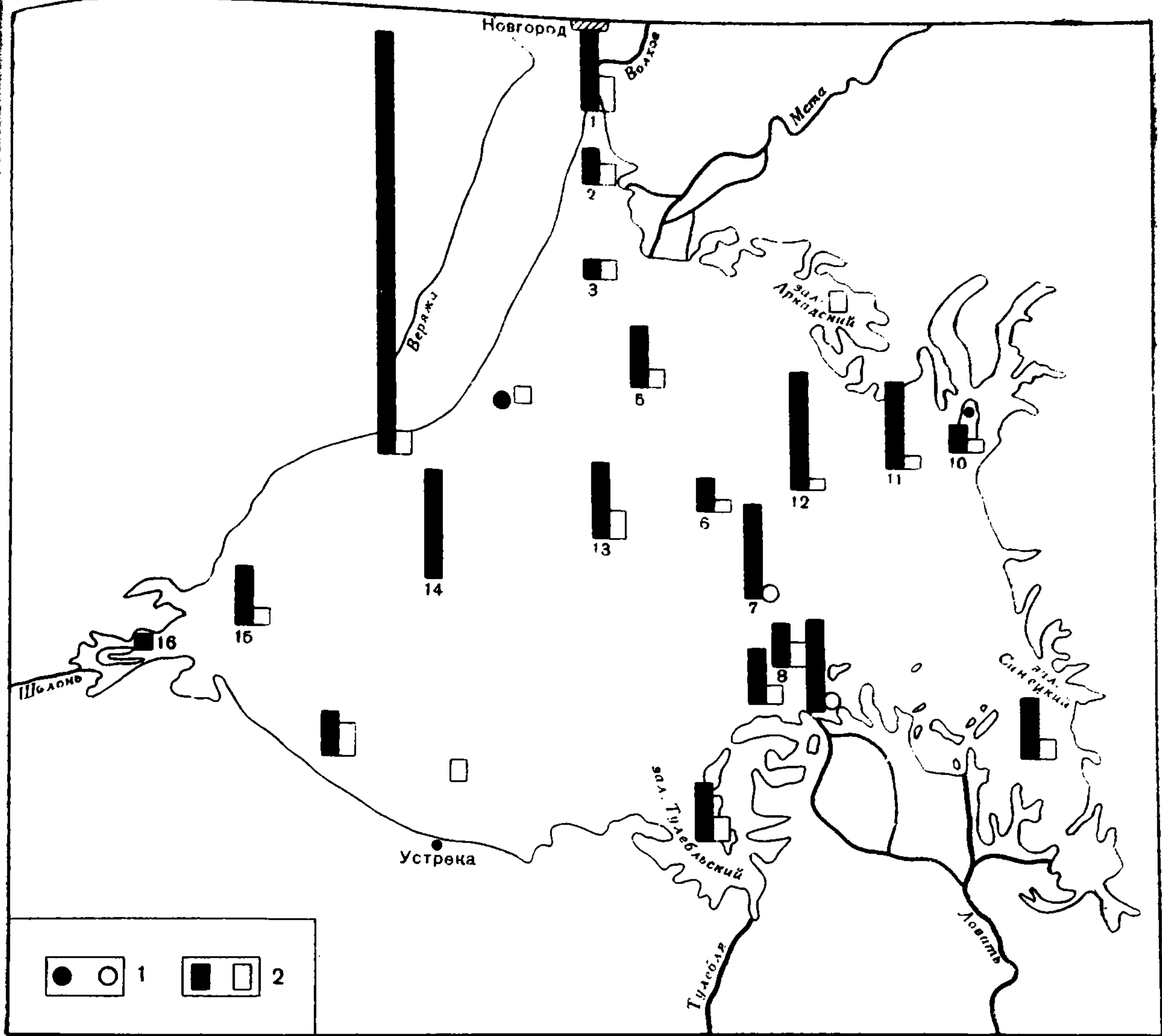


Рис. 4. Распределение биомассы зоопланктона по озеру Ильмень в летне-осенний период 1955 г.

1 — от 0 до 350 и 2 — >350 мг/м³  
Черные прямоугольники и кружки — июль; белые — октябрь

Т а б л и ц а 7

Численность планктонных ракообразных в отдельных зонах озера в слое 2—0 м (в тыс. экз./м³).

Месяц	1955 г.			1956 г.		1957 г.		
	лито- раль	пела- гяль	исток Вол- хова	лито- раль	пела- гяль	лито- раль	пела- гяль	исток Вол- хова
Апрель . . . . .	—	5,5	—	—	—	—	—	—
Май . . . . .	—	10,8	10,8	35,7	10,8	12,0	—	9,1
Июнь . . . . .	264,9	91,4	67,8	142,4	153,7	36,9	113,9	—
Июль . . . . .	68,8	99,3	239,1	170,7	178,0	86,8	55,9	78,4
Август . . . . .	308,0	122,5	84,3	182,8	192,9	—	—	—
Сентябрь . . . . .	113,6	211,2	440,9	116,8	124,2	38,2	21,2	49,6
Октябрь . . . . .	27,1	22,5	41,7	52,3	26,2	10,9	12,7	7,2
Ноябрь . . . . .	—	—	—	—	—	4,1	1,2	7,8

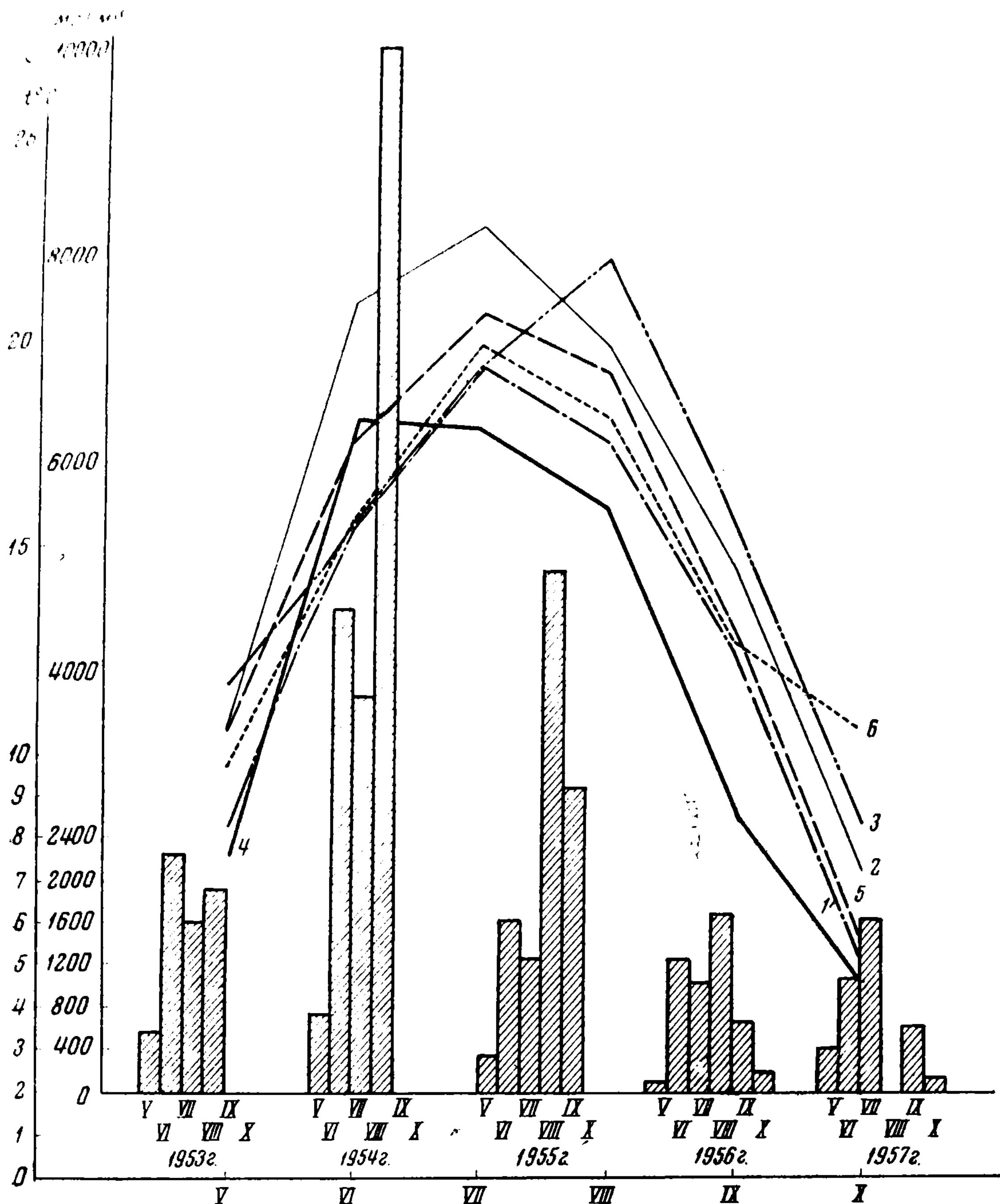


Рис. 6. Среднемесячные температура воды (кривые) и биомасса зоопланктона (столбики) в озере Ильмень с 1953 по 1957 гг.]

1 — 1953 г.; 2 — 1954 г.; 3 — 1955 г.; 4 — 1956 г.; 5 — 1957 г.; 6 — средняя многолетняя температура с 1935 по 1953 гг. (без 1937, 1942, 1943, 1951 гг.)

находится в прямой зависимости от осеннего уровня озера и от состояния биомассы летом этого же года. А именно осенний уровень с 1953 до 1955 гг. становился все более низким, соответственно чему из года в год уменьшалась и осенняя биомасса.

С изменением уровня тесно связан температурный фактор. Он оказывает сильнейшее воздействие на развитие биологических процессов в озере. Однако не во все сезоны года его влияние одинаково сильно.

Зимой для развития многих видов диатомовых водорослей температура не является лимитирующим фактором. В противоположность этому весной и летом степень, продолжительность развития и горизонтальное рас-

пространение зоопланктона зависят прежде всего от температуры. Так, в мае характер распределения температуры бывает различен в отдельных частях озера; в северной и южной частях в этот период 1954 г. отмечена устойчивая стратификация температуры от 15° на поверхности до 12° у дна. Температурный порог отсутствовал. В восточной и центральной частях наблюдался температурный скачок на 1,5 м глубины. В западной части отмечена гомотермия. Следствием этого были далеко не одинаковые численность и соотношение группы зоопланктона в различных районах озера.

Что касается вертикального распределения планктона, то оно теснейшим образом было связано с характером распределения температуры по вертикали. В тех районах озера, температурные условия которых характеризовались стратификацией, планктон концентрировался в основном в поверхностном 2-метровом слое. Разница между количеством планктона поверхностных и придонных слоев значительно большая, чем в гомотермных районах, где зоопланктон рассеян во всей толще воды. Так, в 1954 г. в западной части озера в условиях гомотермии численность зоопланктона поверхностных слоев в 1,5 раза превышала таковую придонных слоев. Одновременно в восточной и центральной частях поверхностный, более прогретый слой содержал в 3,5—4 раза больше планктона, чем придонный слой воды. Поздней осенью вследствие обратной термической стратификации распределение планктона по слоям иное: в горизонте 4—2 м животных больше, чем в поверхностном 2-метровом слое. На рис. 6 видно, насколько существенно сказывается влияние температуры на величину биомассы зоопланктона. При благоприятных условиях биомасса в течение большей части года большая. Когда же среднемесячная температура ниже средней многолетней — биомасса наименьшая.

Другим ведущим фактором, определяющим развитие водорослей, является **ветровой фактор**. В условиях озера Ильмень с его большой площадью и малой глубиной ветер оказывает особенно сильное воздействие. Он отрицательно влияет на размножение водорослей, уменьшая «цветение» сине-зеленых. Охлаждая верхние слои воды, ветер способствует погружению водорослей в более глубокие слои, чем затрудняется их вегетация. Помимо этого, ветер, перемешивая всю толщу воды, изменяет ее химизм.

Таким образом, для Ильменя — самого мелководного из крупных озер северо-запада России — самым мощным регулятором годовых колебаний в развитии планктона является режим уровней, который корректирует становление двух других ведущих факторов — температуры и ветра.

По температурному фактору М. М. Кожов (1955) выделяет для озера Байкал теплые, средние и холодные годы. Соответственно этому он выделяет урожайные и неурожайные по планктону годы. Для Ильменя высокоурожайным по планктону годом можно считать теплый, маловодный 1954 г., среднеурожайными — теплые, но многоводные 1953, 1955 гг. и неурожайными — холодные, многоводные 1956 и 1957 гг.

#### СОПОСТАВЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЗООПЛАНКТОНА И УЛОВОВ РЫБ-ПЛАНКТОНОФАГОВ

Взаимоотношения между рыбами и их кормовыми объектами настолько сложны, что требуют для своего разрешения специально поставленных экспериментальных работ. Но в качестве постановки вопроса для Ильменя я считаю полезным обратить внимание на те видимые связи между рыбой и планктоном, которые существуют.

Анализ питания рыб-планктонофагов (1978 желудков за 1953, 1954 и 1957 гг.), сезонной динамики развития и горизонтального распространения зоопланктона дал возможность прийти к заключению о наличии определенной зависимости между составом зоопланктона и концентрацией рыб в отдельных участках озера. Только по величине биомассы планктона без анализа причин, ее определивших, не всегда можно судить о скоплениях планктоноядной рыбы в том или ином районе озера. Наряду с примерами прямой зависимости между величиной биомассы зоопланктона и уловом планктоноядных рыб неоднократно случаи и обратного соотношения: там, где биомасса была большой, уловы оказались малыми, и наоборот, при маленькой биомассе — хорошие уловы рыбы. В качестве более верного показателя скопления рыб в определенном районе озера могут служить руководящие массовые формы зоопланктона. Однако таким показателем может быть только та форма зоопланктона, которая в данном месяце наиболее обильна.

Большая численность весной циклопов, летом — дафний и хидоруса, осенью — босмин, циклопов и диаптомуса хорошо видна на приведенном выше рис. 1. В питании снетка наблюдается такая же сезонная смена руководящих форм; в феврале и марте снеток в возрасте 1+ кормится циклопами преимущественно в реке Волхов. В апреле преднерестовый снеток держится чаще в районе устья реки Ловат, где также питается циклопами; в мае, по окончании нереста, сосредоточивается в центральной части озера, где держится до июля и интенсивно питается: индексы наполнения желудков равны 80, в то время как в других районах не больше 33. В августе он перемещается к берегам (в 1954 г. индексы наполнения желудков были 134); основой питания являются хидорусы, дафнии и босмины — в среднем по 232 экз. на один желудок. В сентябре, питаясь босминами (72 экз. на 1 желудок), циклопами (по 173 экз. в 1954 г. и по 184 экз. в 1957 г. на 1 желудок) и диаптомусами (по 1180 экз. в 1957 г.), снеток встречается по всему озеру. Так, в 1957 г. наибольший улов рыбы в сентябре был в Тулебском заливе (12 кг на час траления, индекс 215), а в открытой части озера он не превышал 3 кг на час траления (индекс равен 40). Продуктивность планктона также была наибольшей в прибрежной части (1,08 г/м<sup>3</sup> против 0,39 г/м<sup>3</sup> в открытой части). В 1953 и 1954 гг. более энергично снеток питался в открытой части озера. В октябре он сосредоточивается в прибрежье; например, в 1954 г. у юго-западного побережья (Коростынь, Устрика) снеток имел индекс наполнения желудка 119 и 101, а в пелагической части — 7. Объектом питания являлись диаптомусы, циклопы (по 78 экз. на 1 желудок), дафнии (по 42 экз. на 1 желудок).

Таким образом, показателем концентрации снетка в весенний период являются скопления циклопов, летом — хидорусов и дафний, осенью босмин и диаптомусов.

### СРАВНЕНИЕ ЗООПЛАНКТОНА ОЗЕРА ИЛЬМЕНЬ И ДРУГИХ ВОДОЕМОВ

Прежде всего сравним озеро Ильмень с меньшими водоемами Новгородской области (табл. 8). Согласно П. В. Тюрину (1957), озера Валдайской возвышенности отличаются большими величинами биомассы кормового зоопланктона. Но в фаунистическом отношении между Ильменем и озерами валдайской группы имеется существенная разница. В последних вследствие сильной зарастаемости макрофитами ветвистоусые ракообразные явно преобладают над веслоногими и среди них весьма значительна роль крупных зарослевых форм (*Sida*, *Diaphanosoma*, *Chydoridae*).



В Ильмене, напротив, больше веслоногих, но наибольшей численности достигают коловратки, в течение большей части года составляющие основу зоопланктона озера.

Т а б л и ц а 8  
Биомасса зоопланктона в озере Ильмень и озерах валдайской группы Новгородской области

Озеро	Биомасса, г/м <sup>3</sup>				Источник
	июнь	июль	август	сентябрь	
Ильмень . . . . .	4,56	3,74	10,21	2,84	Данные Новгородск. отд. ГосНИОРХ, 1954
Ильмень . . . . .	1,20	0,99	1,69	0,54	То же
Велье . . . . .	3,08	4,73	4,89	1,57	Тюрин (1957), 1948.
Городенское . . . . .	4,84	5,08	—	2,21	»
Ивантеевское . . . . .	5,71	—	—	3,09	»
Плотишно . . . . .	101,40	—	—	2,38	»
Пестово . . . . .	3,13	12,97	4,67	2,21	»
Уклейнское . . . . .	3,93	—	—	2,70	»
Валдайское, в слое С—10 м . . . . .	0,831	0,604	—	—	Данные Новгородск. отд. ГосНИОРХ, 1955 *

\* За сентябрь 1954 г. данных по биомассе нет, вместо него дается 1955 г.

По данным Б. С. Грезе (1948), биомасса ракообразных планктона в самом глубоком озере Валдайской возвышенности — Валдайском — летом, в период с мая по сентябрь 1940 г., в слое 0—10 м равнялась 0,655 г/м<sup>3</sup>.

В неурожайные для планктона годы Ильмень уступает по биомассе зоопланктона всем озерам валдайской группы (за исключением олиготрофного Валдайского озера). В урожайные годы оно также имеет в начале лета менее обильный зоопланктон, но затем, к концу лета и началу осени, биомасса ракообразных озера Ильмень быстро увеличивается и превосходит в 2,5 раза биомассу планктонных ракообразных валдайских озер. Это объясняется тем, что в глубоких валдайских озерах численность зарослевых кладоцер достигает 63%, а в мелком озере Плотишно даже 93% от всей численности зоопланктона. К концу лета с первым охлаждением воды эти ракообразные-фитобионты выпадают из состава фауны. В ильменском планктоне начинают преобладать пелагические, эвритермные кладоцеры, остающиеся в озере до осени. С середины осени, при более значительном понижении температуры, их заменяют крупные копеподы, достигающие в это время очень большой численности.

Таким образом, для осеннего нагула планктоноядных рыб в Ильмене имеются лучшие условия. Табл. 9 подтверждает сказанное: она показывает смещение периода наличия большой биомассы зоопланктона в Ильмене на осеннее время — на период массового откорма рыб-планктонофагов.

Если принять во внимание колоссальную разницу в площади сопоставляемых озер, то по валовой биомассе зоопланктона озеро Ильмень (10 486 т на весь водоем) займет первое место среди озер Новгородской области.

Изменение биомассы (в г/м³) зоопланктона по горизонтали в озере Ильмень в 1955 г. и в волдаискит озерах \* в 1948 г. (по Тюрину, 1957)

Зона озера	Месяц											
	VI				VII				VIII			
	Иль-мень	Велье	Пес-тово	Пло-тишно	Иль-мень	Велье	Пес-тово	Пло-тишно	Иль-мень	Велье	Пес-тово	Пло-тишно
Литораль . . . . .	0,337	4,29	3,68	233,8	2,273	3,10	17,99	—	8,108	—	6,22	—
Открытая часть . . . . .	0,987	2,66	2,20	13,6	1,327	5,14	2,93	—	2,756	4,89	1,51	—
Исток Волхова . . . . .	2,694	—	—	—	1,809	—	—	—	7,767	—	—	—
С р е д н е е по озеру . . . . .	1,556	3,08	3,13	101,4	1,339	4,73	12,97	—	5,347	4,89	4,67	—
С р е д н е е по озеру, в кг/га**	64,72	288,0	178,0	2231,0	75,00	435,00	739,00	—	258,46	450,00	266,0	—

\* Выбраны более продуктивные водоемы. \*\* Средняя глубина в Ильмене принята для литорали 3 м, для открытой части и истога Волхова — 5 м.

Биомасса (в г/м³) зоопланктона водоемов Средней полосы, Урала и Сибири

Водоем	Год исследования	Источник	Средняя биомасса			Максимальная за лето
			июль	август	летние месяцы	
Оз. Ильмень . . . . .	1953—1957	Данные Новгород.отд.Госниорх Н. А. Дзюбан, 1958 Э. Д. Мордухай-Болтовская, 1956	3,74	10,21	4,80	14,45
Цимлянское водохранилище .	1953—1954		19,74	0,72	7,0	22,085
Рыбинское » . . . . .	1953		1,02	0,5	1,4	4,57
Оз е р а У р а л а :						
Увильды . . . . .	1942	С. Н. Уломский, цит. по Тю- рину, 1957	—	—	0,79	—
Таватуй . . . . .	1946	То же	—	—	1,20	—
Тургояк . . . . .	1947	С. Н. Уломский, цит. по Мор- духай-Болтовской, 1955	—	0,27	—	—
Шарташ . . . . .	1949	С. Н. Уломский, 1951	1,90	—	2,512	—
Синара . . . . .	—	Цит. по Мордухай-Болтовской, 1955	0,26	—	—	—
Чебаркуль . . . . .	—	То же	—	0,49	—	—
Исетское . . . . .	1948	С. Н. Уломский, 1956	0,996	—	—	—
Аятское . . . . .	1949	То же	0,320	—	—	—
Пойма р. Енисей . . . . .	1952	В. Н. Грезе, 1957	—	—	—	2,595
Соры оз. Байкал, глубина 5—8 м . . . . .	1948—1951	М. М. Кожов, 1955, 1957	—	—	—	3,00

Этим объясняется и первое место, занимаемое озером Ильмень по вылову рыбы среди водоемов Новгородской области.

Сопоставляя биомассу зоопланктона озера Ильмень и других водоемов средней полосы России и Урала, в частности озер Глубокого Рязанской области (Щербаков, 1956), Рыбинского (Мордухай-Болтовская, 1955), Клязьминского (Дексбах, 1939), Цимлянского (Дзюбан, 1958) и Исетского (Уломский, 1956) водохранилищ, некоторых озер Урала (Уломский, 1951), поймы р. Енисея (Грезе, 1957) и «соров» озера Байкал (Кожов, 1955, 1957), можно видеть, что озеро Ильмень наиболее близко к Рыбинскому водохранилищу. Сезонное изменение гидрологического режима, фаунистический состав, цикличность появления руководящих форм, динамика их численности и биомассы в указанных водоемах весьма сходны. Так же как и в Ильмене, в Рыбинском водохранилище зоопланктон развивается по типу двувершинной кривой. При этом основу численности его весной и осенью составляют коловратки и копеподы, а летом кладоцеры. Существенное отличие Ильменя от Рыбинского водохранилища заключается в численном превосходстве ракообразных над коловратками в водохранилище, тогда как озеру свойственно обратное соотношение этих групп планктона. Уменьшение биомассы ильменского планктона в середине лета не столь значительно, как в Рыбинском водохранилище, что говорит о большей продуктивности озерного планктона. Причина уменьшения биомассы зоопланктона летом в Ильмене заключается в выедании его многочисленными планктоноядными рыбами и в своеобразии цикла развития ракообразных. Отсутствие пищи для кладоцер-фильтраторов, определяющее летнее уменьшение биомассы зоопланктона в Рыбинском водохранилище (Мордухай-Болтовская, 1955), в Ильмене не прослежено, но если оно имеется, то играет, вероятно, подчиненную роль.

Равномерное вертикальное распределение зоопланктона в периоды весенней и осенней циркуляции и тенденция к скоплению его в верхних слоях в период летней стагнации в Ильмене аналогичны Глубокому озеру. Что касается биомассы зоопланктона, то в Ильмене она выше, чем в Рыбинском водохранилище и Глубоком озере. А. П. Щербаков (1956) считает наибольшей летней биомассой для Глубокого озера биомассу в  $2,57 \text{ г/м}^3$ ; для Ильменя в 1953 г. она составляла  $2,83 \text{ г/м}^3$ , а в более урожайные по планктону годы —  $10,21 \text{ г/м}^3$ .

Как видно из табл. 10, в урожайные по планктону годы Ильмень по биомассе зоопланктона занимает первое место после такого исключительно кормного водоема, как Цимлянское водохранилище. В неурожайные годы биомасса озера Ильмень меньше, чем в Рыбинском водохранилище и озере Шарташ, она близка Исетскому озеру, но больше, чем в Клязьминском водохранилище, других озерах Урала, пойме Енисея и «сорах» озера Байкал. «Соры», не являясь самостоятельными водоемами, но будучи обособленными мелководными прибрежными участками Байкала с типичной палеарктической фауной, во многом сходной с ильменской, вполне могут быть сравниваемы с Ильменем.

В Цимлянском водохранилище обращает на себя внимание замедленное развитие и незначительная биомасса планктона весной. Планктон Ильменя, напротив, имеет весной достаточную кормовую базу для планктоноядных рыб. Это особенно важно для снетка, у которого после нереста весной наступает период чрезвычайно активного потребления пищи.

Таким образом, исходя из сравнительных данных, можно прийти к выводу, что Ильмень является одним из наиболее продуктивных озер Союза с планктоном, имеющим высокие кормовые качества.

## ВЫВОДЫ

1. В составе фитопланктона озера Ильмень руководящая роль принадлежит диатомовым и сине-зеленым водорослям.
2. Степень развития фитопланктона, кроме температуры, в значительной мере зависит от изменения уровней. Высота уровня влияет на концентрацию минеральных солей, в частности биогенных элементов. Осенний и весенний уровни водоема вместе с температурным режимом определяют динамику жизненных явлений в озере.
3. Зависимость между уровнем воды и биомассой зоопланктона весной и летом обратная, осенью — прямая. Весеннее состояние биомассы зоопланктона зависит, кроме того, от уровня воды осени предыдущего года.
4. Между температурой воды в весенний и летний периоды и степенью развития зоопланктона наблюдается прямая зависимость. Осеннее развитие планктона находится в прямой зависимости от величины летней биомассы.
5. Многие руководящие формы планктона являются объектами питания планктоноядных рыб. В наибольшем количестве они развиваются в определенное время года и преимущественно в определенных районах озера. Руководствуясь временем появления в планктоне массовых форм, а также избирательностью питания той или иной рыбы, можно установить по этим своеобразным индикаторам места концентрации рыб. Это обеспечит прогнозирование мест нагульных скоплений планктоноядных рыб в озере Ильмень.
6. Наиболее продуктивной зоной озера по зоопланктону является побережье и район истока Волхова; пелагическая область стоит на третьем месте. Наименее продуктивны участки устьев рек.

## ЛИТЕРАТУРА

- Г р е з е Б. С. 1937. Общая характеристика планктона озера Ильмень в 1937 г.—Рукопись 1938 г. Фонды. Всес. н.-н. ин-та озерного и речного рыбного хозяйства.
- Г р е з е Б. С. 1948. Материалы по продуктивности зоопланктона в Валдайском озере.— Известия Всесоюз. научно-исслед. ин-та озерного и речного рыбного хозяйства, т. 26, вып. 2.
- Г р е з е В. Н. 1957. Кормовые ресурсы рыб реки Енисей и их использование.— Известия Всесоюз. научно-исслед. ин-та озерного и речного рыбного хозяйства, т. 41, вып. 2.
- Г у с е в а К. А. 1947. Причины периодичности в развитии фитопланктона в водоеме.— Бюллетень Моск. об-ва испытателей природы, серия биол., т. II, вып. 6.
- Г у с е в а К. А. 1952. «Цветение» воды, его причины, прогноз и меры борьбы с ним.— Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. IV.
- Г у с е в а К. А. 1955. Фитопланктон Рыбинского водохранилища.— Труды биол. станции «Борок», вып. 2.
- Д е к с б а х Н. К. 1939. Клязьминское водохранилище канала Москва-Волга в 1937—1938 гг.— Бюллетень Моск. об-ва испытателей природы, т. XLVIII, вып. 4.
- Д з ю б а н Н. А. 1958. Зоопланктон Цимлянского водохранилища.— Известия Всесоюз. научно-исслед. ин-та озерного и речного рыбного хозяйства, т. 45.
- Д о м р а ч е в П. Ф. 1927. Гидрологический очерк озера Ильмень.— Раздел планктон в сб.: «Материалы по исследованию Волхова и его бассейна», т. X.
- К л с е л е в а Е. И. 1948. Планктон озера Ильмень в 1946—47 гг. и его изменения по сравнению с 1937 г. — Рукопись фонда Всесоюз. научно-исслед. ин-та озерного и речного рыбного хозяйства.
- К о ж о в М. М. 1955. Сезонные и годовые изменения в планктоне озера Байкал. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. IV.
- К о ж о в М. М. 1957. Горизонтальное распределение планктона и планктоноядных рыб в Байкале.— Труды Байкальск. лимнол. станции АН СССР, т. XV.
- К у ч и н И. В. 1903. Планктонные исследования на оз. Ильмень летом и осенью 1902 года.— Известия Никольск. рыб. завода, № 7.



- Лузанская Д. И. и Савина Н. О. 1956. — Справочник: «Рыбохозяйственный водный фонд и уловы рыбы во внутренних водоемах СССР», М. — 31.
- Мануйлова Е. Ф. 1956. Об условиях массового развития ветвистоусых рачков. — Труды биол. станции «Борок», вып. 2.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д. 1954. Материалы по среднему весу водных беспозвоночных бассейна Дона. — Труды проблемных и тематическ. совещаний, вып. II. Проблемы гидробиологии внутренних вод.
- Мордухай-Болтовская Э. Д. 1955. Материалы по распределению и сезонной динамике зоопланктона в Рыбинском водохранилище. — Труды биол. станции «Борок», вып. 2.
- Романова Г. П. 1948. К методике количественного учета зоопланктона. — В сб.: «Задачи научно-исслед. организаций в 4-й сталинской пятилетке в области развития рыбного хозяйства Сибири». Новосибирск.
- Рылов В. М. 1926. Планктон озера Ильмень. — В сб.: «Материалы по исследованию р. Волхова и его бассейна», вып. X.
- Тюрин П. В. 1957. Биологические основания реконструкции рыбных запасов в северо-западных озерах СССР. — Известия Всесоюз. научно-исслед. ин-та озерного и речного рыбного хозяйства, т. 40.
- Уломский С. Н. 1951. Роль ракообразных в общей биомассе планктона озер. — Труды проблемных и тематическ. совещаний, вып. 1. Проблемы гидробиологии внутренних вод. 1.
- Уломский С. Н. 1951. Роль ракообразных в общей биомассе планктона озер. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. III.
- Уломский С. Н. 1956. Об условиях развития планктона в водоеме, загрязняемом сточными водами. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. VII.
- Щербakov А. П. 1956. Продуктивность зоопланктона Глубокого озера. Сообщение I. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. VII.

## Приложение

СПИСОК ФОРМ ПЛАНКТОНА, ВСТРЕЧЕННЫХ В ОЗ. ИЛЬМЕНЬ  
В 1952 — 1958 гг.

## Plantae

## Cyanophyceae

*Merismopedia punctata* Meyen  
*Mycrocystis aeruginosa* Kütz. em. Elenk.  
*M. pulverea* (Wood) Forty em. Elenk.  
*Gloeocapsa* sp.  
*Coelosphaerium dubbium* Grun.  
*Composphaeria lacustris* Chod.  
*Anabaena spiroides* Kleb  
*A. acheremetievi* Elenk.  
*A. flos-aquae* (Lyngb) Breb  
*A. lemmermanni* P. Richt.  
*Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs  
*Gloeotrichia echinulata* (J. S. Sm.)  
*Oscillatoria* sp.  
*Spirulina* sp.

## Chrysophyta

*Syncrypta* sp.  
*Dinobryon sertularia* Ehr.  
*Synura uvella* Ehr.

## Diatomea

*Melosira binderana* Kütz.  
*M. islandica* O. M. subsp. *helvetica*  
 O. Müll.  
*M. granulata* (Ehr.) Ralfs  
*M. italica* var. *tenuissima* Grun. O. Müll  
*M. italica* (Ehr.) Kütz.  
*Stephanodiscus astraea* (Ehr.) Grun.  
*Rhizosolenia* sp.  
*Tabellaria fenestrata* (Lyng) Kütz.  
*T. fenestrata* var. *intermedia* Grun.

*T. fenestrata* var. *asterionelloides* Grun  
*T. flocculosa* (Roth) Kütz.  
*Diatoma vulgare* Bory  
*Fragilaria crotonensis* Kitt  
*F. intermedia* Grun.  
*F. inflata* (Heid) Hust  
*Synedra ulna* (Nit) Ehr.  
*Asterionella formosa* Hass.  
*Navicula* sp.  
*Pinnularia* sp.  
*Gyrosigma* sp.  
*Cymbella* sp.  
*Nitzschia sigmoidea* (Ehr.) W. Sm.  
*Cymatopleura elliptica* (Breb) Wz. Sm.  
*Surirella Caproni* Breb.  
*Campylodiscus* sp.

## Dinoflagellatae

*Ceratium hirundinella* (O. F. M.) Bergh

## Chlorophyta Volvocales

*Pandorina morum* Bory  
*Eudorina elegans* Ehr.

## Protococcales

*Pediastrum boryanum* Mensch  
*P. duplex* Meyen  
*Scenedesmus quadricauda* Breb  
*S. obliqua* Kütz.

## Ulotrichales

*Ulotrix* sp.  
*Oedogonium* sp.

## Desmidiaceae

*Closterium acerosum* (Sch) Ehr.  
*C. moniliferum* Bory (Ehr.)  
*Euastrum* sp.  
*Staurostrum* sp.  
*Desmidium* sp.  
*Micrasterias* sp.

## Zygnematales

*Mougeotia* sp.  
*Spirogyra* sp.  
*Zygnema* sp.

## Siphonocladinales

*Cladophora* sp.

## Animalia

## Protozoa

*Arcella vulgaris* Ehrb.  
*Diffugia limnetica* Lev.  
*Cyphoderia ampulla* Ehrbg. \*  
*Epistylis* sp.  
*Vorticella nebulifera* O. F. Müll.  
*Tintinnidium fluviatile* Stein  
*Tintinnopsis* (Codonella) lacustris En.\*

## Rotatoria

*Brachionus calyciflorus* Pal.  
*B. angularis* Gosse  
*B. capsuliflorus* Pall.  
*Pompholyx sulcata* Gosse  
*Keratella cochlearis* Gosse  
*K. cochlearis* var. *tecta* \*  
*K. cochlearis* var. *hispida* \*  
*K. cochlearis* var. *hispida* — *tecta* \*  
*K. quadrata* (Müll).  
*K. aculeata* var. *divergens* V.\*  
*K. aculeata* var. *brevispina* G.\*  
*Notholca longispina* Kellic.  
*N. striata* var. *acuminata* En.  
*N. cinctura* Skoric.\*  
*Anuraeopsis fissa* Gosse  
*Euchlanis dilatata* Ehrb.  
*Asplanchna priodonta* Gosse  
*A. herrii* Quern.\*  
*Synchaeta pectinata* Ehrb.  
*Poliarthra trigla* Ehrb.  
*P. euryptera* Wierz.  
*Ploesoma hudsoni* Imb.  
*Diurella rousseleti* (Voigt)  
*D. stylata* Eyt.  
*Trichocerca cylindrica* (Imb.)  
*T. capucina* (Wierz.) Zach.  
*T. (Rattulus) pusillus* Laut.\*  
*Microcodon* sp.  
*Floscularia* sp. (pelagica Rouss) \*  
*F. libera* Zach.\*  
*Conochilus unicornis* Rouss.  
*Conochiloides natans* Sel.\*  
*Testudinella* (Pterodina) *patina* (Müll.)  
*Pedalia mira* Hudson  
*Filinia longiseta* (Ehrb.)  
*F. longiseta* var. *limnetica* Zach.

## Mollusca

*Dreissena* larvae

## Cladocera

*Sida crystallina* (O. F. Müll.)  
*Limnoscida frontosa* Sars  
*Diaphanosoma brachyurum* Fisch.  
*Daphnia hyalina* Leyd.  
*D. cucullata* Sars  
*D. cucullata* var. *kahlbergensis* (Sch) \*  
*D. cucullata* var. *berolinensis* (Sch). \*  
*D. cucullata* var. *seligoi* \*  
*D. cucullata* var. *apicata* \*  
*D. cristata* G. Sars  
*Ceriodaphnia reticulata* (Jurine)  
*Scapholeberis mucronata* Müll.  
*Simocephalus vetulus* (Müll.)  
*Bosmina coregoni coregoni* Baird.  
*B. coregoni* var. *rotunda* (Schoedl) \*  
*B. coregoni* var. *warpachowskii* Linko.\*  
*B. coregoni* var. *gibbera* Schoedl.  
*B. coregoni* var. *obtusirostris* Sars  
*B. crassicornis* (microps) var. *angulata* \*.  
*Ilyocryptus* sp.  
*Macrothrix* sp.  
*Eurycercus lamellatus* (Müll).  
*Camptocercus rectirostris* (Schoedl)  
*Acroperus harpae* Baird  
*Rhynchotalona* sp.  
*Pleuroxus laevis* Sars  
*P. trigonellus* (O. F. Müll.)  
*P. uncinatus* Baird \*  
*Peracantha truncata* O. F. Müll  
*Leydigia* sp.  
*Alona rectangula* Sars  
*A. affinis* Leydig \*  
*Alonopsis elongata* Sars \*  
*Chydorus sphaericus* O. F. Müll.  
*Leptodora kindti* (Focke)

## Copepoda

*Diaptomus graciloides* Lill.  
*Heterocope appendiculata* Sars  
*Cyclops vicinus* Uljan.  
*Cyclops* sp.  
*Acanthocyclops viridis* (Jur)  
*Mesocyclops leuckarti* Claus  
*M. oithonoides* Sars  
*Argulus foliaceus* (L.)

\* Звездочкой отмечены формы, найденные в 1923—1924 гг. П. Ф. Домрачевым.

**М. Л. ПИДГАЙКО**

**ЗООПЛАНКТОН И ЗООБЕНТОС  
НЕКОТОРЫХ НОВОПОСТРОЕННЫХ ПРУДОВ  
ОПЫТНОГО РЫБОВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА «НИВКИ»**

*(Институт гидробиологии АН УССР; Киев)*

В связи с широко разворачивающимся рыбохозяйственным освоением внутренних водоемов Украины важное значение приобретает изучение формирования кормовой базы этих водоемов.

Гидробиологическое изучение прудов Украины проводили Д. О. Свиренко (1922), К. К. Сент-Илер (1935), В. И. Широкова (1936), А. З. Мирошниченко (1955), П. А. Журавель (1953), Г. Б. Мельников (1953), И. П. Лубянов и И. А. Федько (1953) и др. В работах этих авторов описываются видовой состав, количественное распределение, сезонные изменения численности видов флоры и фауны, а также другие вопросы, связанные с изучением формирования населения водоемов в основном лесостепных и степных районов Украины.

Эта статья посвящена исследованию прудов, расположенных в переходной зоне от Полесья к торфянистой лесостепи. Водоемы входят в полносистемное опытное рыбоводное хозяйство «Нивки», находящееся в 20 км от Киева в пойме р. Нивки, правого притока р. Ирпень. Воды рек бассейна Ирпени, по классификации А. Д. Коненко (1952), относятся к гидрокарбонатно-кальциевым водам первого и второго типов средней минерализации (300 мг/л). Все многочисленные нерестовые, выростные, зимовальные и нагривные пруды питаются водой р. Нивки. Эксплуатация этого хозяйства началась в 1954 г., так что в 1955 г. часть опытных прудов (нерестовые) была залита второй год, а часть (зимовальные) — первый.

С апреля 1955 г. производилось опытное выращивание в прудах белого амура и толстолобика, привезенных в возрасте 2+ из р. Амур. Параллельно с рыбоводными исследованиями в апреле — сентябре того же года (т. е. от заполнения прудов водой и до их облова) вели наблюдения над гидрохимическим режимом, растительным и животным миром этих водоемов.

Работа проводилась на зимовальных прудах № 3, 6, 9, 11, 12, 14, 15 и нерестовых прудах № 18, 19, 20. Площадь водной поверхности прудов составляет от 0,1 до 0,13 га, берега — крутые. Глубина зимовальных прудов 70—100 см, нерестовых 35—90 см. В прудах № 3, 6, 9, 18, 19, 20 выращивался толстолобик, а в прудах № 11, 12, 14, 15 — белый амур.

Грунт во всех прудах — глинистый песок с примесью торфа. Ложе нерестовых прудов сверху искусственно покрыто слоем размельченного торфа, смешанного с песком, а дно зимовальных прудов было задерновано и перед заливом покрыто травой.

Пруды № 12 и 19 удобряли суперфосфатом (18 мая и 20 августа — первый раз, 18 мая, 1 июня и 20 августа — второй раз) из расчета 100 кг/га. Доже этих прудов перед заливом было произвестковано. В прудах № 18 и 15 производили искусственную подкормку рыбы водорослями (*Spirogyra*, *Mougeotia* и др.) и высшей растительностью (луговой). В пруду № 3 была создана постоянная проточность.

По данным химика Украинского института рыбного хозяйства М. Б. Фельдман, грунты исследованных водоемов характеризуются большим количеством органического вещества. Соотношение органического углерода к органическому азоту колеблется от 10 до 14. На этом основании М. Б. Фельдман считает, что азот грунтов находится в малодоступной для растений форме. Наибольшей величиной соотношения C : N характеризуются грунты прудов № 14 и 15. Органический азот в этих грунтах биохимически менее устойчив и быстрее минерализуется.

Кислородный режим прудов в летний период (июнь—июль) неблагоприятен: процент насыщения воды кислородом падает до 17—30. Особенно неблагоприятным становится кислородный режим в зимовальных прудах. В нерестовых прудах процент насыщения воды кислородом колеблется от 70 в летний период до 200 в весенне-осенний период. Выше нормы было содержание кислорода в проточном пруду № 3.

В конце июля 1955 г. из-за недостаточного снабжения водой прудов № 18 и 19 рыба была пересажена в пруды № 6 и 9. В связи с этим в дальнейшем вместо прудов № 18 и 19 исследовали зоопланктон и зообентос прудов № 6 и 9.

Выращивание в рассматриваемых водоемах белого амура и толстолобика не могло серьезно отразиться на количестве водных беспозвоночных, так как названные рыбы являются растительноядными. Тем не менее в их кишечниках в значительном количестве встречались и преобладавшие в планктоне и бентосе *Daphnia hyalina*, *Scapholeberis mucronata*, личинки хирономид и некоторые другие (Вовк, 1959).

По материалам Д. А. Радзимовского, развитие фитопланктона в нерестовых и зимовальных прудах происходит неодинаково. В последних он сравнительно богат, причем весной и летом преобладают диатомовые и протокочковые водоросли, а пруд № 3 характеризуется большим количеством нитчатых зеленых водорослей. В нерестовых прудах фитопланктон значительно беднее в количественном и видовом отношении. В сетяных пробах из этих прудов основную массу отстоя составляют торфянистые частицы. В значительном количестве развиваются зеленые нитчатые водоросли.

Сбор проб проводили в прудах один раз в месяц.

Подсчет организмов планктона проводили следующим образом: пробу доводили до объема в 20 мл<sup>3</sup> и целиком (а в случае большого осадка  $\frac{1}{2}$  ее или  $\frac{1}{4}$  часть) выливали в чашку Петри и количество организмов (по видам) просчитывали в 10 или 20 полях зрения, после чего делали пересчет на 1 м<sup>3</sup> воды. Для определения биомассы использовали принятые в литературе сырые веса зоопланктеров.

Каждую пробу зоопланктона собирали однолитровой кружкой вдоль пруда профильтровыванием 25 л воды через сеть с шелковым газом № 60.

Для сбора проб зообентоса использовали пневматический дночерпатель, при этом каждая проба состояла из двух дночерпателей. Отбор проб производили приблизительно на одном и том же месте, вблизи берега на глубине 40—50 см; их промывку и фиксацию проводили на месте. Всего было отобрано 43 пробы зообентоса и 43 пробы зоопланктона. Весь материал фиксировали 4%-ным формалином и обрабатывали в лаборатории.



## ЗООПЛАНКТОН

В состав зоопланктона исследованных прудов входят коловратки, ветвистоусые и веслоногие ракообразные. Кроме того, в незначительном количестве попадаются организмы микробентоса, остракоды, олигохеты, личинки хирономид, нематоды. Определение видов проводили только для первых трех групп. В каждом отдельном пруду насчитывалось от 21 до 29 форм зоопланктеров (см. приложение). Всего же в составе зоопланктона исследуемой группы прудов насчитывалось 56 форм (29 коловраток, 17 ветвистоусых и 10 веслоногих ракообразных). Большинство является широко распространенными эвритопными и прудовыми видами.

Из редких видов следует отметить *Kurzia latissima*, характерного представителя гуммифицированных торфянистых водоемов. Руководящими по численности во всех водоемах являются *Keratella cochlearis* — 997 тыс. экз./м<sup>3</sup>, *Brachionus angularis* — 963 тыс. экз./м<sup>3</sup>, *Filinia longiseta* — 107 тыс. экз./м<sup>3</sup>, *Polyarthra trigla* — 62 тыс. экз./м<sup>3</sup>, *Daphnia hyalina* — 107 тыс. экз./м<sup>3</sup>, *Asplanchna priodonta* — 130 тыс. экз./м<sup>3</sup>, *Bosmina longirostris* — 135 тыс. экз./м<sup>3</sup> (дана наибольшая численность).

Основной фон биомассы зоопланктона создается группой ракообразных. Почти во всех исследованных водоемах наблюдаются два пика биомассы: весенний (конец мая — половина июня, температура воды 19—20° С) и летний (конец июля — середина августа, температура воды 23—30° С). Первый пик образуется в результате массового появления коловраток и молоди веслоногих ракообразных, второй — за счет ветвистоусых и в меньшей степени веслоногих ракообразных (рис. 1, 2).

Весной среди коловраток преобладают в основном два вида — *Brachionus calyciflorus* и *Asplanchnopus syrinx*.

Веслоногие ракообразные представлены преимущественно их молодью (науплии, молодые циклопы) и небольшим количеством половозрелых *Mesocyclops oithonoides*. Летом в большинстве прудов преобладают ветвистоусые ракообразные, руководящим видом среди них является *Daphnia hyalina*.

В период с 16 августа и до конца сентября зоопланктон состоит в основном из ракообразных. Среди ветвистоусых преобладают *Daphnia hyalina*, *Scapholeberis mucronata*, *Bosmina longirostris*, а среди веслоногих — *Diaptomus gracilis* и различные виды сем. Cyclopidae. В прудах № 20 и 3 в этот же период происходит некоторое увеличение биомассы коловраток.

Общая биомасса зоопланктона исследованных водоемов колебалась в течение рассматриваемого периода от ничтожно малой в период заполнения прудов до 2,6—2,7 г/м<sup>3</sup> в периоды весенне-летних пиков. Только в прудах № 14 и 15 биомасса зоопланктона достигала 6—11 г/м<sup>3</sup>.

Созданный в пруду № 3 режим постоянной проточности, видимо, изменил характер развития зоопланктона в сторону некоторого общего обеднения по сравнению с остальными водоемами: биомасса в этом пруду не превышала 0,5 г/м<sup>3</sup>. Кроме того, летний пик биомассы зоопланктона сдвинут на начало сентября. К сожалению, количество зоопланктона в этом пруду в мае осталось неизвестным, так как проба была испорчена.

Несколько иное изменение количества зоопланктона отмечено в прудах № 18 и 19. В этих водоемах наблюдалось возрастание его численности и биомассы (352 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 1,2 г/м<sup>3</sup> в пруду № 18; 452 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 1,3 г/м<sup>3</sup> в пруду № 19). Причиной этого, по-видимому, было падение уровня воды вследствие сильного испарения. Однако в дальнейшем в прудах создались неблагоприятные условия для существования зоопланктона,

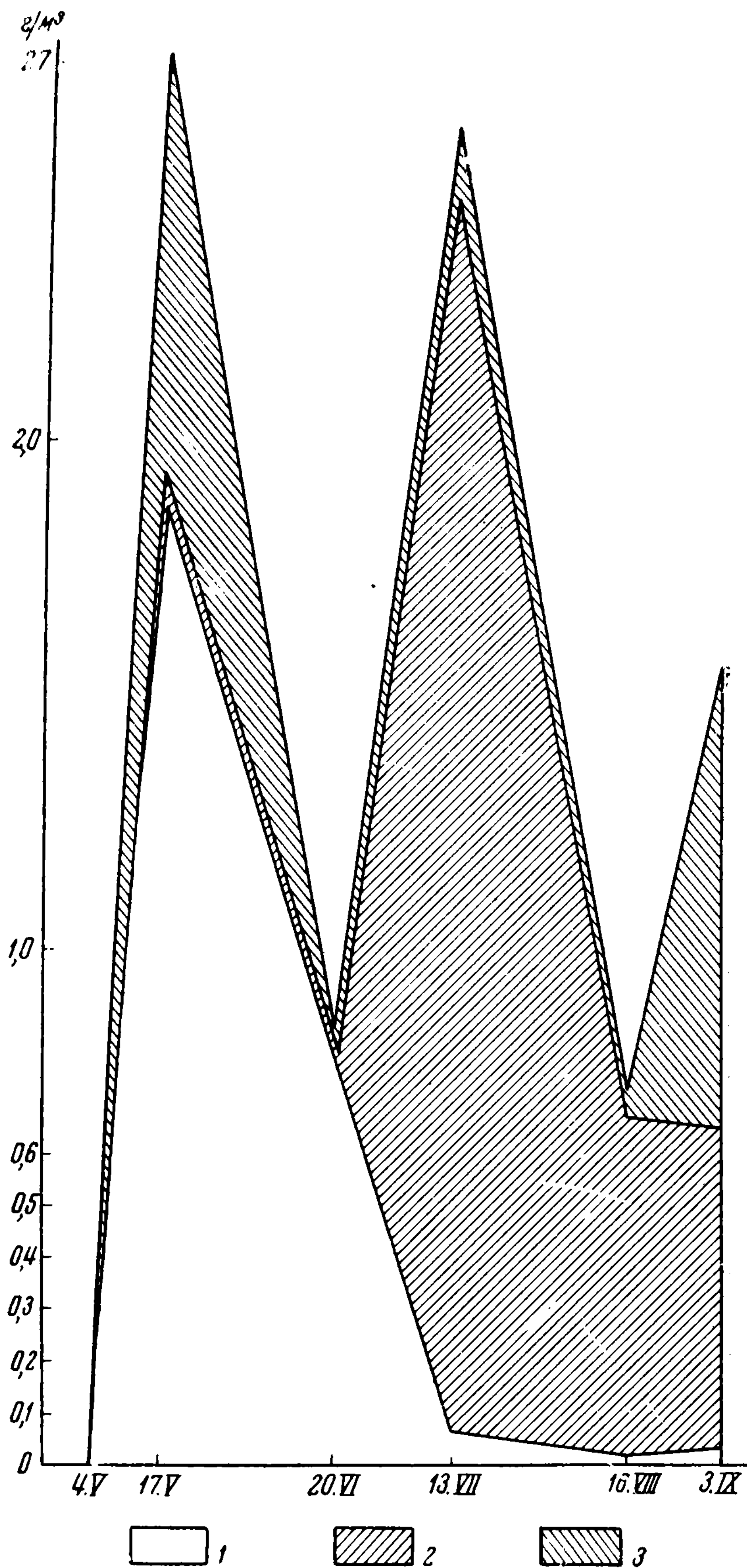


Рис. 1. Динамика биомассы (в г/м³) зоопланктона в пруду 111  
 1 — коловратки; 2 — ветвистоусые и 3 — веслоногие ракообразные.

и его количество значительно уменьшилось (102 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 0,4 г/м<sup>3</sup> в пруду № 18 и 33 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 0,3 г/м<sup>3</sup> в пруду № 19).

В прудах № 6 и 9 в конце июля — сентябре видовой состав зоопланктона существенно не отличался от такового остальных водоемов, а биомасса зоопланктона в них в этот период колебалась от 0,15 до 0,6 г/м<sup>3</sup>.

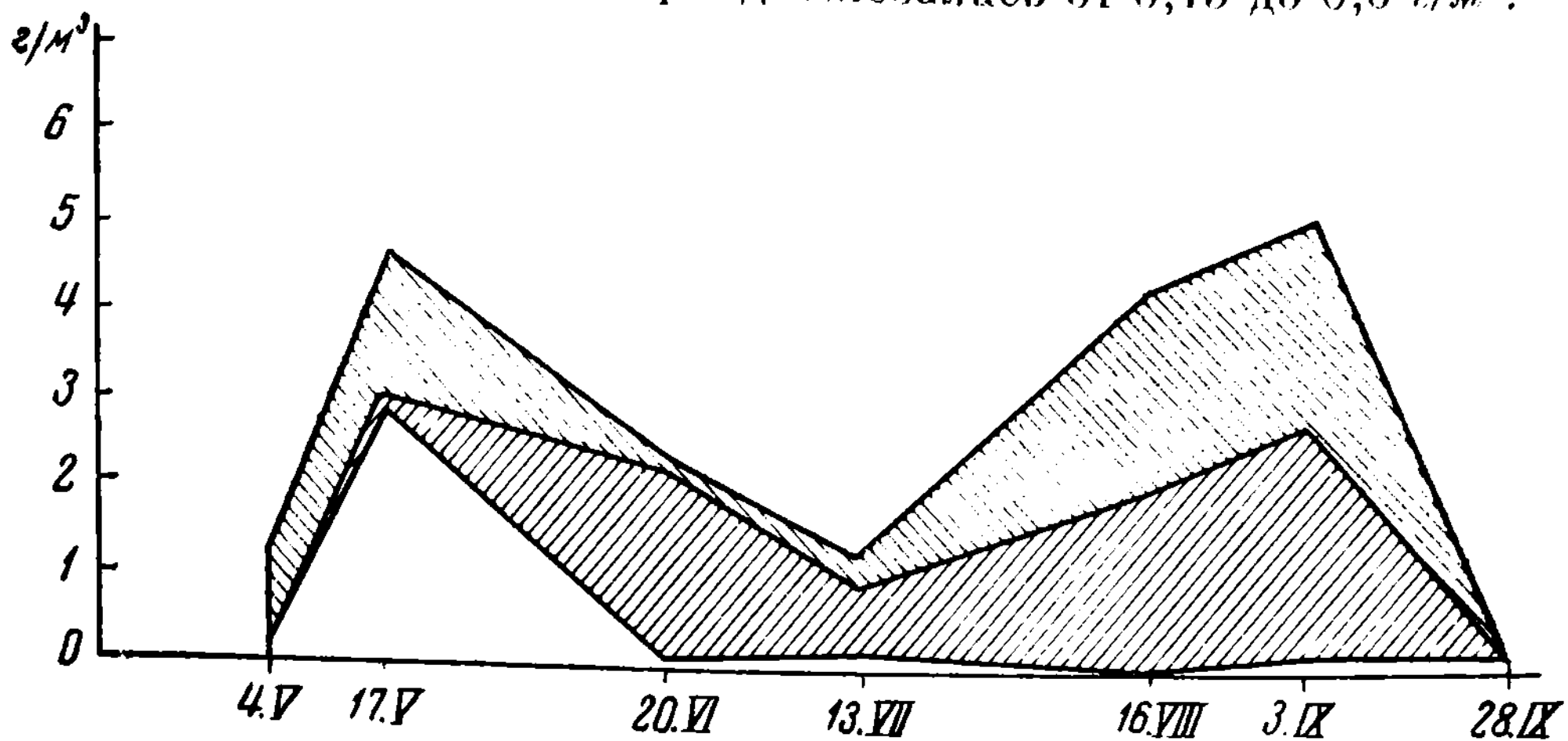


Рис. 2. Динамика биомассы зоопланктона в пруду 15  
Обозначения те же, что на рис. 1

Сравнительно большая биомасса зоопланктона в прудах № 14 и 15 объяснялась, по-видимому, большим количеством в их грунтах органического вещества и большей окисляемостью воды<sup>1</sup>.

Внесение минерального удобрения и известкование ложа прудов № 12 и 19 перед заливом не отразились на количестве зоопланктона в этих водоемах.

### ЗООБЕНТОС

В состав зообентоса исследуемых прудов входят как вторично, так и первичноводные организмы (см. приложение). Это необходимо отметить в связи с тем, что исследуемые водоемы являются небольшими спусковыми прудами, в которых в зимний период вода отсутствует. Как известно, в водоемах подобного типа первичноводная фауна не всегда имеется, так как не выдерживает зимнего промерзания грунта. Возможно, что развитие первичноводных организмов в прудах рыбхоза «Нивки» является результатом заноса их в пруды с водой реки.

Из первичноводных организмов в основном в зимовальных прудах встречаются олигохеты, но не всегда и в небольшом количестве. Из вторичноводных наиболее многочисленны личинки хирономид (24 вида). Другие насекомые и их личинки встречались нерегулярно и в небольшом количестве.

При этом наибольшую численность давали личинки хирономид (до 16 900 экз./м<sup>2</sup>). Численность олигохет в разных прудах в разные сроки колебалась от 0 до 1200 экз./м<sup>2</sup>, моллюсков — от 0 до 4900, насекомых (без личинок хирономид) — от 0 до 900 экз./м<sup>2</sup>.

На рис. 3 и 4 дано графическое изображение типичного для рассматриваемых прудов изменения биомассы основных групп зообентоса. Колебание численности происходило в пределах от 100 до 24 700 экз./м<sup>2</sup>.

Величина биомассы зообентоса в первую очередь определялась личинками хирономид, число видов которых достигало 24. Большинство этих

<sup>1</sup> Данные М. Б. Фельдман.

видов является формами экологически пластичными, характерными для стоячих и текучих водоемов, обитающими среди растительности и в илу литорали и сублиторали. Наиболее часто в пробах попадались: *Chironomus*

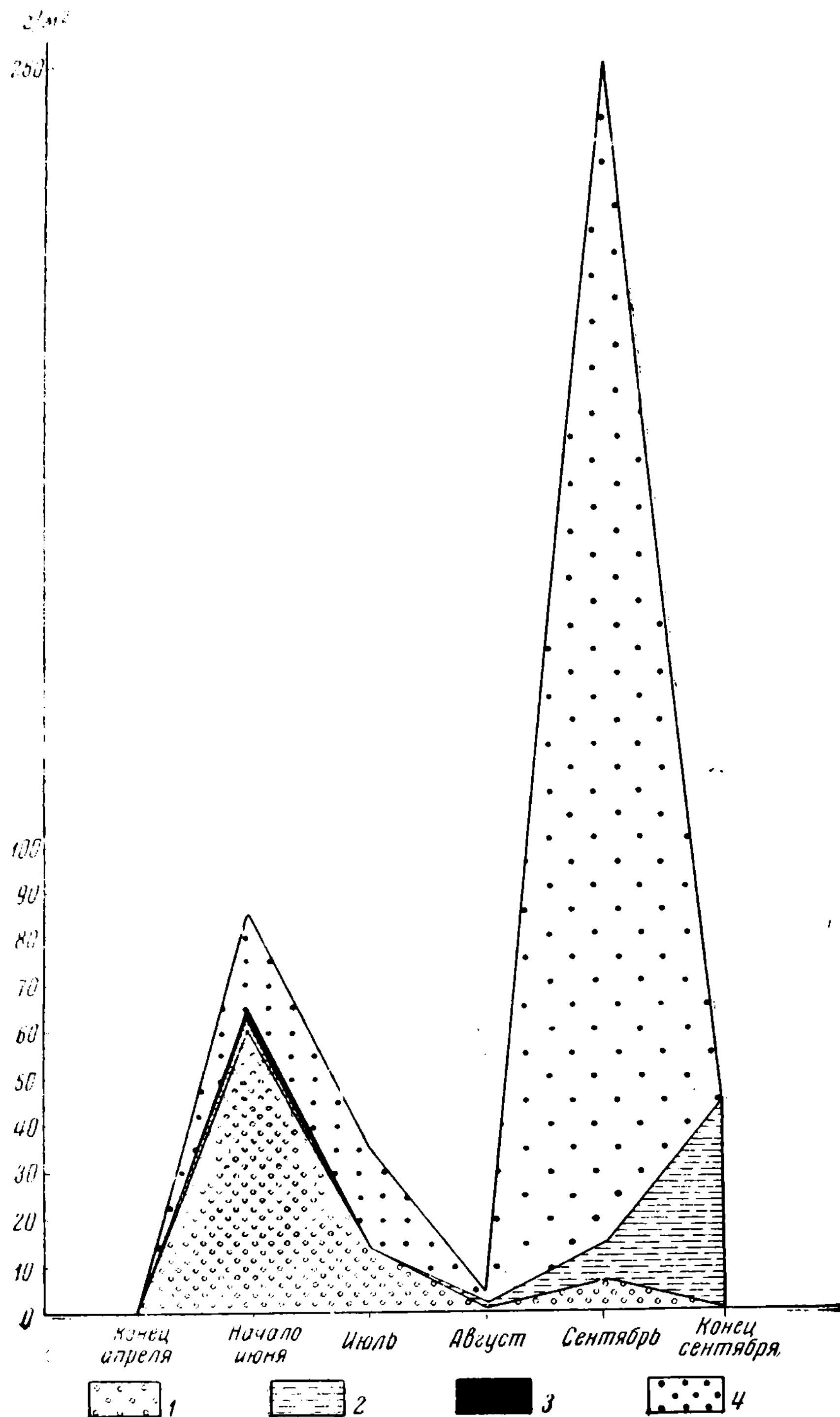


Рис. 3. Динамика биомассы (г/м<sup>2</sup>) зообентоса в пруду 3

1 — хирономиды; 2 — олигохеты; 3 — моллюски; 4 — насекомые

*ex gr. plumosus*, *Ch. ex gr. semireductus*, *Glyptotendipes ex gr. gripekoveni*, *G. ex gr. polytomus*, *Microtendipes ex gr. chloris*, *Procladius spp.*, *Cricotopus ex gr. silvestris*, *Tanytarsus ex gr. mancus*, *T. ex gr. lobatifrons*.

Задерянованность грунта большинства исследованных прудов создавала благоприятные условия для существования личинок хирономид. Весной,



в первые же дни, после того как пруды были залиты водой, и в начале лета они в большом количестве (от 10 тыс. до 19 тыс. экз./м<sup>2</sup>) появлялись сре- вальных прудах.

В выростных прудах первой формой, которая появлялась в значитель- ном количестве, была *Glyptotendipes* ex gr. *griepkoveni* — перезимовавшие хирономид в апреле колебалась от 1,5 до 2,6 г/м<sup>2</sup>. К концу мая — началу июня эта форма встречалась только единичными экземплярами, а ее место занимали *Chironomus* ex gr. *plumosus* и *Ch.* ex gr. *semireductus*.

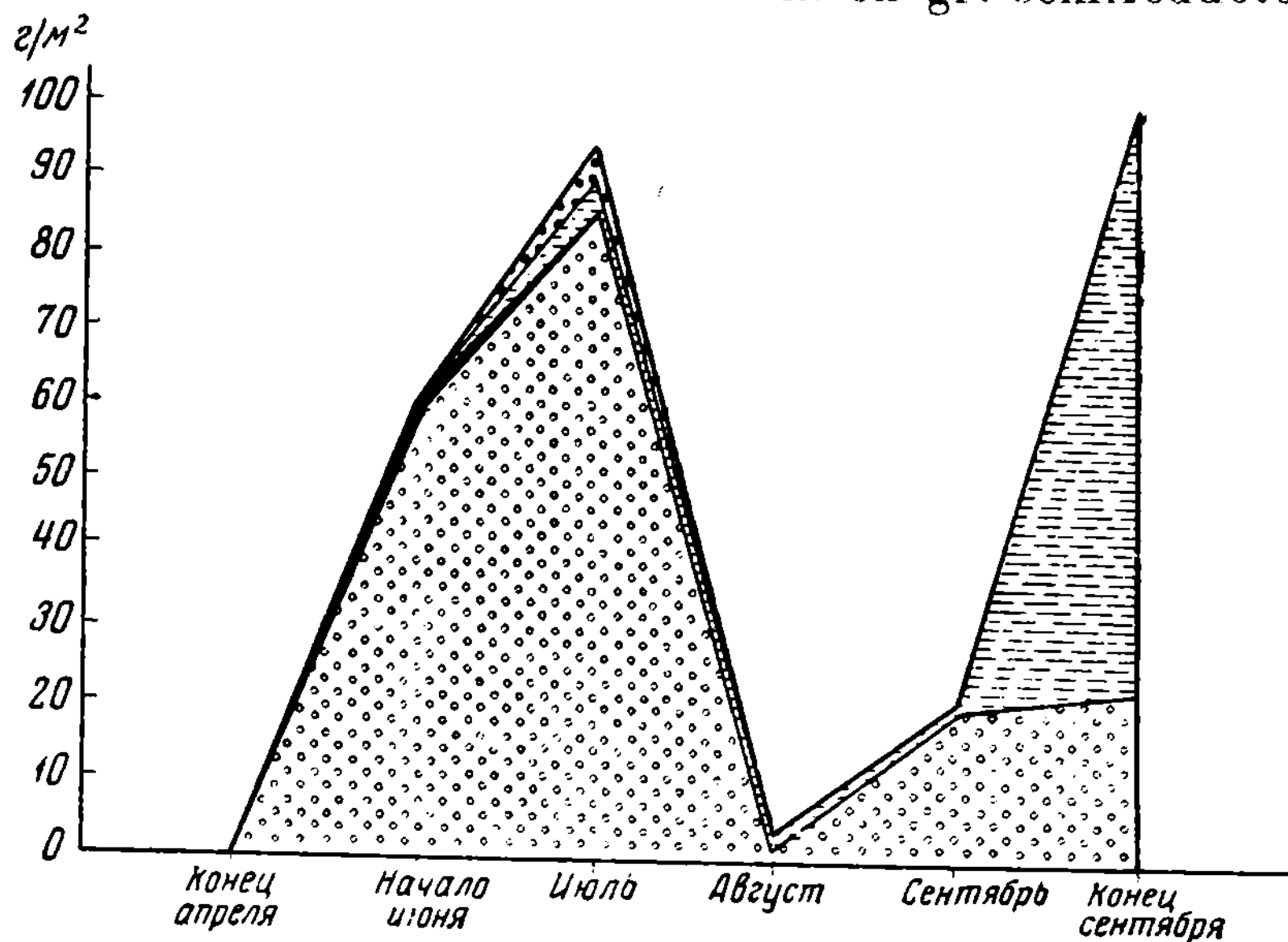


Рис. 4. Динамика биомассы зообентоса в пруду 11  
Обозначения те же, что на рис. 3

По-видимому, перезимовавшая популяция *Glyptotendipes* уже почти полностью вылетела. Биомасса личинок хирономид в этот период равнялась 2,6—6,2 г/м<sup>2</sup>.

В зимовальных прудах, залитых в 1955 г. впервые, в мае—июне в боль- шом количестве появлялись *Chironomus* ex gr. *plumosus*, *Ch.* ex gr. *semireductus* и *Glyptotendipes* ex gr. *griepkoveni*. Биомасса хирономид в этих прудах была значительно больше: она колебалась от 38 до 85 г/м<sup>2</sup>.

В июле видовой состав и биомасса хирономид были очень разнородны. Так, в одних прудах общая биомасса личинок хирономид уменьшалась до 1 г/м<sup>2</sup>, а в других (пруд № 15) — наоборот — оставалась еще очень большой (105 г/м<sup>2</sup>). В видовом отношении в большинстве прудов по-преж- нему преобладали: *Chironomus* ex gr. *plumosus* и *Ch.* ex gr. *semireductus*, но в прудах № 11 и 12 такой формой был *Glyptotendipes*.

В августе численность и биомасса личинок хирономид достигали наи- меньших величин, а в некоторых прудах хирономиды практически отсут- ствовали.

В сентябре эти показатели возросли. Преобладающими формами были *Glyptotendipes*, *Procladius*, *Tanytarsus* ex gr. *maiusculus*. В конце сентября, в период спуска воды из прудов, в грунте в небольшом количестве встре- чались *Glyptotendipes*, *Microtendipes* ex gr. *chloris* и *Procladius*. Их общая биомасса колебалась от 1 до 24 г/м<sup>2</sup>.

Наиболее богаты личинками хирономид оказались зимовальные пруды № 12, 11, 15, 3 и 14 (перечислены в порядке убывания). Выростные пруды

№ 18, 19 и 20, наоборот, были очень бедны в этом отношении, что, очевидно, связано с покрывающим их дно торфом, который мало пригоден для жизни олигохет и личинок хирономид.

Численность и биомасса прочих групп зообентоса к осени в общем возрастали. При этом для личинок других насекомых, так же как и для личинок хирономид, в середине лета (август) наблюдалось резкое уменьшение численности и биомассы.

Для моллюсков такого явления не отмечалось. Олигохеты во всех водоемах встречались нерегулярно и в небольшом количестве. Внесение в пруды № 12 и 19 удобрения также не оказало существенного влияния на количество зообентоса.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованные пруды по количеству зоопланктона и зообентоса можно отнести к среднепродуктивным водоемам. Биомасса колебалась в них от ничтожно малой величины в период наполнения прудов до  $11 \text{ г/м}^3$  для зоопланктона и  $100 \text{ г/м}^2$  для зообентоса.

Продуцирование органического вещества в пределах изученных групп животных происходит в основном за счет ветвистоусых и веслоногих ракообразных и личинок насекомых, преимущественно хирономид.

Для зоопланктона в июне — июле, а для зообентоса в августе характерно наличие резкого летнего уменьшения численности и биомассы.

Наиболее богатыми зоопланктоном и зообентосом оказались зимовальные пруды. Это объясняется тем, что дно их было покрыто растительностью, в которой изобиловали личинки хирономид. Кроме того, в результате постепенного перегнивания дерновины в воду поступали дополнительные питательные соли, что способствовало развитию планктона.

Внесение в некоторые пруды удобрения не оказало существенного влияния на развитие в них зоопланктона и зообентоса.

При сравнении зоопланктона и зообентоса изученных и других новостроенных прудов лесостепных и степных районов Украины можно отметить некоторые существенные отличия между ними. В первую очередь это относится к видовому составу зоопланктона. В прудах степных районов УССР первое место по видовому разнообразию и численности занимают ракообразные. Преобладающими среди них являются ветвистоусые (*Daphnia magna*, *D. pulex* и *D. carinata*) и веслоногие (*Paradiaptomus alluaudi*), т. е. виды, свойственные эвтрофированным и временным водоемам. В водоемах лесостепных районов увеличивается в планктоне роль коловраток и зарослевых форм ракообразных. Преобладающими среди ветвистоусых ракообразных становятся *Bosmina longirostris* и *Daphnia hyalina*, а среди веслоногих — виды *Cyclops*.

Зоопланктон изученных прудов, лежащих на грани между лесостепью и Полесьем, носит на себе отпечаток этой переходной зоны. В формировании зоопланктона прудов хозяйства «Нивки» еще большую роль, чем в прудах лесостепи, приобретают коловратки. Велики их видовое разнообразие и численность. Среди коловраток преобладают виды сем. *Asplanchnidae* и *Brachionidae*. Группа ракообразных представлена таким образом формами озерно-прудового комплекса и значительным количеством зарослевых форм. Преобладающими среди них являются *Daphnia hyalina*, *Bosmina longirostris*, *Diaptomus gracilis*, *Cyclops strenuus*, *Mesocyclops leuckarti*. Среди зарослевых форм встречаются *Simocephalus vetulus*, *Ceriodaphnia affinis*, *Rhynchotalona rostrata*, *Pleuroxus aduncus*, *Macrocyclus albidus*, *Mesocyclops dybowskii*, *Acanthocyclops viridis* и другие виды. Особо сле-

дует отметить виды, характерные для олиготрофных торфянистых водоемов, развивающихся в изученных прудах: *Kurzia latissima*, *Scapholeberis mucronata*, *Pleuroxus uncinatus*.

Сведений о формировании зообентоса новопостроенных прудов Украины в литературе мало. Большинство таких водоемов степной зоны республики являются овражно-балочными неспускными прудами с бедной донной фауной. В видовом составе преобладают олигохеты, легочные моллюски, личинки и взрослые стадии водных насекомых. Жаберные моллюски и высшие ракообразные почти не встречаются. Видовой состав и количественное обилие зообентоса этих прудов определяются в основном характером накопления в них органических и минеральных веществ, что в свою очередь сказывается на состоянии всего биологического режима прудов.

Донная фауна новопостроенных прудов хозяйства «Нивки» имеет сходство с донной фауной степных прудов, так как в составе ее также преобладают водные насекомые, легочные моллюски и в незначительном количестве встречаются олигохеты. Несмотря на речное питание этих прудов, в них, так же как в степных прудах, не встречаются жаберные моллюски и высшие ракообразные. Но если отсутствие этих групп зообентоса в степных водоемах объясняется главным образом изолированностью и чрезмерной заиленностью, то в изученных прудах причиной этого является спуск воды на осенне-зимний период. Таким образом, преобладание в донной фауне тех и других водоемов вторичноводных животных является следствием различных причин.

#### ЛИТЕРАТУРА

- В о в к П. С. 1959. Выращивание амурских рыб в прудах Украины. — Биологические основы рыбного хоз-ва. Томск.
- Ж а д и н Б. И. 1949. Задачи гидробиологического освоения новых прудов и водоемов. — Природа, № 5.
- Ж у р а в е л ь П. А. 1953. Пути направленного формирования кормовой для рыб фауны новых прудов степной зоны Украины с целью увеличения рыбопродуктивности. — Вестник научно-исслед. ин-та гидробиологии, т. X.
- К о н е в к о А. Д. 1952. Гидрохимическая характеристика малых рек УССР. — Киев.
- Л у б я н о в И. П. и Ф е д ь к о И. А. 1953. Донная фауна степной части Украины в связи с условиями ее существования. — Вестник научно-исслед. ин-та гидробиологии, т. X.
- М е л ь н и к о в Г. Б. 1953. Зоопланктон прудов степной зоны Украины. — Вестник научно-исслед. ин-та гидробиологии, т. X.
- М и р о ш н и ч е н к о А. З. 1955. Зоопланктон новопостроенных прудов лесостепных и степных районов УССР. — Труды Ин-та гидробиологии АН УССР, № 32.
- С в и р е н к о Д. О. 1922. Микрофлора стоячих водоемов. — Харьков (Екатеринодар).
- С е н т - И л е р К. К. 1935. Опыт изучения развития фауны впервые заливаемых прудов в условиях Воронежской обл. — Труды Воронеж. отд. Всесоюз. научно-исслед. ин-та пруд. рыбн. хоз-ва, т. 1.
- Ш и р о к о в а В. И. 1936. К биологии впервые заливаемых прудов. — Труды Воронеж. отд. Всесоюз. научно-исслед. ин-та пруд. рыбн. хоз-ва, т. II.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Видовой состав зоопланктона и зообентоса прудов опытного рыбоводного хозяйства «Нивки»

Организм	Номер пруда									
	3	6	9	11	12	14	15	18	19	20
	Зоопланктон									
R o t a t o r i a										
Conochiloides natans (Seligo) . . .	+									
Asplanchna priodonta Gosse . . . .	+				+	+	+	+	+	+
A. sieboldi (Leydig.) . . . . .	+									
Asplanchnopus syrix Ehrb. . . . .	+	+		+	+	+	+			
Synchaeta sp. . . . .	+	+	+	+		+	+	+	+	+
Polyarthra vulgaris Carlin . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Filinia longiseta (Ehrb.) . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Proales sordida Gosse . . . . .						+				
Trichocerca rattus (O. F. Müller)		+								
Trichotria tetractis f. paupera (Ehrb.)										+
Euchlanis dilatata Ehrb. . . . .				+						
Lecane luna (O. F. Müller) . . . . .		+			+	+	+			+
Lepadella sp. . . . .									+	
Testudinella patina (Hermann) . .	+					+			+	+
Pompholyx complanata Gosse . . .				+		+	+			
Brachionus angularis Gosse . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
B. calyciflorus Pallas . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
B. calyciflorus f. dorcas Gosse . .	+									
B. urceolaris O. F. Müller . . . . .			+	+	+	+	+			+
B. quadridentatus Hermann . . . . .		+			+	+	+			
B. falcatus zacharias . . . . .	+	+	+	+	+	+				+
B. budapestinensis Daday . . . . .					+					
B. diversicornis (Daday) . . . . .						+				
Platyias quadricornis (Ehrb.) . . .							+			
Keratella cochlearis (Gosse) . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
K. quadrata (O. F. Müller) . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pedalia mira (Hudson) . . . . .	+									+
Rotatoria sp. . . . .	+	+	+		+		+			+
C l a d o c e r a										
Daphnia hyalina Leydig. . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ceriodaphnia pulchella Sars. . . . .									+	
C. quadrangula (O. F. Müller) . .	+	+	+		+	+	+	+		+
C. affinis Lilljeborg . . . . .										+
Moina rectirostris (Leydig) . . . . .				+			+	+		
Scapholeberis mucronata (O. F. Müller) . . . . .			+	+	+	+				+
S. mucronata f. cornuta (Schodler)				+		+	+	+	+	
Simocephalus vetulus (O. F. Müller)	+	+	+				+			
Bosmina longirostris (O. F. Müller)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kurzia latissima (Kurz) . . . . .										+
Rhynchotalona rostrata (Koch.) . .										+
Pleuroxus aduncus (Jurine) . . . . .			+				+			



продолжение

Организм	Номер пруда									
	3	6	9	11	12	14	15	18	19	20
	Зоопланктон и зообентос									
<i>P. uncinatus</i> Baird . . . . .										
<i>Alona rectangularis</i> Sars . . . . .	+		+	+					+	+
<i>A. quadrangularis</i> (O. F. Müller) . . . . .	+								+	+
<i>A. guttata</i> Sars . . . . .		+								+
<i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Müller) . . . . .	+	+	+		+	+	+	+	+	+
<b>Copepoda</b>										
<i>Eucyclops serrulatus</i> tip. (Fisch.) . . . . .		+	+							+
<i>E. serrulatus</i> var. <i>proximus</i> Lill. . . . .	+						+			
<i>Macrocyclus albidus</i> (Jur.) . . . . .	+						+			
<i>M. dybowskii</i> (Lande) . . . . .				+	+		+			
<i>Mesocyclops leuckarti</i> Claus . . . . .					+	+	+			
<i>M. oithonoides</i> Sars . . . . .						+	+			
<i>Cyclops strenuus</i> Fisch. . . . .										+
<i>Acanthocyclops viridis</i> Jur. . . . .		+	+					+		
<i>A. vernalis</i> (Fisch.) . . . . .			+	+	+	+	+			+
<i>Diaptomus gracilis</i> Sars. . . . .	+				+	+	+			
<b>Hydridae</b>										
		+								
<b>Nematoda</b>										
<i>Thilobus helveticus</i> Hofmänner . . . . .							+			
<i>Nematoda</i> indet. . . . .								+	+	+
<b>Oligochaeta</b>										
<i>Stylaria lacustris</i> L. . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Lumbricidae</i> gen. sp. . . . .	+				+					
<b>Hirudinea</b>										
				+						
<b>Mollusca</b>										
<i>Limnea stagnalis</i> (L.) . . . . .	+			+						
<i>Radix ovata</i> (Draparnand) . . . . .		+	+		+				+	+
<i>Planorbis planorbis</i> (L.) . . . . .	+			+	+	+	+			+
<b>Hydracarina</b>										
		+								
<b>Ostracoda</b>										
<i>Notodromas monachus</i> (O. F. M.) . . . . .							+			
<i>Ostracoda</i> indet. . . . .	+									
<b>Insecta</b>										
<b>Odonata lar.:</b>										
<i>Anisoptera</i> . . . . .	+	+			+	+	+			
<i>Ephemeroptera</i> lar. . . . .	+			+						
Нимфа <i>Ephemeroptera</i> . . . . .										
<i>Hemiptera</i> . . . . .										

## ОКОНЧАНИЕ

[illegible]

А. А. КАЧАНОВА

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ  
О РАЗМНОЖЕНИИ *DREISSENA POLYMORPHA PALLAS*  
В УЧИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

(Кафедра зоологии беспозвоночных МГУ; Москва)

Дрейссена (*D. polymorpha*) является основным компонентом биологических обрастаний гидросооружений каналов и трубопроводов и наносит значительный вред сети водоснабжения.

Впервые в системе Мосводопровода отдельные экземпляры дрейссены были обнаружены весной 1945 г. на фильтрах Сталинской водопроводной станции (Фейгина, 1950), в том же году она была встречена в Учинском водохранилище (Соколова, 1959). С тех пор она начала расселяться по водохранилищу и каналу и достигла в нем колоссальной численности, местами превышающей 19 тыс. экз./м<sup>2</sup> при биомассе в 15 кг/м<sup>2</sup> (Соколова, 1958).

Изучением экологии дрейссены в Учинском водохранилище кафедра зоологии беспозвоночных МГУ начала заниматься в 1956 г. Материалом для статьи послужили сборы планктона 1956 — 1959 гг. Пробы брали в самом начале головного канала, куда после перемешивания поступает вода из Учинского водохранилища с глубины 2—11 м. 40 л воды из центральной части потока (вода черпалась ведром) отфильтровывали через планктонную сеть (мельничное сито № 61)<sup>1</sup>.

Материал обрабатывали обычным счетным методом в камере Богорова под бинокулярным микроскопом МБИ-1 (малочисленные пробы просчитывали целиком). В сборах 1958—1959 гг. в каждой пробе промеряли не менее 100 личинок. Пробы брали раз в 2—3 дня с мая по ноябрь. Оседающие личинки учитывали на деревянных и бетонных пластинах (размер 10 × 10 см), которые просматривали раз в 10 дней; кроме того, производили систематический осмотр различной растительности (рдесты, элодея, уруть и др.).

Дрейссена является единственным пресноводным пластинчатожаберным моллюском, откладывающим яйца в воду и сохранившим пелагическую личинку — велигер. Эти особенности развития объясняются недавним вселением ее в пресные воды.

По имеющимся в литературе данным (Жадин, 1946 и др.), личинки дрейссены встречаются в планктоне с конца апреля — начала мая до октября. В течение довольно растянутого периода размножения численность личинок в планктоне значительно изменяется. По данным ряда авторов, ее численность увеличивается в июне (Карпевич, 1953; Скориков, 1903;

<sup>1</sup> В 1957 г. использовали мельничное сито № 43, что привело к потере приблизительно 50% личинок.

Фейгина, 1954; Voigt, 1915), июле (Неизвестнова-Жакина, 1924; Марковский, 1954), по данным других авторов — в июне и в августе (Zacharias, 1894) или в июле и сентябре (Бенинг, 1935).

Однако данные о развитии гонад дрейссен в Учинском водохранилище (Властов и Качанова, 1959) позволяют усомниться в возможности распространения на данный водоем известных из литературы сроков размножения моллюска.

Прижизненные пункции гонад и их гистологическое исследование в 1955—1956 гг. (Властов и Качанова, 1959), а также данные, полученные при изучении мазков гонад живых моллюсков в 1956—1957 гг.<sup>1</sup>, позволяют выделить в их развитии четыре фазы. По окончании нереста моллюсков, т. е. с момента полного освобождения гонад от половых продуктов, наступает *фаза бурного роста* молодых ооцитов и сперматоцитов и интенсивного роста фолликулярных клеток. Фаза длится до конца октября — начала ноября, переходя, в связи с понижением температуры воды, в *фазу стабильности или приостановки* роста. Фаза эта длится в течение всего подледного периода и сменяется относительно короткой *фазой возобновления роста ооцитов и сперматоцитов* в начале мая, когда температура воды превысит  $+4^{\circ}\text{C}$ <sup>2</sup>. Эта фаза переходит в *фазу зрелости гонад*, которой и соответствует период размножения дрейссен.

В 1956 г. последняя фаза наступила в начале июня (8 июня; температура воды  $12^{\circ}\text{C}$ ), в 1957 г. в связи с ранней весной зрелые яйцеклетки и активная сперма у единичных экземпляров были отмечены 20 мая, а уже 3 июня из 28 вскрытых моллюсков 95 ♀ ♀ и 70% ♂ ♂ содержали готовые к размножению половые продукты.

Однако наличие зрелых половых продуктов в гонадах еще не свидетельствует о начале размножения дрейссены. Ни в контрольных пробах, ни в пробах, бравшихся на разных глубинах над популяциями дрейссен, в этот период личинки не были обнаружены. Они появляются в планктоне спустя 3—4 недели (конец июня), когда температура воды поднимается до  $+15^{\circ}\text{C}$  (рис. 1). Численность велигеров в большинстве случаев дает небольшой пик, соответствующий началу размножения, затем уменьшается и снова увеличивается в августе, когда и достигает максимума — до 196 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Исчезают же личинки из планктона в конце октября.

Объяснение растянутости нереста дрейссены следует искать в различных сроках созревания гонад у нерестящихся впервые в данном году моллюсков. Так, осевшие в июле дрейссены к ноябрю достигают 4—6 мм (1958 г.), а осевшие в августе—сентябре зимуют, едва достигнув длины в 1—1,5 мм. Естественно, что и необходимая для созревания половых продуктов сумма тепла накапливается ими к различным срокам. Осевшие в августе личинки составляют обычно основную часть популяции дрейссен. Июльское оседание мало, и примененных методов учета оказалось недостаточно для его регистрации. Вероятно, здесь велико и значение фактора выедания. По данным научного сотрудника кафедры ихтиологии МГУ В. А. Григораш, в кишечниках личинок плотвы в конце июня находилось от 20 до 40 велигеров дрейссены. Следует думать, что плотва является не единственным потребителем личинок дрейссены.

За время работ только в 1958 г. пики численности личинок как бы менялись местами: наблюдался ярко выраженный июльский максимум

<sup>1</sup> Исследовались моллюски с длиной раковины больше 10 мм.

<sup>2</sup> Приводимые здесь средние данные по температуре в ряде случаев требуют определенной поправки, так как использовали данные стандартных измерений Учинской лаборатории, которые проводятся там же, где брали пробы планктона. Измерения температуры в местах взятия проб моллюсков не проводили.



(389,5 тыс. экз./м<sup>3</sup>) и относительно небольшое увеличение численности в августе. Такое же соотношение пиков численности наблюдал А. Л. Бенинг (1935) в Аральском море. Явление это вероятно связано с изменениями теплового баланса водохранилища.

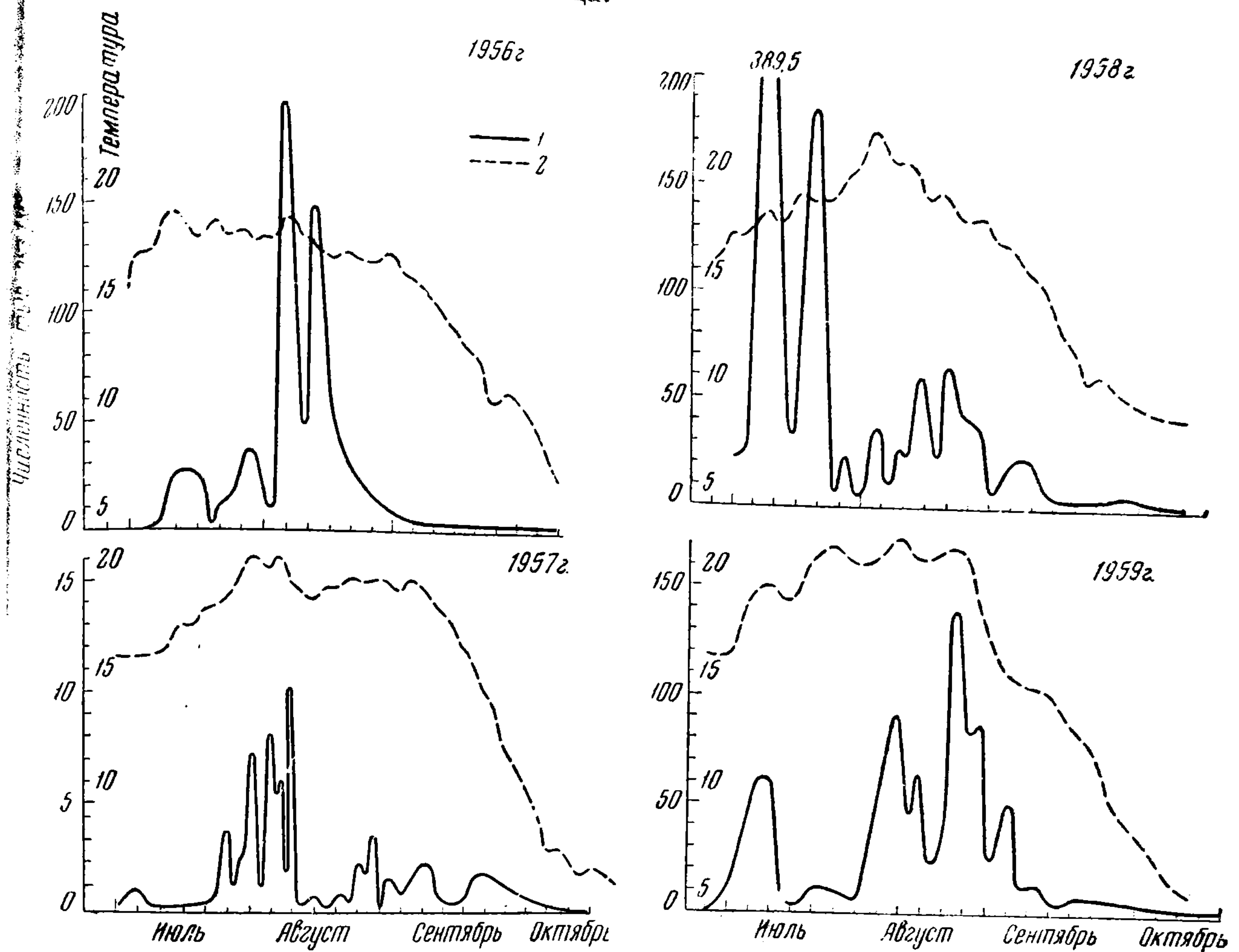


Рис. 1. Динамика численности личинок дрейссен в планктоне (1956—1959 гг.)

1 — численность личинок (тыс. экз./м<sup>3</sup>); 2 — температура воды

В сентябре при снижении температуры воды до 15° С и ниже нерест дрейссен прекращается (рис. 2) и из планктона исчезает велигер с прямым замковым краем (длина раковины 75—100 м), а вслед за ним постепенно исчезают и следующие размерные группы. Встречающиеся же до начала ноября единичные экземпляры личинок дрейссен вполне готовы к оседанию, т. е. имеют сформированную ногу и способны передвигаться по субстрату. Часть из них попадает в планктон вторично в силу изменений условий в местах их оседания (заплывание, изменение кислородного режима и др.). Это происходит в связи с частичным отмиранием мягкой растительности, на которой в августе осевшие дрейссены встречаются в огромном количестве.

Итак, осенью в конце нереста удалось получить четкую картину постепенного исчезновения из планктона различных размерных групп личинок. Однако относительно низкая температура воды, значительно замедляющая процесс развития, не позволяет по полученным данным судить о сроках развития личинок в летнем планктоне. Эти цифры можно было бы получить, построив аналогичный график начала нереста. Но мне еще ни разу не

удалось наблюдать этот процесс. Первые пробы, отмечающие наличие личинок в планктоне, содержали, наряду с только что отродившимися личинками длиной 75—100  $\mu$ , личинок на более поздних стадиях развития,

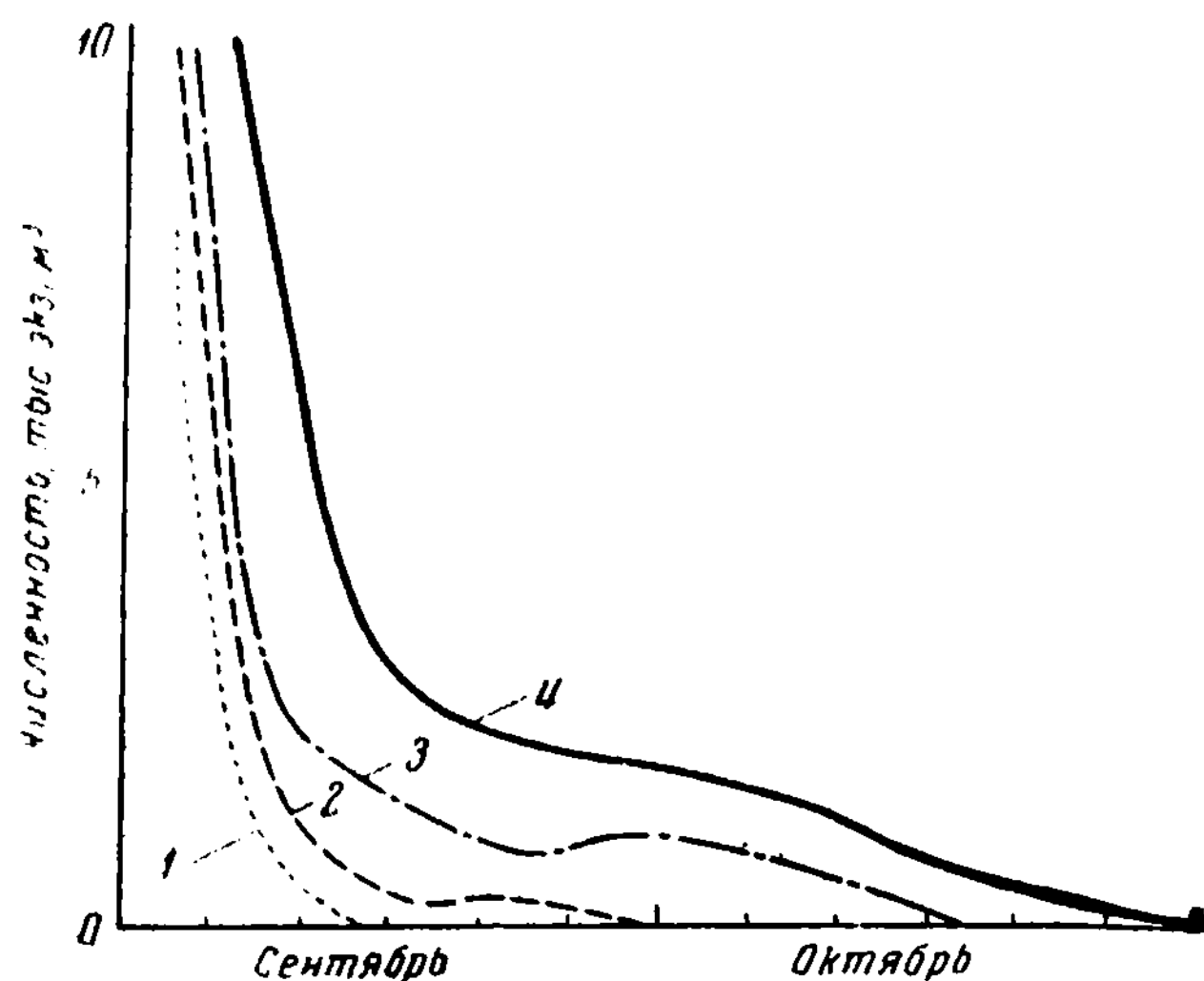


Рис. 2. Соотношение размерных групп личинок дрейссен в планктоне (осень 1959 г.)

1—76—100  $\mu$ ; 2—101—125  $\mu$ ; 3—126—150  $\mu$ ; 4—151—200  $\mu$

достигающих 200  $\mu$ , но количество первых явно преобладало. Это явление несомненно указывает на относительно короткие сроки планктонного развития личинок. По данным Е. Коршеля (Korschelt, 1891), развитие личинок дрейссен в планктоне продолжается около восьми дней. Мои

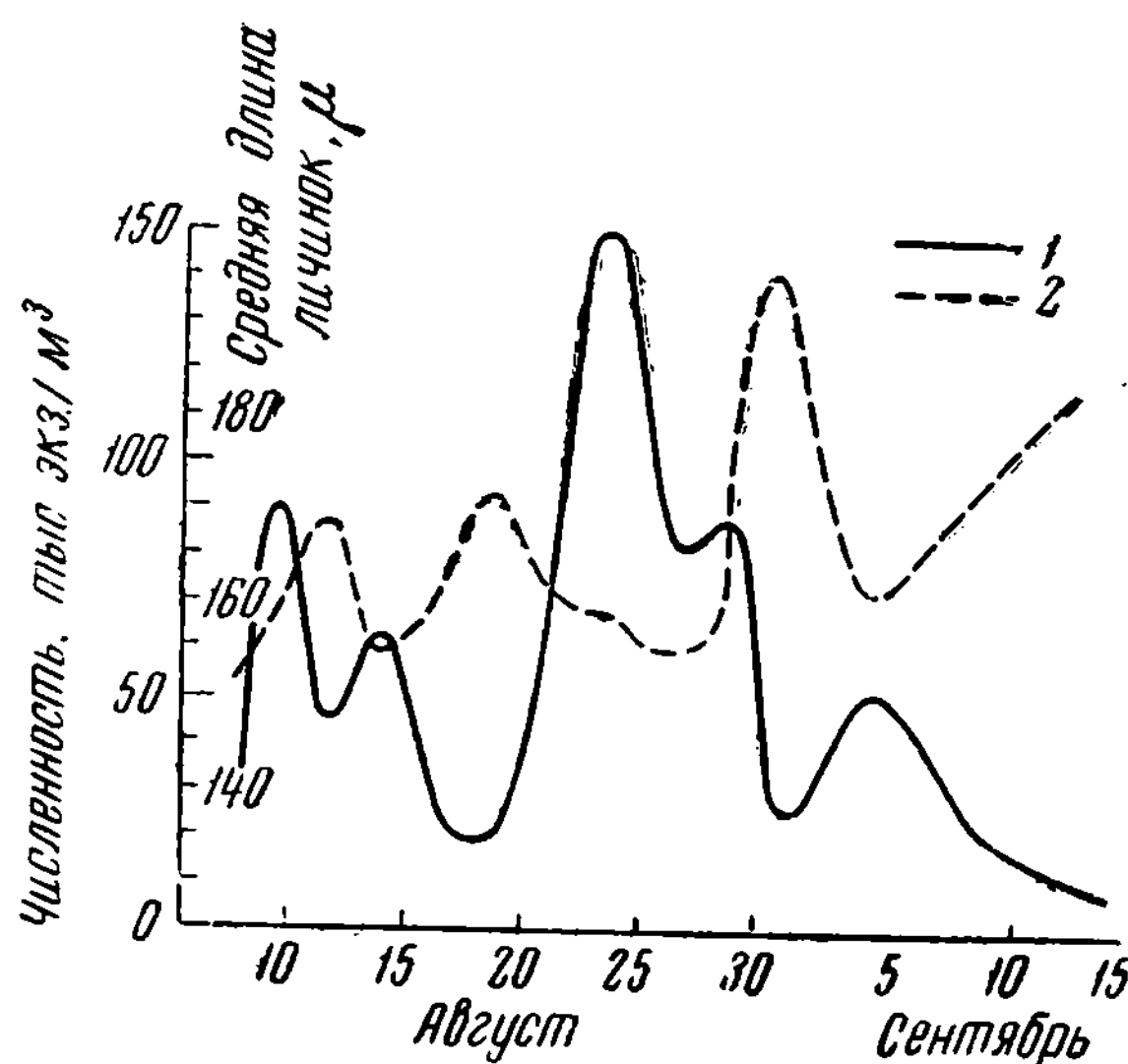


Рис. 3. Соотношение численности (1) и средней арифметической длины (2) личинок в планктоне (август — сентябрь 1959 г.)

наблюдения подтверждают эти данные. Так, массовое оседание личинок наступает всегда через 6—8 дней после их планктонного пика численности. Например, в 1959 г. оседание личинок началось 18 августа, соответствующий же планктонный пик приходился на 10 августа. Всегда

относительно большая численность личинок в планктоне, составляющая большие и малые пики, держится не более 8 дней.

Кроме того, была рассчитана средняя арифметическая величина (М) длины раковины личинок для каждой пробы и получена закономерность ладание готовых к оседанию личинок, минимумы ее соответствуют времени появления молодых личинок. Из сопоставления полученных кривых с численностью личинок дрейссен в летний период 1959 г. видно, что сроки их развития в планктоне приблизительно те же. Они зависят от температуры воды и колеблются от 6 до 10 дней. Для получения более точных сроков развития моллюска в планктоне необходимы круглосуточные наблюдения за температурным режимом в местах обитания личинок.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Б е н и н г А. Л. 1935. Материалы к составлению промысловой карты Аральского моря.— Труды Аральского отд. научно-исслед. ин-та морского рыбн. хоз-ва и океанографии, т. IV.
- В л а с т о в Б. В. и К а ч а н о в а А. А. 1959. Диагноз пола у живых дрейссен и некоторые данные по половому циклу у этого моллюска.— Зоол. журнал, т. XXXVIII, вып. 7.
- Ж а д и н В. И. 1946. Странствующая ракушка дрейссена.— Природа, № 5.
- К а р п е в и ч А. Ф. 1953. Отношение двустворчатых моллюсков Северного Каспия и Арала к изменению солености среды.— Докторская диссертация. МГУ.
- М а р к о в с к и й Ю. А. 1954. Фауна беспозвоночных низовьев рек Украины. II. Днепроовско-Бугский лиман.— Изд-во АН УССР.
- М е л ь н и к о в Г. Б. 1939. Дніпровське водосховище. VI. Зоопланктон водосховища.— Наукові записки Дніпропетровського державного Університету, т. XIII.
- Н е и з в е с т н о в а - Ж а д и н а Е. С. 1924. Зоопланктон р. Оки под г. Муромом по сборам 1919—1922 гг.— Работы Окской биол. станции, т. III, вып. 1.
- С к о р и к о в А. С. 1903. Современное распространение *Dreissena polymorpha* Pallas в России.— Труды Волжской биол. станции, т. III, вып. 2.
- Н. Ю. С о к о л о в а. 1958. Некоторые наблюдения по фауне обрастаний водоводов.— Научные доклады высшей школы, серия биол. науки, № 2.
- Н. Ю. С о к о л о в а. 1959. Новые материалы по бентосу Учинского водохранилища (по исследованиям 1950—1951 гг.).— Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. IX.
- Ф е й г и н а З. С. 1950. Проникновение дрейссены в водную систему канала пм. Москвы и способы борьбы с нею.— Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. II.
- Ф е й г и н а З. С. 1954. Борьба с биологическими обрастаниями на водопроводных сооружениях.— Городское хозяйство, № 3.
- A p s t e i n C. 1896. Das Süßwasserplankton.— Kiel und Leipzig.
- K o r s c h e l t E. 1891. Über die Entwicklung von *Dreissena polymorpha* Pallas.— Sitzungber. d. Gesellsch. naturf. Freunde, 7.
- V o i g t M. 1915. Die vertikale Verteilung des Planktons im Grossen Plöner See und ihre Beziehungen zum Gasgehalt dieses Gewässers.— Forschungsber. a. d. Biol. Station zu Plön. Bd. XII.
- Z a c h a r i a s O. 1894. Beobachtungen am Plankton des Gr. Plöner Sees.— Ibidem, Theil 2.

**В. Г. МУШЕНКО**

## **ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДОННЫХ ЖИВОТНЫХ В ГРУНТАХ ВОДОЕМОВ ДОНО-АКСАЙСКОЙ ПОЙМЫ**

*(Азово-Черноморский сельскохозяйственный институт;  
Новочеркасск)*

Для всестороннего познания зообентоса необходимо изучать его не только на единице площади — по горизонтали, но и в единице объема — по вертикали. Вертикальному распределению организмов в донных отложениях непойменных пресноводных водоемов посвящено несколько работ (Боруцкий, 1935, 1939, 1940; Кирпиченко, 1940; Черновский, 1938; Berg, 1938; Lenz, 1931 и др.).

В настоящей статье излагаются результаты посезонного изучения вертикального распределения донных животных в пойменных водоемах Доно-Аксайского займища (поймы), в которых нерестятся проходные и полупроходные рыбы и выращивается большое количество мальков. Материал собирался в 1946—1949 гг. в течение вегетационного периода через каждые две недели, а подо льдом пробы взяты 2 ноября 1946 г. и 22 февраля 1947 г. Регулярные сезонные наблюдения проводили на оз. Дерганово с 29 мая 1946 г. по 31 мая 1947 г. Кроме того, пробы брали эпизодически как на оз. Дерганово, так и на других пойменных водоемах (Матвеев ерик, озера Крестовый лиман и Рубежное).

Озеро Дерганово, площадью в 3,8 га, расположенное вблизи станции Кривянской Новочеркасского района Ростовской области, входит в систему пойменных проточных водоемов Доно-Аксайского займища, занимает его притеррасную часть и характеризуется небольшими глубинами (максимальная глубина в конце октября около 3 м), хорошей прогреваемостью и перемешиваемостью воды, наличием прибрежной надводной и погруженной растительности, различными грунтами (песчаный, глинистый, илистый песок с ракушником, песчанисто-илистый, мягкий слабо песчанистый ил и детритный ил).

Пробы грунтов для анализа преднамеренно брали в конце вегетационного периода (21 октября 1946 г.), чтобы учесть результат всех летне-осенних изменений в грунтах, а также образовавшиеся наилки. Более подробные данные о грунтах оз. Дерганово приводятся в другой работе (Мушенко, 1956).

Для сбора проб использовался видоизмененный мною фракционный дночерпатель системы лимнологической станции в Косине, при этом применялась методика Е. В. Боруцкого с той лишь разницей, что грунт пробы разрезался на слои не в воде (что было бы более правильным), а в лодке. Последнее было вызвано иным прикреплением в дночерпателе пластинок, закрывающих прорези для вставляющихся разделительных пластинок.



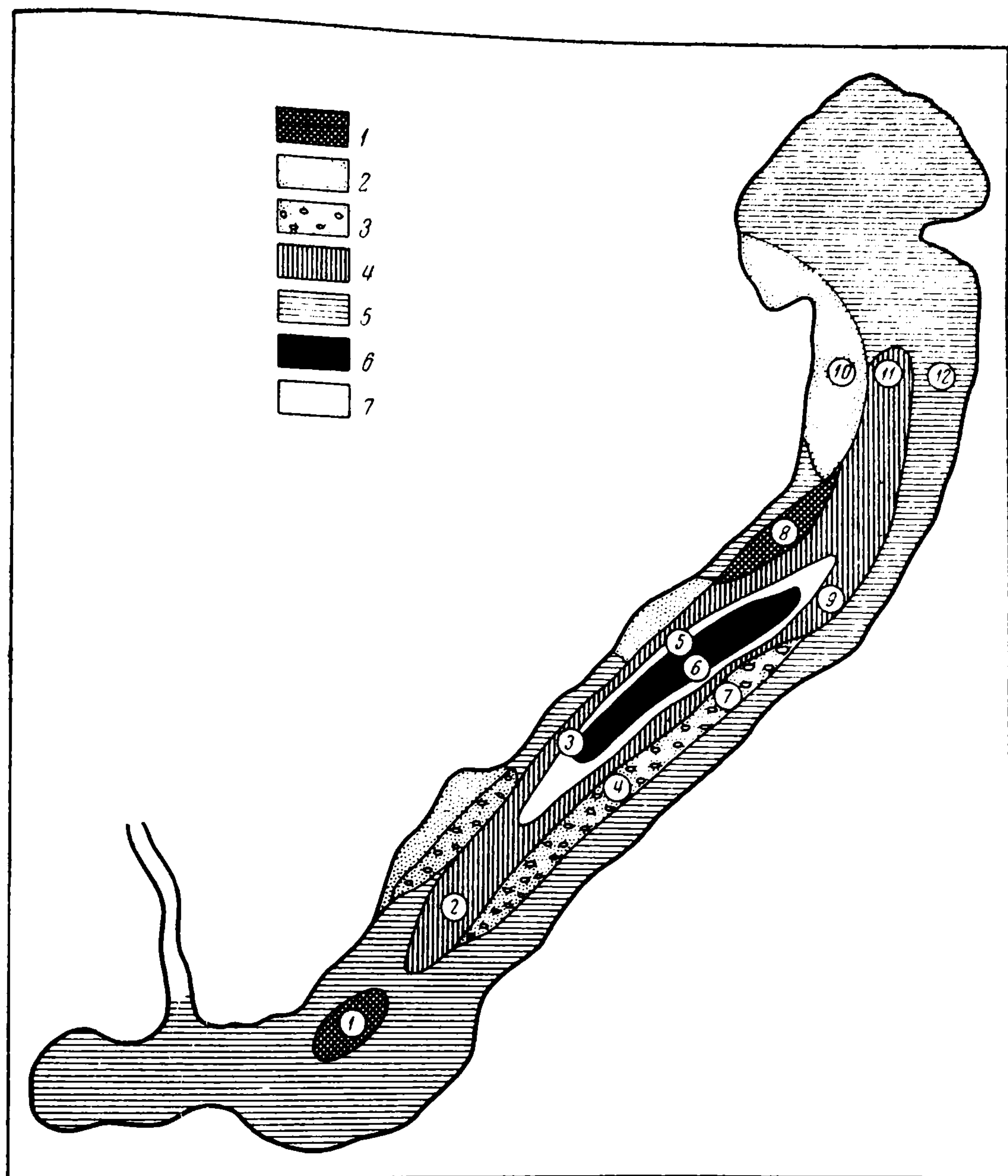


Рис. 1. Расположение грунтов и станций в оз. Дерганово

1 — глина; 2 — песок; 3 — илистый песок с ракушечником; 4 — песчанисто-илистый грунт; 5 — мягкий слабо-песчаный ил; 6 — детритный ил; 7 — переходная зона от детритного пла к песчанисто-илистому грунту; цифры в кружках — номера дночерпательных станций

Высота дночерпателя — 35 см, площадь захвата —  $1/40 \text{ м}^2$  ( $15,8 \times 15,8 \text{ см}$ ), вес — 9,33 кг; для лучшей работы на плотных грунтах по бокам дночерпателя прикреплялось по одной утяжелительной пластинке весом по 1 кг каждая. Сверху корпус дночерпателя прикрывался съемной крышкой с частыми отверстиями диаметром 5 мм, расположенной над мелкоячеистой металлической сеткой с отверстиями диаметром 0,5 мм. На расстоянии 5 см одна от другой в переднюю стенку корпуса вставлялись подвижные разделительные пластинки. Прорезы для них закрывались узкими металлическими пластинками, прижимающимися к стенке корпуса винтами. При одном повороте отверткой винта пластинки падали вниз, в поставленный таз. На разрезание монолита требовалось 1—2 мин.



Дночерпатель, несмотря на свой довольно большой вес, все же не брал более 5 см верхнего слоя (одно деление) на глинистом грунте, на песке и илистом песке с ракушником. Поэтому для изучения сезонного вертикального распределения бентических организмов можно было использовать лишь те станции, на которых дночерпатель брал более одного деления и притом на протяжении всего периода годичного исследования. Этому требованию отвечали станции 3, 5, 6 с мягким детритным илом и станции 9 и 11 с песчанисто-илистым грунтом. На всех этих станциях дночерпатель погружался на 15 см (три деления). На станции 2 дночерпатель не всегда приносил пробы больше двух делений, но и этот материал был использован.

Для выявления закономерностей сезонных изменений в вертикальном распределении зообентоса пробы обрабатывались посезонно. Данные, полученные для животных, встречающихся в разных делениях дночерпательных проб, сведены в табл. 1.

Личинки *Chaoborus* (= *Corethra*) встречались хотя и в большом количестве в пробах, взятых на детритных илах, но их проникновение в ил глубже 5 см (до 10 см) зарегистрировано лишь несколько раз осенью. Полученные данные совпадают с данными А. А. Черновского (1938), который отмечает, что в озерах окрестностей Ленинграда «граница проникновения в ил *Corethra* ни разу не была ниже 12 см». Однако, по данным Е. В. Боруцкого (1940), в подмосковных озерах (Белое и Большое Медвежье) *Chaoborus* проникает в грунт на глубину до 30—40 см.

Широко распространенные по всем биотопам озера моллюски размещались в верхнем (5 см) слое грунта. Если они единично и встречались во втором делении дночерпателя (в слое от 5 до 10 см), то, очевидно, попадали туда из верхних слоев путем заноса чашками или стенками дночерпателя. Это явление могло наблюдаться и для других групп животных.

При составлении общей сводной табл. 1, рисующей картину сезонной динамики донных организмов в вертикальном направлении, использовались данные не по общей биомассе исследуемых организмов, а их средний индивидуальный вес.

Из анализа данных табл. 1 вытекают следующие выводы.

Глубина проникновения в донные отложения рассматриваемых групп организмов находится в прямой зависимости от индивидуального веса и размеров животных, а их количество — в обратной зависимости от глубины. В течение всех сезонов малощетинковые черви встречаются в верхнем 5-сантиметровом слое детритного ила (станции 3, 5, 6) в большем количестве, чем в том же слое песчанисто-илистого грунта (станции 2, 9, 11). Кроме того, в детритном иле малощетинковых червей нет в слое от 10 до 15 см. Однако в мягкий песчанистый ил оз. Дерганово (табл. 2), песчанисто-илистый грунт оз. Рубежного и в мягкий черно-серый ил Матвеева ерика они в значительном количестве проникают на глубину до 25 см (табл. 3). Следовательно, их вертикальное распределение зависит от свойств грунта, при этом на одних и тех же грунтах различных водоемов оно не одинаково.

Сезонная смена явлений в природе определяет посезонную смену закономерностей вертикального распределения организмов. Так, например, рассматриваемые группы животных в наименьшем проценте встречаются в верхнем слое летом. Осеннее увеличение их количества в этом слое обуславливается вылетом хирономид и гелеид и нарождением молодых личинок, концентрирующихся в верхних слоях грунта. Увеличение количества малощетинковых червей также объясняется появлением в большом количестве их молоди в начале осени.

Т а б л и ц а 2

Вертикальное распределение зообентоса в мягком песчанистом иле озера  
Дерганово 12.X 1946 г. (глубина 0,5 м)

Глубина слоев грунта, см	Количество организмов				Средний вес 1 экз., мг
	экз./м²	%	г/м²	%	
Chironomidae					
0—5	960	72	2,4	44	2,5
5—10	180	14	0,7	12	3,6
10—15	153	11	1,3	25	8,7
15—20	33	3	1,0	19	30,8
20—25	Нет	Нет	Нет	Нет	—
Всего . .	1326	100	5,4	100	—
Oligochaeta					
0—5	3053	50	5,1	9	1,7
5—10	1673	28	8,0	14	4,8
10—15	913	15	24,1	42	26,5
15—20	366	6	13,2	24	35,8
20—25	80	1	6,2	11	77,1
Всего . .	6085	100	56,5	100	—
Heleidae					
0—5	360	59	0,4	51	1,1
5—10	213	35	0,3	34	1,2
10—15	40	6	0,1	15	2,9
15—20	Нет	—	—	—	—
20—25	Нет	—	—	—	—
Всего . .	613	100	0,78	100	—
Другие группы организмов					
0—5	193	69	5,3	79	—
5—10	40	14	0,3	4	—
10—15	26	10	0,5	8	—
15—20	20	7	0,6	9	—
20—25	Нет	—	—	—	—
Всего . .	279	100	6,7	100	—
Общие численность и биомасса организмов					
0—5	4566	55	12,7	19	—
5—10	2106	25	9,2	13	—
10—15	1132	14	26,1	38	—
15—20	420	5	14,9	21	—
20—25	80	1	6,2	9	—
Всего . .	8304	100	69,1	100	—



Концентрация организмов в верхних слоях грунтов зимой и полное отсутствие их во всех пробах в третьем слое (ниже 10 см), а во многих пробах и во втором (5—10 см) в конце февраля, по-видимому, связаны с уменьшением кислорода в воде и особенно в глубине грунтов. Количество растворенного в воде кислорода у дна (подо льдом) было 22 февраля на всех станциях от 0,00 до 1,18 мг/л. В пробах станций 1, 10 и 12, где отсутствовал в воде растворенный кислород, организмов не было, на станции 11 (0,25 мл  $O_2$  л) их почти не было. В пробах станций 9, 3 и 5 ( $O_2$  — 0,59 мг/л) животные были только в первом (верхнем) слое грунта (0—5 см). И лишь на станции 6, где было наибольшее количество кислорода (1,18 мг/л), организмы обнаружены и во втором слое грунта, причем в пробах оказались формы различной систематической и экологической принадлежности, мигрировавшие сюда из других биотопов, очевидно, в поисках лучших кислородных условий.

Весной, в апреле, процент личинок хирономид и гелеид в верхнем слое уменьшается, а во втором увеличивается. Хирономиды спускаются и в третий слой, на глубину 15 см. То же самое отмечено и для малощетинковых червей, особенно на станциях 9 и 11. Из табл. 1 можно заключить, что в апреле наиболее крупные экземпляры хирономид концентрируются в третьем слое, а гелеид — во втором слое. Однако это неверно. Дело в том, что наиболее крупные личинки хирономид (с пояском) и личинки гелеид весной держатся в самом верхнем слое грунта. Но этот факт маскируется большим количеством молодежи хирономид и гелеид, которая при выведении средних весов снижает вес крупных экземпляров. Также и заметное увеличение в весе подросших летних форм малощетинковых червей маскирует появление их мелких особей в верхних слоях грунтов осенью.

Резкое снижение в мае 1947 г. среднего веса одного экземпляра хирономид и гелеид, исчезновение их из нижнего (третьего) слоя и увеличение в первом слое, очевидно, объясняется тем, что все крупные личинки насекомых окуклились и вылетели, выбыв, таким образом, из самых глубоких слоев, а народившиеся молодые личинки разместились исключительно в верхних слоях, отчего здесь и увеличился их процент. В дальнейшем (летом) все три группы организмов, по мере их роста, глубже опускаются в грунт, количественно уменьшаясь в верхних слоях.

Численность организмов в верхнем слое в определенной степени сказывается на их численности в нижнем слое. Так, например, в верхнем слое пробы станции 3 было 4 личинки *Procladius*, а во втором слое — 2; на таком же грунте в пробе станции 6 в верхнем слое было 11 личинок *Procladius*, а во втором слое — 4. *Psectrocladius psilopterus* в верхнем слое пробы станции 12 еще больше — 18 экз; больше их и во втором — 10 экз. Эта же зависимость относится и к другим группам донных организмов.

В послойном же распределении биомассы наблюдается своеобразная особенность. Из табл. 2 видно, что биомасса как общая, так и отдельных групп донных животных не уменьшается с глубиной слоев так же, как это наблюдается с количеством организмов. Оказывается, что общая наибольшая биомасса, находится не в первом, а в третьем слое, на глубине 15 см. И даже общая биомасса четвертого слоя (на глубине 20 см) превышает биомассу первого слоя; биомасса олигохет на глубине 25 см (пятый слой) также больше, чем в первом слое. Это объясняется тем, что в более глубоких слоях находятся крупные экземпляры с большим индивидуальным весом.

Таким образом, все рассмотренные группы организмов обладают способностью проникать в грунт до глубины 20 см, а малощетинковые черви — до 25 см. Е. А. Яблонской (1947) личинки *Procladius* были найдены на

глубине 35 см, а Е. В. Боруцкий (1940) отмечает, что личинки *Chironomus plumosus* и некоторых других бентических организмов подмосковных озер проникают на глубину 40 см. Что же заставляет животных так глубоко проникать в грунт и чем определяются особенности вертикального распределения разных видов?

А. А. Черновский (1938, стр. 1047) пишет: «Я попытался сопоставить глубину положений максимума с величиной личинок, но не мог найти различий в стратификации для личинок разных размеров. Вероятно, отличия могут быть вскрыты, если они есть, на большом материале, собранном в одном месте и одновременно».

Вышеприведенные данные позволяют утверждать, что способность организмов зарываться в грунт на большую глубину присуща преимущественно особям более крупных размеров, но крайней мере это очевидно для хирономид, тееид и олигохет. Чем крупнее особи, тем в большей мере они могут преодолевать механическое препятствие грунтов и глубже проникать в толщу донных отложений. Эта особенность позволяет крупным (взрослым) животным избегать их выедания рыбами. По наблюдениям С. В. Суетова (1937, 1939), некоторые рыбы могут проникать в грунт в поисках пищи до 30 см. Мелкие же хирономиды, черви и другие организмы, как формы, трудно выбираемые из грунта, в значительной части остаются несъеденными и в верхних слоях грунта.

Если подходить с этой точки зрения к явлениям вертикального распределения зообентоса в грунтах, то становится ясно, почему, скажем, мелкие малощетинковые черви (*Tubifex*) располагаются в верхнем слое грунтов, а крупные (*Ciriodrilus lacuum*) — зарываются на глубину 25 см и больше.

Возможно, что наименьший процент организмов летом в верхних слоях грунтов зависит от усиленного поедания зообентоса рыбами после нереста, а осенне-зимнее увеличение процента бентических животных в верхних слоях обуславливается, помимо других причин (см. выше), ослабленной активностью рыб.

Некоторые исследователи склонны объяснять пребывание бентических организмов в верхних слоях грунтов недостатком кислорода в придонных слоях воды (Кирпиченко, 1940). Если это, может быть, верно для зимнего периода, то почему же летом, когда кислорода в придонных слоях воды меньше, бентические организмы в меньшем количестве обитают в верхних слоях, а осенью, когда кислорода больше в придонных слоях, бентических организмов меньше на глубине и больше в верхних слоях? (По данным анализов, в придонных слоях воды оз. Дерганово на станциях 6, 2, 11 количество кислорода в июле 1946 г. колебалось от 2,5 до 3,4 мг/л, а в октябре того же года на тех же станциях кислорода было в придонных слоях воды больше: от 5,2 до 8,3 мг/л).

А. С. Константинов (1953) проделал опыты, показывающие прямую связь между передвижением личинок *Chironomus dorsalis* в верхние слои грунта и недостатком кислорода в воде. Однако этот автор ставил опыты только с одной личинкой и в грунте толщиной лишь в 2 см. Понятно, что это мало соответствует природным условиям. Да и сам А. С. Константинов в другой работе (1953а) пишет: «В прудах с менее благоприятным кислородным режимом (№ 24 и 25) бентос в меньшей мере приурочен к верхним горизонтам грунта, чем в прудах с лучшим кислородным режимом (№ 21 и 22). Более вероятно, что приуроченность максимума организмов к самому поверхностному слою связана с большей плотностью грунта и, что еще важнее, с бедностью органических веществ».

Бентические организмы могут мигрировать в нижние слои грунтов, вероятно, и в поисках пищи, разрежая тем самым более плотно населен-

ные верхние слои. Не случайно их тем больше в нижних слоях грунта, чем больше в верхних. Но почему же такие хищные личинки, как *Procladius* и *Cryptochironomus defectus*, зарываются глубоко в грунт (до 15—35 см), когда пищи для них больше в поверхностных горизонтах, а такие личинки, как *Chaoborus*, ночью выходят из ила в воду (Дексбах, 1939)? И почему многие донные организмы совсем не зарываются в грунт или зарываются неглубоко? Такие личинки, как *Ablabesmyia lentiginosa*, *Limnochironomus tritonus*, *L. peruvius* и другие, мною ни разу не были встречены глубже первого слоя (5 см) в различные сезоны, на различных грунтах и в разных водоемах.

Из сказанного видно, что вертикальные миграции организмов в толще донных отложений нельзя объяснить одной или несколькими причинами. Они зависят от сложного комплекса исторически сложившихся биотических и абиотических факторов. Сюда входят размножение, рост и развитие, условия питания и дыхания, способы защиты и нападения, особенности грунтов с их разной плотностью и проч. Исходя из общебиологического положения о том, что приспособительные особенности организмов есть результат их исторического развития, можно сказать, что и способность бентических организмов зарываться в грунт на ту или иную глубину есть их видовая биологическая особенность, выработанная в процессе эволюции как одно из приспособлений к существованию в различные сезоны года. В этой связи представляет интерес дальнейшее разграничение личинок родов семейства хирономид или групп видов на отдельные виды и изучение их экологии.

Организм и его условия существования едины. Поскольку водоемы отличаются один от другого по ряду признаков, постольку и закономерности вертикального распределения бентических организмов разных водоемов могут иметь свои особенности. Однако «отдельное не существует иначе, как в той связи, которая ведет к общему» (В. И. Ленин. Соч., изд. 3, т. XIII, стр. 302—303). Это общее для ряда личинок хирономид уже выявляется. Известно, что *Chironomus plumosus* проникает глубоко в донные отложения в Голштинских озерах (Lenz, 1931), озерах Дании (Berg, 1938) и окрестностей Ленинграда (Черновский, 1938), в озерах Подмосковья (Боруцкий, 1940) и Доно-Аксайской поймы. Это же можно твердо сказать и о *Procladius*, *Cryptochironomus defectus*, *Stictochironomus histrio* из озер последних трех районов.

Возможно, что описанные общие закономерности сезонных изменений в вертикальном распределении основных групп бентических животных в слоях грунтов водоемов Доно-Аксайской поймы будут выявлены, при соответствующей методике исследования, и в других географических зонах; при этом могут быть и местные особенности.

В заключение приведу данные по глубине проникновения в грунт отдельных форм зообентоса (табл. 3).

## ВЫВОДЫ

1. Способностью проникать в слои грунтов на разные глубины обладают довольно много видов донных животных. Отдельные их формы встречаются на глубине до 25 см.

2. Эта способность зависит от индивидуального веса и размеров животных. Чем крупнее особи, тем глубже они проникают в толщу донных отложений.

3. Количество организмов с увеличением глубины уменьшается, а средний вес одного экземпляра увеличивается.

Т а б л и ц а 3  
Глубина проникновения отдельных форм зообентоса в грунты озер Дерганово, Рубежного, Крестового лимана и Матвеева ерика \*

Организм	Слой грунта, см
<i>Cricotopus</i> ex gr. <i>algarum</i> Kieff. . . . . <i>Cryptochironomus</i> ex gr. <i>viridulus</i> F. . . . . <i>Endochironomus</i> ex gr. <i>signaticornis</i> Kieff. <i>E.</i> ex gr. <i>tendens</i> F. . . . . <i>Glyptotendipes</i> ex gr. <i>griepkoveni</i> Kieff. <i>G.</i> ex gr. <i>polytomus</i> Kieff. . . . . <i>Polypedillum</i> ex gr. <i>convictum</i> Walk. . . . . <i>P.</i> ex gr. <i>nubeculosum</i> Mg. . . . . <i>Psectrocladius</i> ex gr. <i>psilopterus</i> Kieff. . . . . <i>Bezzia</i> Kieff. . . . . <i>Chaoborus</i> <i>crystallinus</i> De Geer . . . . . <i>Chrysops</i> sp. . . . . <i>Tubifex</i> sp. . . . .	5—10
<i>Anatopynia</i> sp. ( <i>Macropelopia</i> ) . . . . . <i>Microtendipes</i> ex gr. <i>chloris</i> Mg. . . . . <i>Pelopia</i> sp. . . . . <i>Sergentia</i> ex gr. <i>longiventris</i> Kieff. . . . . <i>Tabanus</i> sp. . . . . <i>Ilyodrilus</i> sp. . . . . <i>Hemopis</i> <i>sanguisuga</i> L. . . . .	10—15
<i>Chironomus</i> f. l. <i>thummi</i> Kieff. . . . . <i>Clinotanypus</i> <i>nervosus</i> Mg. . . . . <i>Cryptochironomus</i> ex gr. <i>defectus</i> Kieff. <i>Stictochironomus</i> ex gr. <i>histrio</i> F. . . . . <i>Procladius</i> Scuze . . . . . <i>Culicoides</i> sp. . . . . <i>Donacia</i> sp. . . . . <i>Limnodrilus</i> sp. . . . .	15—20
<i>Chironomus</i> f. l. <i>plumosus</i> L. . . . . <i>Ch.</i> f. l. <i>semireductus</i> Lenz . . . . . <i>Criodrilus</i> <i>lacuum</i> Hoffmeister . . . . .	20—25

\* В таблицу включены только те организмы, которые проникали глубже 5 см и встречались в грунтах на указанных в таблице глубинах больше одного раза. Названия личинок хирономид приводятся по А. А. Черновскому (1949).

4. Численность организмов в нижних слоях грунтов находится в прямой зависимости от их численности в верхних слоях.

5. Вертикальное распределение отдельных групп зообентоса зависит от характера грунтов. На разных грунтах одного и того же водоема оно различно.



6. В послойном распределении биомассы, как общей, так и отдельных систематических групп зообентоса, имеются своеобразные особенности. Общая наибольшая биомасса находится не в первом слое, на глубине 5 см, а в третьем — на глубине 15 см; общая биомасса на глубине 20 см больше биомассы верхнего слоя, а биомасса олигохет даже на глубине 25 см больше, чем в верхнем (первом) слое.

7. В годичном цикле вертикальных миграций донных животных наблюдается определенная сезонность. Наибольшее количество личинок хирономид, гелеид и олигохет концентрируется в верхних слоях грунтов зимой. Весной народившиеся молодые организмы по мере их роста опускаются глубже в грунт и летом находятся в наименьшем проценте в верхних слоях грунтов. Осенью процент их в верхних слоях увеличивается и становится наибольшим в конце февраля.

8. Способность бентических организмов зарываться в грунт на ту или иную глубину есть их видовая биологическая особенность, выработанная в процессе эволюции как одно из приспособлений к условиям существования в разные сезоны года.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Б о р у ц к и й Е. В. 1935. Вертикальное распределение бентоса в толще озерных отложений и значение этого фактора в оценке кормности водоема. — Труды лимнол. станции в Косине, вып. 20.
- Б о р у ц к и й Е. В. 1939. Динамика биомассы *Ch. plumosus* профундали Белого озера. — Труды лимнол. станции в Косине, вып. 22.
- Б о р у ц к и й Е. В. 1940. Вертикальное распределение биомассы бентоса в иловых отложениях в некоторых подмосковных озерах. — Зоол. журнал, т. XIX, вып. 2.
- К е к с б а х Н. К. 1939. Вертикальное распределение макробентоса в толще иловых отложений некоторых подмосковных водоемов (озер, прудов и заводей рек). — Бюллетень Моск. об-ва испытателей природы, т. XVIII, вып. 4.
- К и р п и ч е н к о М. Я. 1940. Донное животное население поемных водоемов р. Днепра — Цыганское и Подборное. — Труды гидробиол. станции АН УССР, 19.
- К о н с т а н т и н о в А. С. 1953. О разведении личинок хирономид для целей рыбоводства. — Труды Саратовск. отд. Касп. филиала Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии.
- К о н с т а н т и н о в А. С. 1953а. Некоторые итоги комплексного рыбохозяйственного обследования выростных прудов Тепловского рыбопитомника. — Труды Саратовск. отд. Касп. филиала Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии.
- М у ш е н к о В. Г. 1956. Влияние весенних паводковых течений на формирование грунтов и зообентоса пойменного озера. — Сборник научно-исслед. работ Азово-Черноморского с.-х. ин-та (Новочеркасск).
- С у е т о в С. В. 1937. К познанию рыбной продуктивности водоемов. Сообщение VI. Плотность популяции *Chironomus plumosus* и степень использования его как корма зеркальным карпам. — Труды Лимнол. станции в Косине, вып. 21.
- С у е т о в С. В. К познанию рыбной продуктивности водоемов. Сообщение VIII. Значение иловой толщи в использовании естественного корма рыбами. — Труды лимнол. станции в Косине, вып. 22.
- Ч е р н о в с к и й А. А. 1938. Вертикальное распределение животных в толще ила некоторых озер окрестностей Ленинграда. — Зоол. журнал, т. XVII, вып. 6.
- Ч е р н о в с к и й А. А. 1949. Определитель личинок комаров сем. Tendipedidae. М., Изд-во АН СССР.
- Я б л о н с к а я Е. А. 1947. Определение продукции личинок *Chironomus plumosus*. — Канд. диссертация. Моск. ун-т.
- B e r g K. 1938. Studies on the Bottom Animals of Esrom Lake. — Mem. Acad. Roy. sci. et Lett., Danemark Copenhagen, Sect. Sc., Ser. 9, t. VIII.
- L e n z F. 1934. Untersuchungen über die Verticalverteilungen der Bodenfauna im Tiefsediment von Seen. Verh. d. Intern. — Ver. theor. u. angew. Limnol., Bd. V.

**Н. Ю. СОКОЛОВА**

## **К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ДОННОЙ ФАУНЫ МОЖАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

*(Предварительное сообщение)*

*(Кафедра зоологии беспозвоночных МГУ; Москва)*

Новое подмосковное Можайское водохранилище было создано для улучшения водоснабжения Москвы и возникло при подпоре Москвы-реки плотинной у деревни Марфин Брод в пяти километрах выше г. Можайска. В отличие от обычной системы подачи воды на очистные сооружения через открытые и закрытые трубопроводы вода из Можайского водохранилища поступает в реку и уже естественным водотоком идет к Москве. Заполнение водохранилища началось 7 января 1960 г., когда река была еще подо льдом, но основной подъем уровня воды был произведен в конце апреля во время весеннего паводка. В 1960 г. уровень его не достиг проектной отметки на 4,5 м. В течение всего летнего периода уровень поддерживался почти постоянным.

Можайское водохранилище сильно вытянуто в длину. По продольной оси оно имеет протяженность около 30 км, тогда как в наибольшем поперечнике едва достигает 3 км, преимущественная же ширина — меньше 1 км, а в верховье около 100 м. В верховье водохранилища вследствие слабого наклона дна существуют условия, близкие к речным (проточность, малые глубины и значительный прогрев, хорошие кислородные условия), в низовье ближе к плотине наклон дна довольно велик, и глубина в зоне бывшего русла реки в 1960 г. достигала 15—16 м. Здесь наблюдались длительная стратификация температуры, низкая температура у дна и дефицит кислорода в гиполимнионе.

Изучение донной фауны Можайского водохранилища проводилось одновременно с исследованиями гидрохимического режима водоема, изучением его фито- и зоопланктона и ихтиофауны. Работы производились кафедрой зоологии беспозвоночных МГУ совместно с Учинской лабораторией Мосводопровода и кафедрой ихтиологии МГУ на базе Можайского гидроузла Мосводопровода. Настоящая статья является предварительным итогом проведенных исследований донной фауны Можайского водохранилища в первый год его существования.

Взятие проб бентоса было начато вскоре после освобождения водохранилища ото льда в конце апреля. Пробы брали дночерпателем Петерсена с площадью захвата в  $1/40$  м<sup>2</sup>, по две пробы на каждой станции, грунт промывали через мельничное сито № 23, а животных выбирали и сортировали по группам. Определение и взвешивание организмов по видам производили в лаборатории. Личинки хирономид были обработаны мною и частично Т. А. Кореновой, остальные группы — А. А. Качановой. Определение видового состава хирономид по имаго и идентификация



видов по трем фазам метаморфоза были проведены Н. С. Калугиной. Всего было собрано и обработано 160 количественных проб бентоса.

Стационарные наблюдения над формированием донной фауны проводили в первой половине лета на двух постоянных створах один из которых был примерно в 1 км, второй — в 6 км от плотины у Красновидова. В конце июня в течение недели была проведена общая съемка донной фауны по всему водохранилищу, с июля брали пробы и в верховье водохранилища. Между взятием проб, как правило, выдерживался двухнедельный интервал. Местоположение станций на постоянных створах было отмечено буйками.

Первые пробы бентоса были взяты 26 апреля на створе близ плотины. Водная фауна в виде личинок хирономид (*Cryptochironomus iridmanae* Tschern., *Cr. ex gr. vulneratus* Kieff., *Stictochironomus ex gr. histrio* F.) и гелеид была обнаружена только в бывшем русле Москвы-реки. Средняя биомасса фауны в бывшем русле на этом створе была 1,53 г/м<sup>2</sup>. На остальных станциях в залитой пойме были найдены представители почвенной фауны — энхитреиды и трипсы. В пробах от 7 мая оказались дождевые черви (*Allolobophora caliginosa* (Sav.), *Eisenia rosea* (Sav.)), которые и в дальнейшем были основными компонентами донной фауны. Наибольшая биомасса червей была встречена на створе у Красновидова и составляла 81,6 г/м<sup>2</sup> (в пробах от 8 июня), а в среднем за период от 7 мая по 30 июня была в пределах от 0,51 до 15,49 г/м<sup>2</sup>. Первичноводная фауна в течение всего периода исследований была сосредоточена в основном или в бывшем русле реки, или в непосредственной к нему близости. В первую половину лета состав фауны, населяющей русло, был как качественно, так и количественно богат. Здесь встречалось несколько видов сферид, униониды, различные брюхоногие моллюски (преобладала *Valvata piscinalis*), олигохеты (преимущественно тубифициды), личинки стрекоз, жуков и других насекомых, пиявки. За счет крупных моллюсков и большого количества сферид биомасса бентоса в некоторых местах была более 1 кг/м<sup>2</sup>. Впрочем, не во всех участках русла имелось значительное скопление фауны. Иногда, преимущественно в центре бывшего русла, приходилось по нескольку раз опускать дночерпатель и извлекать его пустым. Следовательно, и в бывшем русле фауна распределена неравномерно, концентрируясь в каких-то участках побережья реки, где еще сохранились остатки прошлогодних, уже почерневших, макрофитов (в основном камыша).

Хирономид в течение всего мая и июня на стационарных створах было очень мало. В основном они были представлены реофилами — *Tanytarsus ex gr. exiguus* Joh., *Paratendipes ex gr. albimanus* Mg., *Microsepectra curvicornis* Tschern., *Cryptochironomus ex gr. vulneratus* Kieff., *Tendipedini* gen.? *l. pectinidens* Tschern. и др., но и они были очень немногочисленными. Так, например, средняя численность личинок хирономид на первом от плотины створе составляла в мае 100 экз./м<sup>2</sup>, в начале июня — 200 экз./м<sup>2</sup>, а соответствующая биомасса — 0,4 и 0,2 г/м<sup>2</sup>. Из мотылей (род *Chironomus*) встречался один вид *Chironomus obtusidens* Goet., видимо абориген участка реки в данном районе. Во всяком случае при обследовании в 1959 г. Москвы-реки на месте будущего водохранилища в старице близ Красновидова были встречены личинки рода *Chironomus* лишь этого вида.

Распределение донной фауны в первую половину лета было очень неравномерным. Большая часть залитой поймы или не была заселена вообще, или донная фауна была представлена главным образом дождевыми червями. Последние встречались до середины июля, причем в это время



уже попадались лишь единичные коконы дождевых червей, а взрослые особи отсутствовали.

С конца июня происходит коренное изменение в населении дна. Вследствие бурного разложения затопленной наземной растительности при отсутствии перемешивания наблюдается резкое уменьшение количества кислорода в придонных слоях — уже с глубины 6 м он практически отсутствует. Почвенная фауна вымирает, а на небольших глубинах побережья подрастает генерация мотылей этого года (*Chironomus plumosus* L., *Ch. cingulatus* Staeg., *Camptochironomus tentans* F.).

Москва-река в районе будущего водохранилища была очень бедна пойменными водоемами. Единственным водоемом, в котором обитали хирономиды указанных видов, являлось озеро в верховье водохранилища, близ деревни Мышкино. Оно, видимо, и послужило источником заселения водохранилища данными мотылями (эти виды в озере являются массовыми).

С 23 по 30 июня была проведена съемка донной фауны всего Можайского водохранилища. Пробы брали по створам, на равных расстояниях одну от другой, поперек водоема и в промежутке 2—3 км между соседними створами. Всего во время съемки было сделано 43 станции.

Распределение и развитие донной фауны оказались неравномерными и вдоль водохранилища. В самом верховье водохранилища, у его истоков, сохранились еще речные условия. Фауна здесь небогата количественно, но разнообразна качественно — в пробах были встречены олигохеты, моллюски, разнообразные хирономиды, в том числе реофильные, и другие насекомые. Наибольшего количества в конце июня донная фауна достигла несколько ниже, в 5 км от верховья водохранилища, на створе Глазово — Крылатки. Этот участок водохранилища характеризуется малыми глубинами (преобладают глубины около 1,5 м). На большом пространстве водоем здесь зарос кубышкой, земноводной гречихой, блестящим рдестом. Малые глубины, прогрев воды и дна, хорошие кислородные условия при наличии обильной пищи в виде бактерий и детрита, а также уменьшение скорости течения (на этом участке водохранилища вода из сравнительно узких, почти еще речных, берегов выходит на широкие просторы залитой поймы) — все это создает исключительно благоприятные условия для развития личинок хирономид, в частности пионеров заселения новых площадей — личинок рода *Chironomus*. Биомасса личинок хирономид на указанном створе в конце июня была в среднем 15 г/м<sup>2</sup>, тогда как на других участках залитой поймы она не превышала 6—7 г/м<sup>2</sup>. Преобладают все те же три вида мотылей — *Ch. plumosus*, *Ch. cingulatus*, *Camptochironomus tentans*. В сравнительно близко расположенном к Можайскому Учинском водохранилище виды *Ch. plumosus* и *Ch. tentans*, живущие в литорали и сублиторали, имеют две генерации в год, и первый массовый вылет их происходит в конце мая. Надо думать, что и мотыли Можайского водохранилища вылетели из местных водоемов в аналогичное время, а к концу июня наблюдался уже массовый вылет первого поколения. Видимо, данные виды в условиях большого прогрева дна, обильного питания при достаточном содержании кислорода (плохие кислородные условия замедляют развитие) имели в верховье водохранилища три генерации за год. На следующем створе, у деревни Гаретово, расположенном в 3 км от предыдущего, и на всех нижележащих станциях такой вспышки развития мотылей в период проведения съемки отмечено не было. Биомасса личинок хирономид на створе близ деревни Гаретово составляла в среднем менее 1 г/м<sup>2</sup>. В начале августа она увеличилась до 2—3 г/м<sup>2</sup>, а в конце августа достигла уже 57 г/м<sup>2</sup>.



Результаты съемки донной фауны подтвердили наблюдения на стационарных створах — везде первичноводные организмы концентрировались в бывшем русле реки. Что касается видового разнообразия, то к концу июня уже выпало много форм из состава фауны. Из личинок хирономид, если не считать верхнего, речного участка водохранилища, не были встречены *Micropsectra curvicornis*, *Tanytarsus* ex gr. *exiguus*, *Paratendipes* ex gr. *albimanus*, *Polypedilum breviantennatum* Tschern., *Stictochironomus* ex gr. *histrion*, *Cryptochironomus fridmanae*, *Pelopia punctipennis* Mg., которые были в пробах в начале лета. Такие формы хирономид, как *Cryptochironomus demeijerei* Krus., *Tanytarsus sexdentatus* Tschern., *Tendipedini* gen. № 9 Lip., *Cricotopus* ex gr. *algarum* Kieff., *Orthocladus* ex gr. *bathophilus* Kieff., будучи массовыми в реке до затопления, после образования водохранилища не были обнаружены ни весной, ни в остальное время года. К концу июня стало очень мало представителей других отрядов насекомых, погибла значительная часть брюхоногих и двустворчатых моллюсков. С течением времени происходило дальнейшее заселение хирономидами новых площадей, причем в мелководье личинки хирономид к середине июля имели уже значительную биомассу. К концу августа ими была заселена и середина водохранилища, хотя личинки 4-го возраста там составляли сравнительно небольшой процент, благодаря чему биомасса бентоса была еще невелика. К 15 сентября вся территория водохранилища, как вверху, так и внизу, оказалась заселена огромным количеством хирономид. Их биомасса на втором створе от плотины достигла к этому времени максимально  $105 \text{ г/м}^2$ , а в среднем —  $38 \text{ г/м}^2$ . К середине ноября биомасса мотылей достигла наибольшей цифры —  $122,8 \text{ г/м}^2$  (в районе Красновидова, в русле). Такого порядка биомассы неизвестны ни в одном водохранилище близкой климатической полосы. В бывшем русле в ноябре отмечена довольно большая биомасса моллюсков (около  $400 \text{ г/м}^2$ ) из-за присутствия крупных улиток, но в пробе было очень много пустых створок сферид и мертвыми оказались все брюхоногие моллюски, в том числе *Valvata piscinalis*. Таким образом, к концу 1960 г. все дно Можайского водохранилища было заселено в основном личинками хирономид. Преобладали среди них вышеупомянутые три вида *Chironomus*. Личинки *Polypedilum* ex gr. *nubeculosum* Mg. хотя и встречались почти повсеместно, но значительно уступали по биомассе и численности мотылям. В прибрежье на мелководье имелось большое количество фитофильных форм — 4 вида *Glyptotendipes* (*Gl. glaucus* (Mg.), *Gl. gripekoveni* Kieff., *Gl. paripes* Edw., *Gl. barbipes* Staeg.), *Limnochironomus* ex gr. *tritonus*, *Cricotopus* ex gr. *silvestris*. Олигохеты и пиявки были очень немногочисленны и обитали преимущественно в бывшем русле и лишь частично в прибрежье.

В низовье водохранилища на глубине остались зимовать мотыли 4-го возраста, близкие к окукливанию. Их вылет весной должен произойти сравнительно рано — по достижении благоприятной для завершения их метаморфоза температуры воды. Таким образом, если в верховье водохранилища большая часть мотылей имела три поколения за лето, то в нижнем отрезке водоема большая часть их осталась зимовать, так и не закончив своего развития. В среднем на обоих стационарных створах биомасса мотылей в середине ноября составила  $48,9 \text{ г/м}^2$  при численности  $7610 \text{ экз/м}^2$ . Летом, поскольку в 1961 г. уровень должен достигнуть проектной отметки и будут залиты новые территории, будет новая вспышка развития мотылей. Можно предполагать, что и на второй год существования водохранилища биомасса бентоса останется большой.



**Ф. Д. МОРДУХАЙ - БОЛТОВСКОЙ**

## **ДОННАЯ ФАУНА ДЕЛЬТ ПОНТО-КАСПИЙСКИХ РЕК**

*(Институт биологии водохранилищ АН СССР;  
Борок Ярославской области)*

Дельты рек, впадающих в моря, входят в состав цепи водоемов, образующей переход от реки к морю. По Н. В. Самойлову (1952), в этой цепи можно различать приустьевой участок реки, устье и предустьевое взморье.

Устьевой участок может быть представлен или эстуарием — воронкообразно расширенным устьем реки, или дельтой. Дельта представляет собой устье реки, выполненное речными наносами, вследствие чего русло реки подразделяется на рукава.

Приустьевой участок реки распространяется вверх по течению до того района, в котором прекращается влияние колебаний уровня моря.

Предустьевое взморье, или бар, — мелководная область накопления речных наносов, распространяющаяся до «свала» — более быстрого увеличения глубин. Дальше в сторону моря располагается предустьевой район моря, сильно опресненный рекой. Наконец последним звеном является следующая за предустьевым районом солоноватая зона моря. Всю эту цепь водоемов можно назвать эстуарной системой: она имеет расширяющуюся в сторону моря форму. Эстуарные системы биологически чрезвычайно интересны, как арены смешения и взаимопроникновения двух глубоко различных фаун — морской фауны и фауны континентальных водоемов (речной) и преимущественно вселения морской фауны в пресные воды.

Как одно из верхних звеньев эстуарных систем, дельты ближе к реке, чем к морю, но в потамобиологической литературе освещены очень недостаточно.

Как правильно указывают В. И. Жадин (1950) и Н. В. Самойлов (1952), дельты принадлежат к наименее изученным в гидробиологическом отношении водоемам. В вышедшем под редакцией В. И. Жадина руководстве «Жизнь пресных вод» этим водоемам отведено всего около десяти страниц с кратким изложением немногих имеющих в литературе данных и почти без обобщений.

### **КЛАССИФИКАЦИЯ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕЛЬТ**

По происхождению и способу образования различают два основных типа дельт: дельты заполнения и дельты нарастания, или выдвинутые (Щукин, 1938).

Дельты заполнения образуются в тех случаях, когда река впадает в глубоко вдающийся в материк морской залив, который скоро отгораживается от моря намываемой ею косой (пересыпью). В дальнейшем наносы, приносимые рекой, отлагаются в пределах этого залива, формируя дельту,



растущую до тех пор, пока весь залив не будет ими заполнен; внешняя же граница дельты в море — коса — остается неподвижной.

Дельты нарастания непрерывно нарастают на внешнем крае, выдвигаясь все дальше в море. Иногда они образуются после окончания стадии выполнения, т. е. после того, как весь залив заполняется наносами. В зависимости от очертаний морского края выдвинутой дельты различают дельты лопастные (наиболее часто встречающиеся при неравномерном росте), дуговидные (равномерно растущие), рогообразные (Кленова, 1948).

Крупные равнинные реки Понто-Каспийского бассейна имеют дельты обоих типов.

Типичная дельта заполнения (причем на поздних стадиях ее формирования) образована Кубанью. Ачуевская коса составляет ее неподвижную границу, через которую речные воды изливаются в море через рукава или лиманы, сообщающиеся с морем гирлами.

Полную противоположность кубанской представляет дельта Волги — типичная лопастная дельта нарастания, выдвинутая в открытый Северный Каспий. Она растет чрезвычайно быстро, особенно в связи с падением уровня Каспия, непрерывно образуя все новые острова, прилегающие затем к массиву суши.

Дельта Дона также является дельтой нарастания, хотя Дон впадает в узкий залив. К этому же типу относится и дельта Днепра. Однако обе дельты, особенно днепровская, показывают тенденцию превращения в дальнейшем в дельты заполнения, так как заливы (Днепровско-Бугский лиман и Таганрогский залив), в которые они открываются, более или менее отгораживаются от моря косами.

Это выражено еще яснее в устьях менее многоводных понто-азовских рек Днестр и Миус, впадающих в лиманы, отгороженные от моря косой, в которой сохраняется лишь неширокий пролив (гирло). Однако лиманы могут превращаться в дельты только при впадении в них мощных рек. Устье Дуная может служить примером некогда открывавшейся в лиман, по закончившей свое развитие дельты заполнения, которая в средней части перешла в дельту нарастания, уже сильно выдвинувшуюся в Черное море. Особняком стоит устье Южного Буга, имеющее типичную форму очень вытянутого эстуария, в настоящее время не встречающегося в наших южных морях (эстуарии свойственны морям с приливными явлениями). Это связано с подпором со стороны Днепровского лимана и маломощностью Южного Буга, сохранившими древний характер Бугского лимана.

В Каспийском и Аральском морях лиманообразования не было. Дельты носят преимущественно характер дельт нарастания, разной морфологии (у Волги — лопастная, у Урала — дуговидная и т. д.).

Гидрология дельт и вообще устьев рек описывается в книге Самойлова (1952). Необходимо, однако, указать на некоторые, важные для биолога, особенности дельт.

В системе реки дельта в целом является областью аккумуляции наносов. Возникновение дельт обусловлено массовым отложением взвешенных наносов, приносимых рекой, вследствие уменьшения скорости течения при впадении реки в море. Накопление наносов вызывает раздробление русла реки на рукава и протоки. Обычно в дельтах имеется несколько (иногда 2—3) основных рукавов с пониженной, по сравнению с руслом нижнего течения, но еще хорошо выраженной проточностью: в дельте Дона в межень скорость течения в них 0,2—0,3 м/сек., а в Дону под Ростовом — около 0,4 м/сек. От этих рукавов отделяются рукава второстепенные, увеличивающиеся в числе с приближением к морю, уже слабопро-



точные: в дельте Дона в межень скорость течения в них 0,1—0,2 м/сек. Кроме того, образуется еще сеть более мелких протоков (ериков), многие из которых действуют только весной, в межень превращаясь в стоячие водоемы.

С раздроблением на рукава и общим расширением речной долины связана другая характерная черта гидрологии дельт: ослабление интенсивности весеннего половодья. Наводочная «волна», достигая дельты, расплывается, вызывая лишь сравнительно небольшое повышение уровня. Поэтому не все дельты заливаются полыми водами.

В связи с ослабленностью половодья и преобладанием аккумуляции поймы в дельте имеет другой характер, чем в вышележащих частях реки: она очень сильно выровнена, имея характер аллювиальной равнины, и отличается отсутствием «русловых» пойменных водоемов. Пойменные водоемы в дельтах представляют собою или «запрудные» озера, возникшие вследствие сохранения полых вод между наносными повышениями рельефа (в частности, прибрежными валами рукавов), или « реликтовые » озера — бывшие морские бухты и заливчики, отрезанные и включенные в дельту в процессе ее роста, преимущественно в дельтах заполнения (кубанская, дунайская).

Следствием снижения скорости течения и усиления аккумуляции является и иное распределение грунтов в речных водоемах дельты. Даже в основных рукавах сравнительно слабо развиты обнажения коренных пород. Хотя в суженных и изогнутых частях рукавов течением в половодье создаются глубокие ямы, они часто заиляются в межень, когда в дельтах идет интенсивная аккумуляция автохтонного детрита. Так, в дельте Дона многие ямы имеют илисто-песчаный, даже илистый и реже глинистый грунт, в противоположность Среднему Дону, где все ямы имеют плотное глинистое дно. Чистое песчаное дно, преобладающее в среднем и нижнем течении равнинных рек, в дельтах (в межень) занимает менее половины площади, замещаясь илисто-песчаным. Вместе с тем илистые (без заметной примеси песка) грунты, в реках локализуясь в основном по затонам, в дельтовых рукавах местами (и особенно во второстепенных рукавах) отлагаются в самом русле. С уменьшением скорости в прибрежной полосе рукавов развиваются заросли подводных макрофитов.

Еще одна очень характерная черта гидрологии дельт — это сгонно-нагонные колебания уровня. Повторяющиеся с неправильной периодичностью, но сравнительно часто сгоны приводят к тому, что мелководные зоны дельт имеют характер осушной зоны, могут считаться своего рода «сгонной литоралью». Эта зона особенно развита в дельте Дона, где сгонно-нагонные явления особенно сильны вследствие совпадения оси мелководного суживающегося Таганрогского залива и долины низовьев реки с направлением господствующих ветров. Амплитуда колебаний уровня от ветров достигает 4—5 м, превосходя сезонную амплитуду, и заливание поймы (конечно, очень кратковременное) происходит главным образом за счет нагонных явлений. Но, несмотря на сильное развитие нагонов, их влияние на солевые условия понто-каспийских дельт не так велико, как влияние приливов на эстуарии океанических рек. Возникающее при нагонах осолонение незначительно; в связи с мощностью рек и опресненностью морей в дельты вгоняется преимущественно еще почти не осолоненная морем речная или слабосоленоватая вода, причем сравнительно редко и на очень короткое время. Осолонение при нагонах больше в дельте Дуная, открывающейся в открытое Черное море, а также в дельтах малых рек.

Дельты в горизонтальном направлении неоднородны и могут быть подразделены на геологически более древнюю и возвышенную верхнюю и более молодую, пониженную и часто заболоченную нижнюю дельты.



Область предустьевого взморья перед дельтами нарастания в большинстве случаев по рельефу настолько близка к дельте, что может рассматриваться как ее погруженная или подводная часть. Эта подводная же аллювиального образования, что и надводная, хотя по внешнему виду не отличается от предустьевого района моря.

В авандельтах наиболее сильно сказывается влияние сгонов, во время которых обширные площади в десятки квадратных километров и особенно мелководные заливы («куты» или «култуки») совершенно осыхают, и тогда обнажается истинное речное происхождение и строение авандельты. В процессе нарастания и отложения наносов все новые и новые части авандельты выходят из-под воды в виде кос или островов, присоединяющихся к надводной части. У таких дельт заполнения, как кубанская, подводная дельта не образуется: приносимые рекой наносы отлагаются в озерах (лиманах) перед косой, ограничивающей дельту со стороны моря.

За границами авандельты начинается предустьевой район моря, в котором собственно и происходит смешение речных вод, стекающих с авандельты, с морскими. Одновременно происходит массовое осаждение органических взвесей — преимущественно растительного детрита, накапливающегося здесь в виде серого ила (но все же с прослоями песка).

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕНТОСА ДЕЛЬТ

Донная фауна дельт Понто-Каспийского, да и других бассейнов в общем имеет облик бентоса речных систем.

В проточных водоемах дельт (рукавах) распределение общей биомассы бентоса, как и в реке, зависит прежде всего от характера грунта, определяемого, при данном составе коренных пород русла, скоростью течения. Как было показано мною для дельт Дона и Днепра (Мордухай-Болтовской, 1940, 1948) и Ю. М. Марковским (1953, 1955) для Днестра и Дуная, располагая биоценозы в ряд по признаку убывания скоростей течения и накопления ила в их местообитаниях, мы получаем двувершинную кривую биомассы. Большая биомасса на стабильных жестких грунтах (размытых коренных породах) сменяется малой на влекомых песках. С заилением грунтов биомасса вновь увеличивается, достигая второго максимума на серых речных илах, после чего опять уменьшается с переходом к черным илам стоячих вод.

Эта закономерность характеризует донную фауну всех речных систем.

Однако по соотношению биоценозов и по видовому составу фауна дельт имеет ряд особенностей, обусловленных как гидрологическим режимом, так и геологической историей дельт, в прошлом переживавших (в ряде случаев неоднократно) стадии морских заливов.

Литофильные биоценозы жестких грунтов с преобладанием дрейссены в дельтах распространены мало, встречаются редкими очагами и притом часто недоразвиты.

В дельте Дона дрейссенный биоценоз встречается главным образом в ее верхнем отделе и отличается от аналогичного биоценоза Среднего Дона, при общей биомассе 200—250 г/м<sup>2</sup> (по дночерпателю), недоразвитием многих литофилов, особенно личинок поденок и ручейников, хотя количество дрейссены увеличено (Мордухай-Болтовской, 1948). Поденки и ручейники — характернейшие элементы литофильных биоценозов — почти отсутствуют и в дельте Днепра и, по-видимому, Волги. Это совершенно отсутствует и в дельтах жестких грунтов, легко заиляемых в меженное время, или с вытеснением пресноводных форм каспийскими.

В рукавах дельт Днестра и Дуная аргиллофильный биоценоз поденок *Palingenia*, обитающих в глинистом грунте, распространен широко, но довольно беден количественно (Марковский, 1953, 1955).

Исааммофильные биоценозы, заселяющие в среднем и нижнем течении равнинных рек большую часть дна, в дельтах занимают значительно меньшие площади. В рукавах Днестра и Дуная их совсем нет. Там, где они есть — в дельтах Дона и Днепра, — они богаче (средняя биомасса их  $0,8—1,9 \text{ г/м}^2$ , в то время как в Среднем Дону всего  $0,2 \text{ г/м}^2$ ), что объясняется обилием в дельтах каспийских реликтовых форм.

Биоценозы илисто-песчаных грунтов в дельтах распространены очень широко, занимая часто более половины русла рукавов; для них характерно преобладание олигохет (тубифицид) и обилие каспийских форм, в частности полихет, корофинд, а в придонных слоях — мизид. В нижнем и среднем течении рек в этих биоценозах тубифициды играют подчиненную роль. Доминируют брюхоногие моллюски литоглифы (*Lithoglyphus*) и тендипедиды.

Биоценозы серых речных илов, распространенных в дельтах, многочисленны, особенно во второстепенных рукавах. Эти биоценозы соответствуют второй вершине биомассы на вышеупомянутой кривой. Во всех дельтах для них характерно сильное развитие тубифицид, часто каспийских полихет и различных моллюсков (унионид, дрейссен, литоглифов) при второстепенной роли тендипедид. В дельте Дона на илах второстепенных рукавов наблюдается массовое развитие вивипар (*Viviparus viviparus*), увеличивающих биомассу местами до  $5 \text{ кг/м}^2$ . В дельтах Днепра и Дуная вивипары в медиали рукавов отсутствуют, обитая в хорошо развитых зарослях рипалии и в озерах.

В среднем и нижнем течении, например Дона, серые илы отлагаются главным образом в затонах и староречьях, и среди населяющей их фауны дрейссен мало, а главную роль играют тендипедиды, особенно мотыли (*Tendipes*).

Фитофильные биоценозы в русле в дельтах вообще развиты лучше, чем в реке выше дельты. Они еще плохо изучены, но имеющиеся данные говорят о том, что и здесь, как на илах, сравнительно много дрейссен и мало тендипедид: в дельте Днепра здесь локализуются жаберные брюхоногие (*Viviparus*, *Melanopsis*, *Theodoxus*).

Очень характерен для дельт биоценоз «сгонной литорали». В дельте Дона, где в соответствии с сильным развитием названной зоны этот биоценоз широко распространен, он представляет чрезвычайно бедный биоценоз со средней биомассой  $1,3—1,7 \text{ г/м}^2$ , состав которого изменчив и зависит от длительности промежутков между сгонами. Постоянными элементами его являются переносящие временные осыхания олигохеты и некоторые тендипедиды (особенно *Cryptochironomus ex gr. conjugens*); много здесь и мизид подрода *Mesomysis*, уходящих вместе с водой, отступающей при сгонах. Этот биоценоз особенно распространен в кутах — верхних горизонтах подводной дельты, — наиболее подверженных сгонам (Мордухай-Болтовской, 1940). В дельте Волги зона литорали была изучена А. А. Косовой (1958), по данным которой более типичные для этой зоны песчаные грунты с растительными остатками населены также скудным биоценозом с преобладанием тендипедид (*Glyptotendipes*, *Tendipes*) и биомассой в среднем  $1,5 \text{ г/м}^2$ , при заилении же развиваются олигохеты, вивипары и другие моллюски и биомасса биоценоза сильно увеличивается.

В стоячих водоемах дельт распределение фауны иное. Эти водоемы могут иметь разное происхождение, относиться к разным генетическим рядам. Генетический ряд водоемов руслового типа, который был описан В. И.

Жадиным (1940) для пойм рек, в дельтах начинается чаще не со староречья, а с второстепенного рукава, постепенно теряющего проточность и превращающегося в пересыхающий, непроточный, но протокообразный ерик. Стадии пойменного озера и пруда не проходятся.

Для интенсивно нарастающих выдвинутых дельт и особенно для дельт залива, превращающегося в лиман, а затем в озеро. Так возникают крупные и только через длительное время, теряя связь с рекой, они постепенно за-растают и мелеют.

Эти крупные озера наиболее богаты бентосом, особенно на ранних стадиях своей эволюции, когда в них преобладают еще илисто-песчано-ракушечные грунты и заросли слабо развиты, образуясь лишь в прибрежье. В них развиваются биоценозы, сходные с биоценозами заиленных рукавов, с преобладанием двустворчатых, реже брюхоногих моллюсков, особенно дрейссен, часто монодакт (Monodactylus) и сильным развитием тубифицид и каспийских ракообразных. Таковы биоценозы проточных ильменей Волги, крупных озер и «лиманов» дельт Дуная, Днепра и Днестра (Идельсон, 1941; Марковский, 1953, 1955; Мордухай-Болтовской, 1948). Их средняя биомасса составляет десятки и сотни граммов на 1 м<sup>2</sup>. По сравнению с биоценозами русловых озер поймы рек выше дельты, они отличаются значительно большей ролью каспийских видов, которые обычно доминируют, и более слабым развитием тендипедид. Такие же дрейссено-монодактовые биоценозы заселяют опресненные заливы моря и крупные лиманы, в которые открываются дельты в Азовском и Черном морях (Таганрогский залив, Днепровский, Днестровский, Миусский и другие лиманы).

При усиливающемся заилении и распространяющемся на большую часть дна зарастании в дельтовых озерах начинают преобладать брюхоногие моллюски, особенно вивипары. Возникают, как во всяких заросших водоемах, двухъярусные биоценозы: сравнительно богатый фитфильный биоценоз брюхоногих моллюсков в верхнем ярусе (с биомассой порядка сотен граммов на 1 м<sup>2</sup>) и значительно более бедный биоценоз с преобладанием тендипедид, особенно мотылей видов *Tendipes* с биомассой порядка нескольких граммов на 1 м<sup>2</sup>, — в нижнем ярусе, на илистом дне. Дальнейшее заиление черными илами при потере даже временной проточности в половодье приводит к исчезновению вивипар и замене их преимущественно легочными моллюсками и другими фитофилами. Мотылевый биоценоз на дне развивается сильнее и образует большую биомассу.

При наиболее сильной степени заиления (черные илы с образованием сероводорода), что наблюдается в малых и в центральной зоне более крупных водоемов, бентос беднеет еще больше. Количество мотылей сильно уменьшается за счет преобладания тубифицид и общая биомасса бентоса снижается до нескольких граммов, иногда долей грамма (Чугунов, 1923; Идельсон, 1941; Мордухай-Болтовской, 1948).

На последних этапах эволюции водоемов особенности дельт стираются. На стадиях «умирания» водоемов биоценозы в дельтах приобретают такой же характер, как в пойме рек на всем протяжении.

**Авандельты** имеют своеобразное население. Верхние горизонты авандельт (в дельте Дона — на глубинах менее 1 м), в том числе куты, заселены описанным выше скудным биоценозом стонной литорали. Здесь особенно обильны мизиды (преимущественно виды под родов *Mesomysis* и *Metamysis*). Нижние горизонты, значительно реже подвергающиеся осушению (преимущественно при длительных осенних штормах в период низкого



уровня воды в реке и море), населены совершенно другим биоценозом. В авандельте Дона на глубине 1—2 м он богаче предыдущего, но в среднем дает тоже небольшую биомассу — 11,2 г/м<sup>2</sup>. В биомассе преобладает дрейссена, хотя она встречается здесь отдельными пятнами локализованных небольших поселений или в друзах. Из других форм наиболее многочисленны тубифициды и особенно кумовые ракообразные, размножающиеся в массах (*Pterocuma*, *Stenocuma*, *Schizorhynchus*), что связано с грунтом, состоящим в основном из мелкого слегка заиленного речного песка, в котором развиваются эти зарывающиеся формы.

В общем бентос авандельты Дона резко обеднен ввиду совместного действия аккумуляции минеральных наносов и стойких осыханий.

В авандельте Дуная бентос также беден, но его состав сильно отличается значительной примесью морских форм, так как дельта этой реки выходит в открытое Черное море и вода в авандельте подвергается периодическому осолонению до 4—7 ‰.

В фауне авандельты Волги тоже преобладает дрейссена, но есть и унioniды. Биомасса значительно больше (Бирштейн, 1945), что связано, по-видимому, с менее частыми сгонами. То же наблюдается и в авандельте Днестра, но здесь развивается совершенно своеобразный довольно богатый (в среднем 81 г/м<sup>2</sup>) биоценоз с преобладанием каспийского брюхоногого *Clessiniola*, не встречающегося в устьях других рек Понто-Каспия, кроме Днестра (Марковский, 1954).

### ОСОБЕННОСТИ ВИДОВОГО СОСТАВА ФАУНЫ

Наиболее важная особенность видового состава фауны понто-каспийских дельт — исключительное богатство их каспийской фауны — специфической фауны в основном морского происхождения, которая заселяет современное Каспийское море. Наличие этого морского по происхождению комплекса, обычно рассматриваемого как реликтовый, представляет собою характерную особенность речных дельт вообще и объясняется их геологической историей: большинство дельт, а в Понто-Каспии все, в прошлом были морскими заливами.

Обычная морская (средиземноморского происхождения) фауна в дельтах даже азовско-черноморских рек очень малочисленна. Если не считать нескольких давно проникших далеко в реки форм (*Calanipeda*, *Orchestia*, *Syngnathus*, может быть *Diamysis*), морские виды появляются лишь в периоды нагонов, преимущественно в авандельте. Это отдельные, вскоре исчезающие эвригалинные формы (ракообразные *Mesopodopsis*, *Corophium volutator* и некоторые другие). Наиболее интенсивно проникают эти формы вместе с черноморской водой в дельту Дуная.

Кроме того, за последние десятилетия проник в опресненные воды эстуариев и даже в верхние части дельты Дона так называемый голландский крабик *Rhithropanopeus harrisii tridentatus* (Мордухай-Болтовской, 1952).

Как известно, каспийская фауна широко распространена в речных и морских водоемах Понто-Каспия. Однако в Азовско-Черноморском бассейне главным ее местообитанием являются дельты и предустьевые районы (табл. 1).

Для предустьевой и солоноватой зон Каспия перед дельтой Волги точных сведений о числе каспийских видов нет, но оно там, конечно, сильно возрастает по сравнению с их числом в дельте (в солоноватой же зоне Дуная, как и других понто-азовских рек, напротив, убывает).

В пределах дельт замечается увеличение числа «каспийцев» от верхних к нижним отделам. Так, в верхней дельте Волги, по Бенningу (1924), на



Таблица 1

Число каспийских видов беспозвоночных, найденных в отдельных зонах речных и эстуарных систем \*

Водоемы	Зона					
	солонча- тая	предустьевая с подводной дельтой	дельта (под- водная)	нижнее течение реки	среднее тече- ние реки	верхнее тече- ние реки
Дунай . . . . .	—	33	64	20	14	—
Дон . . . . .	~15	31	50	34	13	9 (2)
Днепр . . . . .	~40	75	65	42	12	4
Волга . . . . .	—	—	58	42	17 (9)	6 (3)

\* Для составления этой таблицы использованы данные различных авторов (Бенинга, Бэческу, Дудича, Косовой, Марковского, Сент-Илера, Бухаловой и др.), сведенные мной в другой работе (Мордухай-Болтовской, 1960).

12 видов меньше, а в верхней дельте Дона — на 5 видов меньше, чем в нижней, в устье Днепра максимальное количество видов — в авандельте и предустьевом районе.

Но в дельтах и предустьевых зонах каспийская фауна дает не только наибольшее число видов, но и наибольшую биомассу (табл. 2).

Таблица 2

Биомасса каспийской фауны (в процентах от общей биомассы бентоса) на разных грунтах в системе Дона

Грунт	Зона			
	солончатая	предустьевая	дельта	среднее течение реки
Жесткий . . . . .	—	—	82	35
Песок . . . . .	35	98	80	11
Ил-песок . . . . .	13	78	30	3

Эта таблица показывает вместе с тем и локализацию каспийской фауны преимущественно на жестких или незаиленных грунтах. Поэтому в пределах дельт основная масса каспийских видов населяет речные или озерообразные незаиленные водоемы, в которых возникают (распространяющиеся частью и в нижнее и среднее течения) своеобразные каспийские биоценозы, совершенно не гармонирующие с пресноводными условиями дельт. Таковы, например, упоминавшиеся выше дрейссеновые и корифидные биоценозы на камнях и глинах, монодакновые и кумацейные — на илистых песках и песках, в которых каспийские виды дают 80—90%, а местами и все 100% биомассы.

В совершенно пресной воде где-нибудь под Херсоном или Ростовом драга или дночерпатель нередко приносят чисто морскую по своему систематическому положению фауну (Cardiidae, Polychaeta, Mysidae, Cumatacea, Corophiidae).

В Азовско-Черноморском бассейне дельты и предустьевые районы наиболее богаты каспийской фауной в силу свойственной ей здесь олигогалин-

ности. Почти для всех каспийских видов в этом бассейне пресная вода совершенно безвредна. Многие виды оказываются даже менее выносливыми к повышенной солености, чем представители пресноводной фауны. По удачному выражению Л. А. Зенкевича (1947), каспийские формы в этом бассейне оказываются «как бы в большей степени пресноводными, чем сами пресноводные организмы».

Число и роль каспийских видов вверх по течению рек непрерывно падают. Основная причина этого заключается в противодействии речного течения вселиющемуся животному, неспособному его активно преодолевать.

Дельты (и тем более предустьевые зоны) с их замедленной скоростью течения представляют более благоприятные условия для каспийских беспозвоночных. Но в процессе тысячелетиями длящегося нарастания или заполнения залива дельты далеко, на сотни километров, ушли от своего первоначального положения. Так, древняя дельта Дона, по данным геологов (Лисицын, 1933), находилась в районе современного устья Северного Донца, т. е. в 170—180 км от современной. На этом протяжении обитавшая некогда в заливе моря фауна могла бы сохраниться в качестве реликтовой. Однако в Дону у устья Сев. Донца мы находим только треть каспийских видов, обитающих в дельте.

Следовательно, речное течение не только противодействует, но и оказывает сносящее действие на живущих в реке каспийских беспозвоночных.

Снос донных животных вниз по течению зависит от скорости в русле и наиболее интенсивен, как известно, в период весеннего половодья. В половодье река имеет (кроме жидкого и твердого стоков) довольно значительный «биосток», в состав которого входят и многие типичнодонные животные. Но затем наступает период пониженной скорости (в придонном слое иногда приближающейся к нулю), в который происходит расселение и размножение избежавших сноса (например, укрывавшихся в таких убежищах, как затоны, побережье) животных. Так, в Дону под Ростовом мизда *Paramysis ullskyi* (= *Metamysis strauchi*) в мае — июне встречается единично, а осенью в массах ловится по всему руслу. Таким образом, половодье, для реки вообще являющееся своего рода биологической катастрофой, есть одно из главных препятствий для распространения каспийской фауны (и вообще морских элементов) в глубь материка. Но в силу крайней изменчивости стока реки, и в частности половодья (его высоты, продолжительности и сроков), влияние этого препятствия весьма различно в разные годы.

Процессу распространения вверх по течению, очевидно, способствуют маловодные годы (с низким паводком), особенно несколько маловодных лет подряд. Напротив, многоводные годы будут препятствовать этому распространению и даже, может быть, разрушать достигнутые в предыдущие годы результаты (размывая поселившиеся в реке колонии вида).

Из тесной зависимости распространения видов от скорости течения следует также, что в реке выше дельты, где паводки выражены сильно, каспийские формы должны быть распространены отдельными пятнами, очагами, расположенными в районах «половодных убежищ». Чем выше по течению, тем реже встречаются эти очаги, расстояние между которыми может составлять километры и десятки километров. Это наблюдается в действительности и было хорошо показано, например, А. Н. Державиным, Н. К. Дексбах и С. Г. Лепневой (1921) для каспийских ракообразных, проникших в Волгу до Ярославля и выше. Ниже по течению очаги встречаются чаще и, наконец, в дельте для псаммофильных или псаммопелофильных форм могут переходить в сплошное или почти сплошное распространение по всему руслу.

Есть еще один фактор, препятствующий расселению вверх морских форм. В условиях реки вертикальные миграции мизид были описаны сначала для Нижнего Дуная Бэческу (Băcescu, 1940). Позже это явление было более подробно исследовано и охарактеризовано с количественной стороны мною (Мордухай-Болтовской, 1957) для Нижнего Дона и его дельты. Вертикальные суточные миграции имеют большое значение, так как поднимающиеся по ночам к поверхности ракообразные в текучей воде неизбежно сносятся вниз. При этом снос мигрирующих форм происходит не только в половодье, но особенно в летние месяцы, когда у них появляется молодь, больше подверженная вертикальным миграциям. Наиболее интенсивны вертикальные миграции у кумовых и мизид подрода *Mesomysis*, т. е. именно у тех форм, которые отсутствуют в среднем течении рек. В значительной мере именно вертикальными миграциями и объясняются быстрое уменьшение числа видов и особей кумовых вверх по течению и их обилие в нижней дельте и особенно в авандельте, а также накопление в дельте мизид подрода *Mesomysis* в противоположность расселившимся далеко вверх по течению мизидам подродов *Paramysis* и *Metamysis*, которые, по моим наблюдениям, миграций не совершают.

В Дону число видов мизид от устья Сев. Донца до дельты возрастает с 2—3 до 6, очаговое распространение по ямам и илисто-песчаным полосам сменяется сплошным массовым, при котором в любом месте трал приносит сотни, а иногда и тысячи и десятки тысяч этих животных. На этом же протяжении число видов кумовых возрастает от 1 до 10, и эти ракообразные из редких становятся руководящими на песках и илистых песках. Даже преимущественно литофильные каспийские формы обнаруживают эту концентрацию в дельтах. В Дону значительно возрастает и средняя биомасса дрейссены, населяющей в дельте и сильно заиляемые грунты, где ее личинки, в массе сносимые вместе с планктоном в летние месяцы, оседают на раковинах унионид и вивипар.

Накопление беспозвоночных в низовьях, в частности в дельтах, вследствие половодного сноса должно иметься и среди пресноводной фауны. Не вызывает никакого сомнения непрерывное накопление планктона, особенно в авандельтах и предустьевых зонах. Из пресноводного речного бентоса наиболее подвержены сносу личинки тендипедид и олигохеты. Для последних наличие «половодного стока» было показано Д. А. Ласточкиным (1949).

Явное увеличение количества олигохет в дельте Дона по сравнению с его средним течением (при однородной методике сборов) трудно объяснить иначе, как именно сносом.

Обратную картину (уменьшение численности в дельтах) показывают тендипедида. Снос их личинок не имеет большого значения, так как они не размножаются, а дают вскоре вылетающую взрослую стадию. Видимо, количество личинок в реке зависит прежде всего от площади пойменных водоемов, в которых развиваются личинки комаров, откладывающих яйца преимущественно в конце половодья<sup>1</sup>.

Резюмируя, можно сказать, что дельты рек Понто-Каспия являются областями накопления каспийской, а частично и пресноводной фауны. Дельта есть область аккумуляции не только наносов, но и фауны реки. Биоценозы дельт при благоприятных экологических условиях более насыщены видами, особями и биомассой животных. Это обстоятельство, под-

<sup>1</sup> По мнению Мюллера (Müller, 1950), исследовавшего снос личинок различных насекомых в малых речках, взрослые стадии *Ephemeroptera* и *Simulium* как бы для компенсации летят обратно и откладывают яйца в верховьях.

тверждающее положение о насыщенности биоценозов рек выше дельт (Жадин, 1940), весьма важно, так как обосновывает возможность намеренного донасыщения, обогащения фауны рек и водоемов речных систем (например, водохранилищ) желательными элементами, в том числе высокоценными (как кормовые объекты рыб) каспийскими ракообразными. Как известно, по этому вопросу у нас существует значительная литература.

С зоогеографической точки зрения все каспийские виды в дельтах и низовьях рек до пределов морских трансгрессий являются морскими реликтами (локальными, по классификации Бирштейна, 1947).

Для азовско-черноморских рек следует иметь в виду границу «новой» трансгрессии, прошедшей уже после повоэвксинской эпохи (во вторую средиземноморскую фазу Понта) (Архангельский и Страхов, 1938). Парастание дельт, захватывая все новые области моря (предустьевой зоны), превращает в реликтов все новые колонии каспийских видов, но одновременно идет отмирание их старых очагов выше по течению, и у многих видов общий ареал сохраняет ту же протяженность, целиком медленно перемещаясь (как и основной центр распространения) в том направлении, в каком идет понижение базиса эрозии реки.

Но есть ли виды, сохранившие свое древнее местообитание в дельте рек эпохи трансгрессии? Такие виды могли бы помочь геологу и палеогеографу восстановить карту прошлого. Из вышесказанного следует, что их следует искать среди форм, которые, вынося значительное заиление, могут избежать половодного сноса, например на дне глубоких затонов или ям, полностью не вымываемых в половодье, но вместе с тем освежаемых им (не подвергающихся сильному замору). В межень они расселяются за пределы своих убежищ, паводок вновь срезает это расширение ареала, и он остается многие годы почти стабильным.

К числу таких форм относится, очевидно, полихета гипангия (*Hypanidia invalida*). Эта малоподвижная, неприкрепляющаяся и относительно эвриоксигенная форма найдена в Дону у устья Сев. Донца, в Днепре и Дунае в глубоких заиленных ямах, лежащих непосредственно за порогами — во всех случаях далеко (в Дунае даже в 970 км!) от моря. В Дону и Днепре вместе с гипанией найдено и кумовое ракообразное *Pseudosquilla cersaeoides*. На большом протяжении реки ниже указанных мест эти виды отсутствовали.

Как я указывал (Мордухай-Болтовской, 1960), эти изолированные очаги, сохраняющиеся благодаря постоянному подпору (в районе притока) или очень значительной глубине (ямы в Дунае у Железных Ворот имеют, по Бэческу (1948), глубину до 50 м, т. е. их дно лежит ниже уровня моря), могут служить признаком границ последней трансгрессии.

Большой интерес представляют различия в составе реликтовой фауны в разных дельтах одного и того же бассейна. Число видов каспийских беспозвоночных в разных эстуарных системах Азовско-Черноморского бассейна неодинаково: в системе Кубани найдено 27 видов, Дона — 56, Днепра с Бугом — 76, Днестра — 61, Дуная — 69 видов. Относительная бедность системы Кубани объясняется, конечно, крайней изменчивостью гидрологического режима кубанских лиманов при очень неблагоприятном для фауны режиме рукавов. Богатство каспийской фауны в Днепровско-Бугской системе обусловлено относительной стабильностью условий, особенно в образовавшемся в устье Буга эстуарии. В сравнительно прозрачных и глубоких (до 13 м), постоянно слабосоленоватых водах этого водоема тысячелетиями живет в своем древнем, мало изменившемся местообитании богатейшая каспийская фауна. Не угнетаемая ни течениями, ни напоями, ни осолонениями, эта фауна дает там роскошное развитие и



чрезвычайно большую биомассу (до 5 кг/м<sup>2</sup>). Более чем какой-либо другой водоем Азовско-Черноморского бассейна этот замечательный эстуарий ния это не «уголок древнего плиоценового бассейна» (Остроумов, 1902), а уцелевший остаток последней (древпечерноморской) трансгрессии.

Но различия в каспийской реликтовой фауне разных дельт выражаются и в ином видовом составе и соотношении видов. Так, дельты Днепра и Днестра отличаются обилием бокоплавов, среди которых есть виды, не найденные в других дельтах, дельта Дуная наиболее богата мизидами; все эти дельты характеризуются наличием моллюсков *Adacna*, а днепровская и днестровская — и *Clessiniola*, нигде более в Азовско-Черноморском бассейне не найденных. В дельте Дона, напротив, исключительно много кумовых ракообразных.

Из мизид *Paramysis* в дельте Дона преобладает *P. (Mesomysis) kowalewskyi*, на втором месте стоят *P. (M.) intermedia* и *P. baeri*; в дельтах Дуная и Днепра последняя заменена родственной ей *P. kessleri sarsi*, преобладает *P. (M.) intermedia*, а *P. (M.) kowalewskyi* сравнительно редка. Вопрос о различиях каспийского комплекса в разных районах Азовско-Черноморского бассейна и об их причинах более подробно рассматривается мной в другой работе (Мордухай-Болтовской, 1960).

### БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЕЛЬТ

У разных дельт Азовско-Черноморского бассейна есть и некоторые общие фаунистические признаки, отличающие их от вышележащих частей реки. Они ясно выражены в нижней (и подводной) части их, которая и является, собственно, настоящей дельтой, и общи дельтам разных типов, а также бассейну Каспия, так как связаны с реликтовыми формами, неспособными распространиться или удержаться в реке выше по течению.

Так, для дельт в их нижней части характерно массовое, сплошное (не очаговое) распространение мизид рода *Paramysis*, особенно подрода *Mesomysis*, а также каспийских кольчатых червей — полихет *Hypaniola* и *Hypania*, хищной пиявки *Archaeobdella*. В Азовско-Черноморском бассейне только в дельтовых озерах (а также в олигогалинных зонах моря и лиманов) наблюдается массовое развитие каспийских кардинид — «адак-мид» — *Monodacna*, *Adacna*.

Совершенно не выходят за пределы дельт и, по-видимому, не могут удержаться выше их вершины полихета *Hypaniola kowalewskyi*, оба вида моллюсков *Adacna* (*A. plicata*, *A. laeviuscula*) (в тех эстуарных системах, в которых они имеются), мизид *Mesomysis intermedia*, кумовые *Volgocuma* и *Caspiscuma*, бокоплавы родов *Gmelina*, *Niphargoides* и некоторые другие формы.

Эти формы могут служить показателями определенного, свойственного дельтам, особенно их нижним отделам, гидрологического режима, может быть, более тонко характеризующими его в среднегодовом или даже среднемноголетнем разрезе, чем имеющиеся данные об уровнях, скоростях, наносах. Именно среди реликтовой фауны в дальнейшем можно рассчитывать подобрать серию таких биологических индикаторов, которые могут помочь расчленению речных и эстуарных систем на отделы и зоны. В ряде случаев вопрос о границах, например, нижнего и среднего течений, верхней и нижней дельт остается неясным или спорным, и зоолог может прийти на помощь при обосновании этих границ. С точки зрения биолога, в нижнем течении реки важно выделить «низовья с реликтами» — область последней трансгрессии — путь, который прошла дельта.

В Понто-Каспии эта область характеризуется наличием каспийских карцид (в азовско-черноморских реках), кольчатых червей и кумовых ракообразных, видимо, совершенно не способных распространяться вверх по течению и являющихся в реке несомненными реликтами. В Дону и, вероятно, в Днепре эта область совпадает с выделяемым многими гидрологами нижним течением реки. Для биолога важно и выделение еще ниже лежащего отрезка «низовьев с нагонами», почти соответствующего приустьевому участку гидрологов. Здесь важно не только нарушение хода кривой уровня, по которой судят о нагонах гидрологи, но и возможность полной остановки течения или даже возникновения отрицательных скоростей, течения вснять, чрезвычайно облегчающего продвижение животных вверх по реке. Однако гидротехническая реконструкция рек, осуществляемая в настоящее время во многих бассейнах, приводит к глубоким изменениям гидрологического режима. Выше плотин образование водохранилищ в связи с заплением ухудшает условия обитания большинства каспийских видов, но в нижних бьефах ослабление интенсивности паводка облегчает возможности расселения вверх по реке и может привести к значительным изменениям в складывавшейся тысячелетиями картине их распространения.

### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1. В устьевой части крупных рек Понто-Каспийского бассейна почти всегда образуются дельты (эстуарии есть только у Буга), среди которых преобладают выдвинутые (дельты нарастания) или переходные к дельтам заполнения — открывающиеся в более или менее ограниченный от моря залив или лиман.

2. Геоморфологически относясь к реке, дельты отличаются пониженными скоростями течения и колебаниями уровня воды, преобладанием процессов аккумуляции, сильным развитием сгонно-нагонных явлений. Находящиеся в пойме водоемы являются преимущественно реликтовыми озерами.

3. Распределение бентоса в рукавах дельт подчинено в общем тем же закономерностям, что и в реке. Однако литофильные биоценозы недоразвиты, псаммофильные богаче, но занимают меньшие площади, чем псаммо-пелофильные, пелофильные (на серых илах) не ограничены затонами, но распространяются на русла, наблюдается увеличенное количество олигохет и дрейссен и уменьшенное — тендипедид.

В мелководной зоне, осушаемой сгонами, образуется специфический, количественно очень бедный, биоценоз из мелких тендипедид, олигохет и мизид. Авандельты заселены тоже обедненными биоценозами с преобладанием дрейссены.

4. В дельтах рек Понто-Каспия чрезвычайно большую роль играет реликтовая каспийская фауна. В Азовско-Черноморском бассейне дельты и предустьевые районы являются главным местообитанием каспийской фауны, разнообразие и роль которой в биоценозах уменьшаются и вверх по реке, и в сторону моря. Распространению в сторону моря препятствует ее олигогалинность, в сторону реки — течение, особенно в период половодья, а для форм, совершающих вертикальные суточные миграции, и в другие сезоны. Постоянный снос фауны вниз по течению приводит к тому, что дельты являются вообще областью аккумуляции фауны и населены более богатыми в количественном и видовом отношении биоценозами.

5. В различных эстуарных системах Азовско-Черноморского бассейна каспийская фауна неодинакова по ее роли в донных биоценозах и по видовому составу. В общем районы с более постоянными экологическими условиями богаче, чем более изменчивые.

Однако для всех дельт Понто-Каспия можно указать общие характерные черты: сплошное распространение мизид и полихет и наличие некоторой фауны дельт, не встречающихся выше вер-

# Л И Т Е Р А Т У Р А

- А р х а н г е л ь с к и й А. Д. и Н. М. С т р а х о в. 1938. Геологическое строение и история развития Черного моря. — Изд-во АН СССР.
- Б е н и н г А. Л. 1924. К изучению придонной жизни р. Волги. — Изд-во Волжск. биол. станции.
- Б и р ш т е й н Я. А. 1945. Годовые изменения бентоса Северного Каспия. — Зоол. журнал, т. XXIV, вып. 3.
- Б и р ш т е й н Я. А. 1947. Понятие реликт в биологии. — Зоол. журнал, т. XXVI, вып. 4.
- Д е р ж а в и н А. И., Д е к с б а х Н. К., Л е п н е в а С. Г. 1921. Каспийские элементы в фауне Верхней Волги. — Труды Ярославск. естественно-историческ. об-ва, т. III, вып. 1.
- Ж а д и н В. И. 1940. Фауна рек и водохранилищ. — Труды Зоол. ин-та АН СССР, т. V, вып. 3—4.
- Ж а д и н В. И. 1950. Жизнь в реках. — Жизнь пресных вод СССР, т. III.
- З е н к е в и ч Л. А. 1947. Фауна и биологическая продуктивность моря. Т. II. — Изд-во «Советская наука».
- И д е л ь с о н М. С. 1941. Зообентос пойменных водоемов дельты Волги. — Труды Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. XVI.
- К л е н о в а М. В. 1948. Геология моря. — Москва.
- К о с о в а А. А. 1958. Состав и распределение зоопланктона и бентоса в западной части низовьев дельты Волги. — Труды Астраханск. заповедника, вып. IV.
- Л а с т о ч к и н Д. А. 1949. Динамика донного населения равнинных водохранилищ. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. I.
- Л и с и ц и н К. 1933. К строению долины р. Маныча. — Труды Международ. Конференции Ассоциации по изучению четвертичн. периода, вып. 3.
- М а р к о в с к и й Ю. М. 1953. Фауна беспозвоночных низовьев рек Украины, условия ее существования и пути использования, ч. I. Водоемы дельты Днестра и Днестровский лиман. — Киев.
- М а р к о в с к и й Ю. М. 1954. Фауна беспозвоночных низовьев рек Украины, условия ее существования и пути использования, ч. II. Днепровско-Бугский лиман.
- М а р к о в с к и й Ю. М. 1955. Фауна беспозвоночных низовьев рек Украины, условия ее существования и пути использования, ч. III. Водоемы Килийской дельты Дуная.
- М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д. 1940. Состав и распределение донной фауны в водоемах дельты Дона. — Труды Азово-Черноморск. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. 12, часть 2.
- М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д. 1948. Распределение бентоса в дельте Днепра. — Зоол. журнал, т. XXVII, вып. 5.
- М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д. 1952. О вселении нового вида краба в бассейн Дона. — Природа, № 1.
- М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д. 1957. О суточных вертикальных миграциях донных беспозвоночных в Дону. — Труды проблемных и тематических совещаний Зоол. ин-та АН СССР, вып. VII.
- М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д. 1960. Каспийская фауна в Азовско-Черноморском бассейне. — М., Изд-во АН СССР.
- О с т р о у м о в А. А. 1902. Жизнь южно-русских морей. — Изд-во Казанск. ун-та.
- С а м о й л о в Н. В. 1952. Устья рек. — Географиздат. Москва.
- Ч у г у н о в Н. Л. 1923. Опыт количественного исследования продуктивности донной фауны в Сев. Каспии и водоемах дельты Волги. — Труды Астрахан. ихтиол. лаборатории, т. V, вып. 1.
- Щ у к и н И. С. 1938. Общая морфология сумм. Т. II.
- В а с с е с с о М. 1940. Les mysidacés des eaux roumaines. — Ann. scient. Univ. Jassy, v. 26, f. 2.
- В а с с е с с о М. 1948. Quelques observations sur la faune benthonique du défilé roumain du Danube... — Ann. Scient. Univ. Jassy, v. 31.
- Д у д и ч Е. 1947. Die höheren Krebse (Malacostraca) der Mittel-Donau, t. 10, f. 4.
- М ü l l e r K. 1954. Die Drift in fließenden Gewässer. — Arch. Hydrobiol., Bd. 49, H. 4.

С. М. Л Я Х О В

**БЕНТОСТОК В ВОЛГЕ У КУЙБЫШЕВА  
ДО ЗАРЕГУЛИРОВАНИЯ ЕЕ СТОКА***Кафедра общей биологии Куйбышевского медицинского института; Куйбышев)*

Под биологическим стоком реки понимают совокупность сносимых течением организмов. Л. М. Бернер (Berner, 1951) предложил именовать сыртоном (syrtón) совокупность бентических организмов, сносимых речным потоком.

Транспортирующая способность реки по отношению к бентическим организмам давно привлекала внимание гидробиологов.

Р. С. Щербаков (1905) в течение нескольких лет изучал фауну весенних береговых наносов р. Оки в районе Серпухова и обнаружил в них огромное разнообразие наземных насекомых (более 200 видов жуков), в значительной части появляющихся за счет оседания из воды вместе с плавающим.

В. А. Раушенбах и А. Л. Бенинг (1912) обратили внимание на присутствие некоторых бентических организмов (амфиподы, нематоды, личинки тендипедид) в зимнем планктоне Волги у Саратова. Вообще в работах по речному планктону почти всегда указывается на присутствие бентонтов в планктоне.

Интересные наблюдения произведены А. Л. Бенингом (1922) над весенней волжской пеной, в которой обнаружено множество организмов, в частности личинки тендипедид и нематоды. Он указывает, что этот временный биотоп характеризуется обилием кислорода и пищевых веществ для населяющих его животных.

О. С. Зверева (1947) отметила своеобразную форму переноса бентоса в виде дендрофильного населения на поверхности и в толще коры бревен, сплавляемых по реке.

Бенсон (Benson, 1955) обратил внимание на снос бентических организмов в форелевых речках Мичигана вместе с образующимся ночью донным льдом, всплывающим в дневное время.

Н. Н. Лишиной (1924) высказано предположение о том, что присутствие речных личинок *Tendipes l. l. reductus* в предустьевом пространстве Дона определяется выносом их с типичных для них речных биотопов, в то время как ниже, в Таганрогском заливе, распространены пелофильные личиночные формы с отростками на VIII сегменте брюшка.

Судьбу донных организмов, выносимых рекой в озеро, и их размещение в конусе выноса проследил Денди (Denny, 1944).

Вопрос о значении донного сноса для формирования речных биоценозов впервые был широко поставлен Е. С. Неизвестновой-Жадиной (1937). Она указала, в частности, на большую вымываемость из грунта пелофиль-



ных форм по сравнению с лито- и псаммофилами, приспособленными к жизни в условиях течения.

В. И. Жадин (1940, стр. 917—918) указывает, что весеннее половодье, размывающее речные и пойменные донные биоценозы, является могучим фактором годичной динамики речного населения. Автором приводятся факты перемещения отдельных форм и целых биоценозов на несвойственные им биотопы в результате весеннего половодья. В другой работе Жадина (1940а) имеются данные о сравнительно большом количестве личинок тен-динеид ( $4—31$  экз./м<sup>3</sup>), несомых паводочной волжской водой выше Куйбышева.

Специальные исследования сноса донных организмов в течение двух паводков (1940 и 1942 гг.) в Волге у Тетюшей с применением сетей Кори и Расса были предприняты Г. В. Аристовской (1945). Ею в снос обнаружена разнообразная фауна, установлено преобладание одних форм над другими на протяжении паводка. По данным этого автора, количество донных организмов в толще воды не превышало даже на пике многоводного паводка 1942 г. в среднем  $1,9$  экз./м<sup>3</sup>.

Ц. И. Иоффе (1949) для исследования сноса донных организмов в р. Мологе сконструировала специальный прибор, позволяющий собирать материал во всей толще речного потока. При значительном видовом разнообразии фауны сноса автором отмечено преобладание пелофильных пойменных форм. Сделана попытка подсчета общего количества бентических организмов, выносимых Мологой в Рыбинское водохранилище, в котором они, находя благоприятные условия для развития, пополняют кормовые ресурсы дна.

Чрезвычайно существенным является вопрос о снесе донных организмов в р. Амуре, чему посвящена работа Е. В. Борудского (1952). В связи с широким сообщением основного русла Амура с водоемами поймы во время летне-осенних паводков происходит значительный вынос пойменной фауны насекомых в русло реки, где они входят в состав сестона и поедаются рыбами. Для учета сестона использовались обычные планктонные сети. Количественные данные автора, не учитывавшего объем воды, фактически прошедшей через планктонную сетку, несомненно, являются заниженными.

Близкое отношение к рассматриваемому вопросу имеет работа К. И. Шурыгиной (1954) о перемещении донного населения в пойме р. Хопра во время половодья. Автором сконструированы и применены оригинальные приборы. Однако установка их на продолжительное время (до суток) непосредственно на дно водоема не исключает активного заползания в них некоторых бентических организмов. В этом убеждает присутствие в приборах таких крупных моллюсков, как *Viviparus*, перемещение которых под действием течения едва ли возможно. Поэтому количественные данные и выводы автора в некоторых случаях вызывают сомнение.

К. Тарвид с соавторами (Tarvid, Fabiszewska, Szczepanska, 1953) исследовали снос донных организмов в Висле, сконструировав для этого специальную сетку, не учитывавшую, правда, объем профильтрованной воды.

Снос донных организмов в верхней части Днепра исследовал И. П. Лубянов (1955), обнаруживший чрезвычайно разнообразие и количественное обилие бентоса в толще потока во время паводка. Автор считает это явление весьма существенным для формирования бентоса Днепровского водохранилища.

Новые данные по бентостоку Днепра в районе будущего Кременчугского водохранилища опубликованы Ю. М. Марковским и Г. А. Оливариского (1956). Авторы ограничились учетом лишь взвешенных бентических организмов, причем находили их в планктоне в течение всего года. Влекомый

бентос остался неучтенным. Средняя численность бентостока по этим данным невелика и на пике паводка не превышала 2,6 экз./м<sup>3</sup>, хотя цифры эти, может быть, несколько преуменьшены, так как не было учтено количество воды, прошедшей через сетку.

Снос бентических организмов весьма существен в мелких речках и ручьях (Müller, 1954), где быстрое течение может легко сорвать гидробионтов с субстрата. К. К. Нидгем (Needham, 1928) предложил специальную сетку из мелкоячеистой дели для облова всей воды в форелевых речках, содержащей, в частности, немало наземных насекомых, поедаемых форелью.

Ф. М. Мордухай-Болтовской (1957) показал, что в биостоке Нижнего Дона существенное значение имеют вертикальные ночные миграции бентических перакарид, главным образом кумацей и корофинд. По приблизительным подсчетам автора, численность мигрирующих и подхватываемых течением животных составляла 30—35 экз./м<sup>3</sup>. При пересчете на весь летний период это дает 9 т биомассы.

Приведенный выше краткий обзор литературных данных свидетельствует о всеобщности явления сноса донных организмов в реках во время паводка и большом значении его для формирования донных биоценозов как на протяжении самой реки, так и в водохранилищах, создаваемых на реках. Обращает внимание некоторая разноречивость количественных данных. В одних случаях авторы приводят весьма большие цифры сноса (Жадин, 1940; Лубянов, 1955), в других — значительно меньшие (Аристовская, 1945; Боруцкий, 1952, и др.). Оставляя в стороне вопросы методики, достаточно разнообразной и поэтому обуславливающей известную разноречивость полученных данных, следует, по-видимому, признать, что количество взвешенных в толще потока бентических организмов в каждом отдельном случае определяется такими местными условиями, как распределение биоценозов по длине реки, связь основного русла с поймой, промываемость пойменных водоемов и др.

Исследования сноса донных организмов в Волге были предприняты мной в ряде работ по изучению биологического стока р. Волги близ Куйбышева (Ляхов, 1953) и проводились с начала межени 1952 г. до конца паводка 1954 г. В зимний период из-за технических трудностей наблюдения не проводили. Можно достоверно предположить, что при зимней скорости течения снос донного населения происходит в весьма ограниченных пределах. Лишь дефицит растворенного кислорода к концу зимы и возможная в связи с этим вертикальная миграция донных организмов могут привести к сносу их течением.

Для исследования сноса донных организмов был сконструирован специальный прибор — донная ловушка (Ляхов и Жидков, 1953). В процессе работы был выявлен один конструктивный недостаток прибора, заключающийся в том, что зазор между стенкой водомерной трубы и концами лопастей вертушки, составляющий 5 мм, оказался слишком мал. Вследствие этого во время паводка влекомые наносы забивали водомерную трубу и останавливали вертушку, лопасти которой задевали за песок. В этих случаях при подсчете сноса бентоса приходилось ограничиваться временем работы до остановки прибора. В 1953 г. к ловушке были приспособлены подпорки, благодаря которым облавливался придонный слой воды толщиной 10 см (высота входного отверстия ловушки), протекающий на расстоянии 10 см от дна.

Помимо исследования придонного и наддонного слоев воды, которое в 1952 и 1953 гг. проводили в течение всей летне-осенней межени, во время паводков 1953 и 1954 гг. донную ловушку применяли для облова толщи

паводочной воды. При этом ее устанавливали при помощи лебедки на поверхности и в толще воды. Как правило, прибор выдерживали открытым в течение 5 мин. За это время, в зависимости от скорости течения, через него проходило от 0,5 до 3 м<sup>3</sup> воды.

Методика подсчета сноса влекомых донных организмов описана ранее (Ляхов и Жидков, 1953). Для подсчета «секундного расхода» взвешенного составных частей биологического стока, в основу которой положены методы гидрометрии. Подробная характеристика бентоса на участке реки дана в другой работе (Ляхов, 1960а).

Представители почти всех групп речного бентоса, за исключением моллюсков, слишком для этого тяжелых, подхватываются течением и переносятся на нижележащие участки реки. В какой-то степени снос касается и моллюсков, во всяком случае их ранних стадий развития (велигеры *Dreissena*, глохидии *Unionidae*), а также и геммул таких типичных сидячих организмов, как губки, нередко встречающихся в Волге и ее притоках. Вообще различные бентические животные на ранних стадиях развития (оплодотворенные яйца, эмбрионы, первые возрастные стадии личинок насекомых) должны значительно интенсивнее сноситься течением, чем более приспособленные взрослые организмы. Однако донной ловушкой, обтянутой сравнительно редким газом, нельзя учесть эмбриональные стадии животных; для их учета в планктоне требуется специальная методика.

Механизм сноса бентических животных только в общих чертах совпадает с механизмом движения наносов в потоке. Так как скорость течения на многих участках Волги достаточна для того, чтобы взвесить в толще воды такие организмы, как *Corophium* или *Procladius*, то бентос на таких участках Волги должен бы отсутствовать совершенно, как это наблюдается, например, в руслах некоторых среднеазиатских рек. На самом деле этого не происходит в силу того, что большинство лито- и псаммофилов разнообразно приспособлены к условиям существования в реке и только некоторая часть их подхватывается потоком и сносится. В. И. Жадиным (1950, стр. 156—157) дан подробный перечень приспособлений речных бентических форм, среди которых способы прикрепления к субстрату занимают немалое место. Такие приспособления, естественно, не могут быть выражены у пелореофилов, поскольку иловые отложения образуются именно при незначительных скоростях течения. Поэтому пелореофилы в большей степени подвержены выносу течением в толщу воды.

Во время паводков бентические организмы распространены во всей толще речного потока. Результаты подсчета суммарного «секундного расхода» донных организмов во всей массе паводочного потока приводятся в табл. 1.

Из литореофилов на подъеме и пике паводка встречались *Hydropsyche ornatula* и *Corophium curvispinum*, причем первый несколько чаще. По мере спада воды оба вида исчезали из планктона.

Из гаммарид в паводок сносились все три массовых вида, обнаруженных на исследуемом участке реки: *Dikerogammarus haemobaphes*, *Pontogammarus obesus* и *P. sarsi*, а также *P. abbreviatus*, крайне редко здесь встречающийся. Во второй половине паводка, когда при температуре воды 10—15° начинается размножение ракообразных, сносятся главным образом молодь гаммарид. Из олигохет чаще других встречены молодые экземпляры *Limnodrilus*.

<sup>1</sup> Здесь и далее под расходом понимается количество организмов, сносимых течением в секунду.

Наводочный суммарный спос допных организмс

Дата	5.V 1953	9.V 1953	27.V 1953	5.VI 1953	13.VI 1953	6.V 1954	8.V 1954	22.V 1954	17.VI 1954	23.VI 1954
Уровень воды над «0» поста, см . . .	1 168	1 176	1 029	721	509	870	874	844	354	300
Расход воды, м <sup>3</sup> /сек . . .	29 400	30 100	23 000	14 000	9 630	19 800	19 300	18 000	7 110	5 860
Средняя скорость течения, м/сек .	1,48	1,65	1,31	1,02	0,88	1,26	1,23	1,18	0,98	0,83
Температура воды, °C . .	8,2	10,6	14,8	16,7	20,2	8,6	9,7	13,4	20,4	21,0
Количество организмов . .	А* Б**	А Б	А Б	А Б	А Б	А Б	А Б	А Б	А Б	А Б
Hydra oligactis	—	—	—	9 679	1,1	139 408	16,0	—	43 567	5,0
Oligochaeta	2 867	3,4	4,9	4 833	0,8	—	—	—	6 771	0,4
Gammaridae	2 636	4,0	55,6	1 254	1,2	1 977	2,0	1 090	—	2 290
Corophium	584	0,6	0,8	—	—	—	—	2 144	—	9 246
Ephemeroptera	903	1,9	—	174	0,2	—	—	—	—	—
Hydropsyche	352	0,3	—	—	—	12 734	298,2	7 407	196	0,2
Simuliidae	—	—	—	39,72	1,6	—	—	713	—	—
Chaoborus	3 838	7,0	16,4	—	—	9 315	17,6	—	—	—
Tendipedidae	15 907	23,3	42,0	9 138	4,3	57 411	157,0	30 883	604	1,2
Culicoides	869	0,5	0,7	—	—	2 913	1,6	1 624	4 483	3,4
Прочие	—	—	—	—	—	1 404	46,7	—	—	—
Всего . . .	28 176	41,0	120,4	29 050	9,2	149 906	43,0	43 861	55 621	10,2
Среднее . . . (мг/м <sup>3</sup> )	1,0	1,4	1,2	2,1 (1,4)***	0,7 (1,1)***	4,6	27,0	2,4	7,8 (1,7)***	1,4 (4,6)***

\* А — численность (в экз./сек) \*\* Б — биомасса (в г/сек) \*\*\* Без Н. oligact



Среди личинок тендинедид в паводочном планктоне явно преобладали пелорео- и пелофильные формы: различные личиночные формы *Tendipes*, *Polypedilum* и *Endochironomus*, *Psectrocladius* ex gr. *psilopterus*, gr. *fuscimanus*, Cr. ex gr. *camptolabis*, *Eukiefferiella* *bicolor* и ряд других. Истинно литореофильные волжские хирономиды *Eukiefferiella* *similis* и *Orthocladius* ex gr. *bathophilus* встречались крайне редко. То же относится и к псаммореофильным формам, из которых сравнительно редко замечалась массовая личинка *Cryptochironomus* *demeijerei*.

На подъеме и пике паводка встречались личинки *Chaoborus* и *Culi- coides*.

Из личинок поденок в паводочном сносе встречались как реофилы (*Hertagenia*, *Ordella* и др.), так и лимнофильные формы (*Leptophlebia*), вынесенные в реку из придаточных водоемов реки и из поймы.

Своеобразным был снос личинок *Simuliidae*. Они появились на спаде паводка при температуре воды около 15°, т. е. сравнительно незадолго до окукливания и массового вылета.

Наконец весьма существенной частью паводочного сноса являлись гидры (табл. 2). *Hydra* *oligactis* — не случайный обитатель каменистых и заиленно-песчаных грунтов Волги. Она в массе появлялась в июне и исчезала в октябре с падением температуры до 10°. Ловушечные сборы показали, что в начале июня, при температуре воды больше 15°, гидры появлялись в планктоне, встречаясь во всей толще воды. Далее, в течение июня, численность их резко возрастала в связи с наличием обычных в толще воды почкующихся особей этих животных. По всей вероятности, гидры и в воде стараются использовать для прикрепления тот или иной субстрат в виде песчинок, «деревяшек» и т. д. Отчасти этим объясняется, что в придонных слоях они встречались в большем количестве, чем у поверхности.

Таблица 2

Распределение гидр в толще воды во время паводка  
(средняя численность по створу, экз./м<sup>3</sup>)

	Год и дата					
	1953			1954		
	13.VI	15.VI	4.VII	17.VII	23.VI	1—2.VII *
Температура воды, °C	16,7	20,2	19,8	20,4	21,0	24,8
У поверхности . . .	0,15	2,7	28,9	4,3	57,2	51,8
На 0,5 м глубины .	—	—	—	—	—	109,8
Над дном . . . . .	1,9	17,9	117,8	12,1	312,8	202,8
В придонном слое .	—	—	—	—	—	336,2

\* Средние данные полусуточных наблюдений.

По данным Ю. П. Рухлядева, производившего одновременно со мной исследования зоопланктона Волги, во время летней межени гидры встречались в планктоне изредка и единичными экземплярами. Значит, в это время они почти полностью переходили к бентическому образу жизни. Подробнее динамика популяции волжских гидр показана в другой работе (Ляхов, 1960б).

Обращает внимание почти полное отсутствие в толще паводочной воды неаммореофила *Proarrus volki*. Лишь единичные экземпляры его замечены в отдельных пробах среди других олигохет, сносимых течением. На это ранее указывала в отношении Нижней Оки Е. С. Неизвестнова-Жадица (1937). Между тем *Proarrus* безусловно является самой массовой формой волжских песчаных грунтов. Следовательно, будучи весьма приспособленным к существованию на подвижных грунтах, он обладает способностью преодолевать взвешивающую силу течения и остается в нижних слоях грунта.

Иная картина наблюдалась в Среднем Днепре (Марковский и Оливари, 1956). В апреле, на подъеме паводка, *Proarrus* резко преобладал в бентостоеке над другими формами, причем секундный расход его вместе с другими олигохетами достигал почти 12 тыс. экз./сек. Это противоречие с моими данными, вероятно, объясняется иными условиями существования на песчаных грунтах Днепра в исследованном авторами участке. Грунты представлены там мелкими и более подвижными фракциями, чем в Волге. В соответствии с этим гораздо интенсивнее идут русловые процессы. Так, изменение отметки дна в результате размыва достигало 155 см, чего никогда не наблюдалось на волжских створах, где дно значительно стабильнее. Естественно, что в таких условиях популяция *Proarrus* не в состоянии была противостоять влекущим и взвешивающим силам речного потока и оказывалась разрушенной полностью.

Донная ловушка с ее сравнительно редким газом не позволяет учесть нематод в толще воды. По данным Ю. П. Рухлядева, нематоды довольно обыкновенны в планктоне Волги. На подъеме паводка 1954 г. численность их составляла в среднем 300 экз./м<sup>3</sup>, а секундный расход — 6,4 млн. экз./сек. В другие годы численность их во время паводка также весьма велика. В межень нематоды встречаются значительно реже, в виде случайных единичных экземпляров. М. М. Левашов (1927), специально исследовавший фауну нематод в планктоне Волги и ее притоков, приводит большой список видов, включающий как водные, так и наземные формы.

Оценивая количество сносимых донных организмов, следует признать, что оно выражается в общем сравнительно скромными цифрами. В паводок 1953 г., в различные сроки, бентонтов, не считая гидр и нематод, в планктоне было в среднем 0,7—1,4 экз./м<sup>3</sup>, в 1954 г. — 1,7—4,6 экз./м<sup>3</sup>. Средняя насыщенность ими является более высокой на подъеме и пике паводка. В это время поток подхватывает пелофильную фауну плесов, воложек, затонов, береговых заструг, а также выносит в русло некоторых пойменных обитателей. Затем она несколько убывает, а к концу паводка, с подъемом температуры воды до 15° и более, повышается за счет сноса молоди бокоплавов, личинок, тендипедид, появляющейся с началом размножения гидробионтов.

Что касается общей биомассы бентических форм, сносимых паводком в толще воды, то на подъеме и пике паводка она составляла в 1953 г. 64—120 г/сек., в 1954 г. — 208—584 г/сек. В дальнейшем биомасса уменьшалась соответственно до 29 и 22 г/сек. К концу паводка расход биомассы должен был бы стать наименьшим в связи с весьма ограниченным количеством бентических организмов, сносимых в толще воды летом. Однако эта плавность снижения была нарушена массовым развитием гидр. Поэтому расход биомассы бентоса к концу июня резко возрос, достигнув в 1954 г. почти 175 г/сек.

Сбор влекомого бентоса во время паводков представляет значительные трудности. В паводок 1953 г., в связи с сильным влечением наносов, заносивших донную ловушку, последняя непосредственно на дно не опу-

калась. В паводок 1954 г. удовлетворительные результаты в зоне песчаных грунтов удалось получить только на спаде паводка, а также в течение не представляется возможным подсчитать общий расход влекомого бентоса по всему створу. Поэтому ниже приводятся данные лишь на 1 м<sup>3</sup> придонной воды.

В зоне камней донный снос организмов по видовому составу существенно не отличается от сноса в толще воды. Чаще здесь замечены пелофилы *Tendipes* f. l. *thummi* и *Procladius*, встречаются *Culicoides*, *Chaoborus*, *Polypedilum* ex gr. *nubeculosum*. Что же касается литореофилов, т. е. обитателей того самого биотопа, на котором в момент наблюдения находилась ловушка, то они даже в самом придонном слое воды были представлены единичными экземплярами. Лишь однажды во время спада паводка (23 июня) на 1 м<sup>3</sup> придонной воды приходилось 40 экз. сравнительно крупных *Corophium* (средний вес 4 мг). Однако это скорее результат естественного отмирания взрослых особей, перезимовавших и отродивших новое поколение, чем вынос течением живых бокоплавов.

Встречались также олигохеты, поденка *Leptophlebia*, а в соответствующие периоды паводка — гидры и *Similidae*.

Количество влекомого по дну бентоса больше, чем сносимого в толще воды: в первом случае на 1 м<sup>3</sup> воды приходилось в общем от 2,4 до 22,2 экз., а во втором — от 2 до 4,2 экз.

Немногие данные, полученные в зоне песка, показывают, что псаммореофил *Proarrarus volki* почти не обнаружен во влекомых наносах. Так, 8 и 22 мая ловушкой в донном и наддонном слоях удалось взять четыре пробы с влекомым песком, причем во всех случаях *Proarrarus* в пробах отсутствовал совершенно. На спаде паводка, 17 июня 1954 г., на стрежне реки при наличии в ловушке песка, и в придонном, и в наддонном слоях, *Proarrarus* также отсутствовал, и лишь ближе к берегу при скорости течения 0,76 м/сек. он был обнаружен в количестве 330 экз./м<sup>3</sup> над дном и 152 экз./м<sup>3</sup> — в придонном слое. Неделей позже при средней скорости течения по створу 0,83 м/сек. влечение наносов по дну настолько снизилось, что песок не препятствовал работе донной ловушки. Из четырех проб в одном случае численность влекомого *Proarrarus* составляла 15 экз./м<sup>3</sup>.

В том, что *Proarrarus* во время паводка не находится во влекомых наносах, убеждают также дночерпательные пробы. Песчаные грунты, состоящие в это время из среднепесчаных влекомых фракций, лишены *Proarrarus*. Из совокупности этих фактов вытекает, что с наступлением паводка и переходом песчаных грунтов во влекомое состояние популяция *Proarrarus* в своей массе уходит из поверхностных слоев грунта в более глубокие, где влияние течения не является столь выраженным. Несомненно, какая-то часть популяции вымывается, но большинство особей сохраняется и по мере падения скорости течения и прекращения интенсивного влечения наносов вновь поднимается в поверхностные слои грунта. С повышением температуры воды черви начинают размножаться и уже к началу межени достигают свойственного им численного обилия.

Вместе с тем среднепесчаные влекомые грунты, как указывалось выше, нередко содержали личинки *Cryptochironomus demejerei* и другие близкие к ним формы этого рода. По-видимому, эти псаммореофилы сносились в большей степени, чем *Proarrarus*. Все остальное население песка при значительных паводочных скоростях течения переходит во взвешенное состояние.

На спаде паводка в придонном слое встречены гидры, из олигохет — *Stylaria lacustris*, *Chaetogaster diaphanus* и некоторые другие *Naididae*,

из поденок — *Ordella*, из гаммарид — молодь *Pontogammarus sarsi* и *Dikerogammarus haemobaphes*, из тендинедид — *Cryptochironomus demejerei*, *Cr. ex gr. fuscimanus*, *Cricotopus latidentatus*, *Eukiefferiella bicolor*.

Общее количество влекомых бентических организмов составляло 3,8—15 экз./м<sup>3</sup> при биомассе 4—12 мг/м<sup>3</sup>. Численность гидр в придонной воде достигала 780 экз./м<sup>3</sup>.

Рассмотрим материалы по придонному сносу во время летне-осенней межени, когда донная ловушка опускалась непосредственно на грунт (табл. 3).

В отличие от паводка, в межень фауна донного сноса почти не отличалась от той, которая населяет речные биотопы на исследуемом участке.

Особи *P. volki* встречались довольно постоянно летом в донном сносе. В это время его популяция населяет самые поверхностные слои грунта, откуда может происходить вымывание отдельных особей. Кроме того, летом идет естественное отмирание состарившихся особей.

Характерной частью летнего сноса являлась *Stylaria lacustris*. Из других олигохет в снесе замечены *Nais behningi*, *Dero* sp., *Orhidonais serpentina*; из поденок — *Heptagenia* и *Ordella*; из тендинедид — обычные на исследовавшемся участке *Cryptochironomus rolli*, *Cr. demejerei*, *Cr. macropodus*, *Cr. ex gr. fuscimanus*, *Cricotopus latidentatus*, *Orthocladus bathophilus*, *Eukiefferiella similis*, *E. bicolor*, а из пелофилов — сравнительно редко *Polypedilum ex gr. nubeculosum*, *Tendipes* f. l. *thummi*, *Cricotopus ex gr. silvestris*. Гаммариды были представлены всеми четырьмя названными выше видами.

Нектобентические личинки *Chaoborus*, свойственные стоячим водоемам, в реке сплывали также в придонном слое.

Не часто встречаются в меженном снесе такие литореофилы, как *Corophium* и *Hydropsyche*. Довольно обыкновенны гидры.

«Секундный расход» биомассы сносимых организмов сравнительно невелик и составлял в 1953 г. по различным срокам 0,17—1,78 г/сек.

Путем интерполяции от фактически замеренных «расходов» биомассы для каждого дня получены средние цифры секундного бентостока. На их основе вычислены среднедекадные показатели секундного бентостока. Путем перемножения их на среднедекадный расход воды и умножения на количество секунд в декаде получены декадные величины бентостока. Их сумма составила суммарный бентосток за время паводка.

Результаты подсчета бентостока даны в табл. 4, причем из общей суммы гидры выделены в скобки, так как сток их несколько специфичен.

Бентосток за время паводка составил в 1953 г. около 400 т, в 1954 г. — более 1200 т. Вместе с тем общий ход паводочного бентостока оба раза протекал одинаково. Прежде всего характерно увеличение стока в начале паводка, когда резко возрастает динамическая сила потока. Пик бентостока совпадает с пиком паводка. Далее «расход» биомассы бентоса падает. Второй пик, связанный с массовым появлением в планктоне гидр, наблюдался в третьей декаде июня. Вместе с тем сток бентоса в это время несколько увеличился за счет сноса молодых ракообразных и насекомых. С повышением температуры воды в это время начинается размножение гидробионтов, а скорость течения еще достаточно велика, чтобы оторвать молодые организмы от дна и перевести их во взвешенное состояние.

Бентосток за летне-осенний период 1953 г. подсчитан как сумма ежедневных секундных расходов биомассы бентоса, полученных путем интерполяции от фактически замеренных. Бентосток в течение летне-осенней



Таблица 3

Общий донный снос организмов в межень 1952 и 1953 гг.\*

Дата	27.VI 1952	9.VII 1952	14.VII 1952	4.VIII 1952	5.IX 1952	4.X 1952	4.VII 1953	4.VIII 1953	25.VIII 1953	21.IX 1953	16.X 1953
	А	А	А	А	А	А	А	А	А	А	А
Уровень воды над «0» поста	662	282	242	234	147	276	294	164	128	238	498
Расход воды, в м <sup>3</sup> /сек . . . .	13 300	5730	5150	5160	3940	5840	5730	4080	3600	5040	9560
Средняя скорость течения, в м/сек . . . . .	1,00	0,83	—	—	0,71	0,86	0,84	0,74	0,70	0,81	1,04
Температура воды, °С . . . .	22,0	21,8	22,6	22,4	14,9	10,3	19,8	24,8	21,0	11,4	6,2
Количество организмов . . . .	А	А	А	А	А	А	А	А	А	А	А
А	Б	Б	Б	Б	Б	Б	Б	Б	Б	Б	Б
Hydra oligactis . . . . .	288	2462	—	244	216	32	6888	799	307	57	—
Proprappus volki . . . . .	412	203	—	714	3574	170	—	—	270	219	—
Oligochaeta . . . . .	—	26	7	—	12	—	88	104	7	10	—
Gammaridae . . . . .	134	182	456	269	105	47	120	—	151	207	782
Corophium curvispinum . . . .	—	134	195	416	376	58	—	—	—	9	27
Ephemeroptera . . . . .	—	93	18	—	—	9	17	—	—	—	—
Hydropsyche ornatula . . . .	—	31	22	14	—	28	—	—	—	—	—
Chaoborus . . . . .	44	9	18	14	—	—	—	—	—	—	—
Tendipedidae . . . . .	403	413	123	24	23	—	139	—	48	17	75
Прочие . . . . .	—	—	38	8	—	16	17	—	7	9	—
В с е г о . . . . .	931	3253	577	1703	4306	368	7301	1042	790	528	884

\* Выведение выловленных организмов в 1952 г. не производилось.

Т а б л и ц а 4

Сток бентоса за время паводка (в тоннах)

Год и декада		Месяц				Всего за время паводка
		IV	V	VI	VII	
1953	I	—	57,6	19,3 (4,8)	37,8 (32,6)	—
	II	2,3	91,1	41,9 (22,1)	—	—
	III	24,3	67,2	55,1 (42,6)	—	—
Всего за 1 месяц		26,6	215,9	116,3 (69,5)	37,8 (32,6)	396,6 (102,1)
1954	I	—	342,3	60,3	41,0 (34,7)	—
	II	36,1	198,9	32,2 (19,3)	—	—
	III	231,7	159,7	123,0 (104,9)	—	—
Всего за 1 месяц		267,8	700,9	215,5 (124,2)	41,0 (34,7)	1225,2 (158,9)

межени в 1953 г. составлял в июле —1,9 т, августе —1,1 т, сентябре—3,6 т, октябре — 2,5 т, ноябре — 0,7 т. Всего за период с июля по октябрь — 9,8 т.

Если пренебречь подледным периодом, когда бентосток не может быть значительным, общий сток бентоса за 1953 г. составил 406,4 т, из которых 98% приходилось на время паводка. Следовательно, паводок является решающим в сносе бентоса.

### ВЫВОДЫ

1. Снос бентоса во время весенних паводков идет главным образом в виде взвешенных бентических организмов. Влекомый бентос в зоне камней составляет весьма незначительную часть в общей массе бентостока. В зоне песка влекомый бентос не обнаружен. Бентосток складывается в это время как из пелофильных форм, так и из псаммо- и литореофилов, причем первые преобладают.

2. Источники паводочного бентостока многообразны. Пелофилы и пелореофилы вымываются из илистых грунтов береговых заструг, плесовых участков реки, воложек, пойменных водоемов, заливаемых во время паводка. Литореофилы, приспособленные к существованию на твердых грунтах, в отдельных случаях могут отрываться от субстрата и переходить в бентосток. Псаммореофилы, характеризующиеся массовой численностью на песчаных грунтах Волги, сравнительно немногочисленны в бентостоке вследствие их способности зарываться в более глубокие слои песчано-гравелистого грунта.

3. Средняя численность бентических организмов в толще воды, не считая гидр, в различные моменты паводка составляет 0,7—4,6 экз./м<sup>3</sup> при биомассе 0,7—27,0 мг/м<sup>3</sup>.

4. Меженный бентосток выражен преимущественно влекомым бентосом и состоит в основном из реофилов, населяющих дно реки. В толще воды

бентические организмы встречаются лишь в виде случайных организмов. Помимо отрыва от дна живых особей, в это время, по-видимому, происходит вымывание из грунта состарившихся и отмерших особей.

5. За 1953 г. бентосток суммарно составил 406,4 т, из которых 98% пришлось на паводок. В 1954 г. паводочный бентосток составил 1225,2 т.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Аристовская Г. В. 1945. О значении сноса донных организмов р. Волги. — Труды Об-ва естествоиспытателей при Казанском ун-те, т. VII, вып. 1—2.
- Бенинг А. Л. 1922. О весенней пене на Волге и ее жизни. — Русск. гидробиол. журнал, т. I, № 11—12.
- Борущий Е. В. 1952. Сестон бассейна Амура и его роль в питании амурских рыб. — Труды Амурск. ихтиол. экспедиции, т. III.
- Жадин В. И. 1940. Фауна рек и водохранилищ. — Труды Зоол. ин-та АН СССР, т. V, вып. 3—4.
- Жадин В. И. 1940а. Жизнь в Куйбышевском водохранилище. — Природа, № 6.
- Жадин В. И. 1950. Жизнь в реках. — В кн.: «Жизнь пресных вод СССР», т. III.
- Зверева О. С. 1947. Животное население сплавных бревен и бентос лесосплавного участка реки. — Доклады АН СССР, т. VI, № 6.
- Иоффе Ц. И. 1949. К методике изучения сноса бентических организмов рекой и его роль в заселении водохранилища. — Известия Всесоюз. научно-исслед. ин-та озерного рыбн. хоз-ва, т. XXIX.
- Левашов М. М. 1927. О нематодах, встречающихся в пробах волжского планктона. — Русск. гидробиол. журнал, т. VI, вып. 8—10.
- Липина Н. Н. 1924. О хирономидах предустьевого пространства Дона. — Русск. гидробиол. журнал, т. III, вып. 11—12.
- Луб'янов І. П. 1955. Знос донної фауни р. Дніпра і значення цього явища у формуванні фауни Дніпровського водоймища. — Доповіді Академії наук УРСР, № 2.
- Ляхов С. М. 1953. Комплексное изучение биологического стока р. Волги. — Зоол. журнал, т. XXXII, вып. 3.
- Ляхов С. М. 1960а. Бентос р. Волги у Куйбышева и его динамика. — Труды Ин-та биологии водохранилищ АН СССР, т. 3 (6).
- Ляхов С. М. 1960б. Гидры в бентосе и планктоне Волги. — Зоол. журнал, т. XXXIX, вып. 4.
- Ляхов С. М. и Жидков Л. Ф. 1953. Донная ловушка — прибор для изучения сноса донных организмов в речном потоке. — Зоол. журнал, т. XXXII, вып. 5.
- Марковский Ю. М. и Оливари Г. А. 1956. Бентосток и динамика бентоса среднего Днепра в вершине будущего Кременчугского водохранилища. — Зоол. журнал, т. XXXV, вып. 6.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д. 1957. О суточных вертикальных миграциях донных беспозвоночных в Дону и значение их в биостоке рек. — Труды проблемных и тематических совещаний ЗИН СССР, т. VII.
- Неизвестнова-Жадина Е. С. 1937. Распределение и сезонная динамика биоценозов речного русла и методы их изучения. — Известия АН СССР, серия биол., № 4.
- Раушенбах В. А. и Бенинг А. Л. 1912. Заметка о зимнем планктоне р. Волги под Саратовом. — Работы Волж. биол. станции, т. IV, вып. 1.
- Шурыгина К. И. 1954. Движение донной фауны под действием весеннего половодья в пойме р. Хопра. — Ученые записки Кабардинского пед. ин-та, вып. 6.
- Щербаков Р. С. 1905. Об исследованиях окского наноса в Серпуховском уезде Московской губернии. — Дневник зоол. отд. об-ва любителей естествознания, антропологии и этнографии, т. III, № 6.
- Venson N. G. 1955. Observations on anchor ice in a Michigan trout stream. — Ecology, v. 36, N 3.
- Berner L. M. 1951. Limnology of the lower Missouri River. — Ibid. v. 32, N 1.
- Dendy J. S. 1944. The fate of animals in stream drift when carried into lakes. — Ecol. Monographs, v. 14, N 3.
- Müller K. 1954. Die Drift in fließenden Gewässer. — Arch. Hydrobiol., B. 49, H. 4.
- Needham K. K. 1928. A net for the capture of stream drift organisms. — Ecology, v. IX.
- Tarvid K., Fabiszewska J., Szszepeńska W. 1953. Uwagi o makrofaunie unoszonej w Wisle. — Polsk. arch. hydrobiol. v. 1 (XIV).

**Н. К. Д Е К С Б А Х**

**ВЛИЯНИЕ ВНУТРИВЕКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ  
УРОВНЯ ВОДЫ НА ГИДРОБИОНТОВ  
КУРОРТНЫХ ВОДОЕМОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.  
ОЗЕРО ГОРЬКОЕ КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ  
ЩУЧАНСКОГО РАЙОНА**

*(Свердловский сельскохозяйственный институт; Свердловск)*

Западная Сибирь, Казахстан и прилежащие территории являются классическим местом, где периодически проявляются внутривековые колебания уровня воды степных озер. Около 70 лет назад Э. А. Брикнер (Brückner, 1890) поставил существование таких периодов в зависимость от периодов климатических колебаний, которые и получили название «периодов Брикнера». Данному вопросу затем было посвящено много работ.

А. В. Шнитников (1950), написавший недавно монографию по внутривековому колебанию уровня степных озер, указывает: «сейчас нет почти ни одного автора, пишущего на любую тему, как-либо связанную со степными озерами этих территорий, который не коснулся бы вопроса об упомянутых периодах» (стр. 28).

Имеется немало данных, касающихся влияния колебаний уровня на площадь озер, на конфигурацию их берегов, минерализацию воды; наблюдений же, касающихся влияния этих колебаний на организмы, в частности на гидробионтов, значительно меньше. Известно еще с XVIII в. (А. В. Шнитников, 1950), что в периоды повышенной активности водного баланса гибнет лес на берегу. Указывается, что рыбы в некоторых случаях являются отличными показателями различного состояния уровня озер (Шнитников, 1950; Иоганзен, 1951), однако почти не имеется данных о том, как отражается повышенная активность водного баланса на других гидробионтах.

В слабо соленом озере Горьком ( $S = 2^\circ$  Боме; окружность 8 км) внутривековые колебания уровня воды проявляются очень резко и многогранно. Влияние их сказывается на площади водоема, морфологии, морфометрии берегов, на прибрежном лесе, высшей водной растительности, водорослях, планктоне и бентосе, минерализации воды, озерной грязи, наконец, на сооружениях и постройках, связанных с эксплуатацией лечебного водоема (эстакада для забора грязи и купальни).

О колебаниях уровня водоема за последние десятилетия можно судить по данным, приведенным в табл. 1.

Наблюдавшаяся на этом озере за последнее время картина изменений уровня полностью соответствовала тому, что имело место и на всем обширном озерном пространстве Ишимо-Иртышья (Тычино, 1953).



Т а б л и ц а 1  
Изменения толщины слоя рапы (Р) в озере Горьком по годам  
(в м)

Год, месяц	Р	Год, месяц	Р
1915 —	1,80	1942, IX	2,75
1925 —	1,50	1943, IX	2,80
1926 —	3,50	1944, X	2,75
1927 —	3,50	1946, IX	3,25
1931, IX	2,75	1947, X	3,85
1935 —	2,15	1951, IX	4,00
1936, IX	1,80	1953, X	4,19
1937, X	2,10	1954, X	4,16
1938, IX	2,08	1955, X	4,01
1939, X	2,05	1956, X	4,20*
1940 —	1,85		

\* Среднегодовой уровень озера 4,01 м.

По данным В. О. Клера (1929), в более отдаленные времена уровень оз. Горького также неоднократно подвергался колебаниям. Так, в первой половине XIX в. он был низким, а с начала 60-х годов, в частности в 1854 г., стал быстро повышаться. Клер, производивший бурение на озере, отмечает периоды большого и малого усыхания озера и период наибольшего наполнения его. Приблизительно в XVII в. озеро имело уровень воды ниже современного приблизительно на 1,5 м. В качестве доказательства Клер указывает, что в юго-восточной части озера произрастал сосновый лес.

По Н. Н. Ефремову (1929), в результате усыхания озера в 1925 г. мелководный восточный берег обнажился на 37 м, а северный — на 13 м. С 30-х до начала 40-х годов текущего столетия южный, юго-западный и северо-западный берега озера были покрыты молодым березовым лесом с примесью осины. В настоящее время этот лес в значительной мере погиб,

Т а б л и ц а 2  
Минерализация рапы озера Горького

Год, месяц	Общая минерализация рапы (г/л)	Год, месяц	Общая минерализация рапы (г/л)
1925, VII	32,98	1940, IX	45,00
1931 —	44,84	1947 (среднее за год)	22,00
1933 —	38,00	1951 —	19,00
1936, IX	47,20	1952, VIII	18,47
1937, III—IV	59,60	1953, VII	19,30
1938, IX	47,00	1954, VI	19,40
1938, III—IV	57,40	1954, VII	20,14
1939, III—IV	65,50	1954, IX	21,07
1939, IX	45,50		

о нем напоминают лишь торчащие из воды стволы отмерших деревьев. Специальная эстакада с узкоколейкой для подвоза лечебной грязи, начинавшаяся в 50 м от берега, уже в 1953 — 1954 гг. была также затоплена.

В связи с колебанием уровня воды изменяется и минерализация озера Горького, о чем можно судить по табл. 2, составленной с привлечением данных В. В. Энштейна и А. А. Астапкиной (1936).

О величине минерализации водоема в XIX в. и в предыдущих веках можно судить лишь косвенно, так как химические анализы производились только в XX столетии. О незначительном количестве солей в воде оз. Горького в прошлом можно судить на основании находки Клера, обнаружившего в донных отложениях озера кости щуки, как известно, обитающей в совершенно пресной или весьма слабо минерализованной воде. Клер относит свою находку к периоду наибольшего наполнения озера.

Н. Н. Ефремов (1929) указывал, что в первой половине XIX в. на оз. Горьком в засушливые годы происходила садка соли, в начале же 60-х годов водоем начал быстро преснеть, и соленость его через несколько лет уменьшилась настолько, что в 1854 г. в озере была замечена живая рыба. В 1915 г. соленость опять увеличилась; об этом говорят найденные Клером в озере *Artemia salina* (L.) — ракообразные, населяющие, как известно, водоемы с большой концентрацией солей.

Т а б л и ц а 3

Минерализация рапы оз. Горького, выраженная по формуле Курлова-Карстенса

Минерализация рапы	Год, месяц	Минерализация рапы	Год, месяц
$M_{22} \frac{Cl56 \cdot SO_4 36}{Na68 \cdot Mg31 \cdot FeO1}$	1925 —	$M_{18,6} \frac{Cl62 \cdot SO_4 32}{Na69 \cdot Mg29}$	1951, IX
$M_{40} \frac{Cl64 \cdot SO_4 32}{Na75 \cdot Mg25}$	1931, VII	$M_{18,5} \frac{Cl61 \cdot SO_4 32}{Na72 \cdot Mg27}$	1952 —
$M_{38} \frac{Cl64 \cdot SO_4 32}{Na74 \cdot Mg26}$	1933 —	$M_{20,1} \frac{Cl63 \cdot SO_4 31}{Na71,5 \cdot Mg29}$	1953, X
$M_{40} \frac{Cl64 \cdot SO_4 32}{Na74 \cdot Mg26}$	1936 —	$M_{21,4} \frac{Cl63 \cdot SO_4 31}{Na71,8 \cdot Mg28}$	1954, X
$M_{46} \frac{Cl64 \cdot SO_4 33}{Na74 \cdot Mg26}$	1937, X	$M_{22,09} \frac{Cl63 \cdot SO_4 31}{Na71 \cdot Mg29}$	1955, X
$M_{29} \frac{Cl64 \cdot SO_4 32}{Na73,5 \cdot Mg26,5}$	1942, IX	$M_{22,1} \frac{Cl62 \cdot SO_4 31}{Na69 \cdot Mg31}$	1956, X
$M_{22} \frac{Cl63 \cdot SO_4 32}{Na73 \cdot Mg27}$	1947 —		

Несмотря на резкое изменение общей минерализации рапы озера в последнее десятилетие, соотношение ее компонентов осталось тем же или близким к предыдущим годам (см. табл. 3). Проявляется лишь тенденция к ощелачиванию (увеличение  $HCO_3$ ).

Одним из наиболее характерных представителей высшей водной растительности озера Горького является тростник (*Phragmites communis* Trin.). В жизни водоема он играл и раньше, по-видимому, большую роль. В. О. Клер (1929) считает, что оз. Горькое пережило пять периодов. В течение первого периода оно было очень мелководным и почти сплошь покрыто густой растительностью, по всей вероятности тростником и осоками.

Своим достаточно мощным развитием в озере тростник обязан высокому уровню воды за последние годы. В 1931 г. его сильно развитые заросли каймой окружали берега озера, но совершенно не заходили в воду. В 1953 г. на некоторых берегах, например на восточном и южном, еще имелся тростник выше уреза воды, однако основная его масса уже находилась в воде. В районе грязелечебницы, в месте нахождения трубы для забора рапы, тростник продвинулся в глубь озера приблизительно на 100—120 м.

Развитие зарослей тростника в водоеме влечет за собой значительное увеличение численности различных гидробионтов, которые, отмирая, дают обильный материал для грязеобразования. Еще большим источником грязеобразования являются массы отмершего тростника. Безусловно, толщина ежегодно откладывающихся слоев грязи на дне оз. Горького будет теперь больше по сравнению с годами, когда тростник не заходил в воду. В некоторых местах озера изменится и химический состав грязи. Правда, в связи с использованием молодого тростника в хозяйстве курорта (в качестве корма скоту и для покрытия строений) влияние тростника на водоем несколько уменьшается.

В. С. Ивлев (1950) приводит примеры отрицательного влияния зарослей тростника на водоем в целом и на его биологию. Применительно к оз. Горькому в настоящее время этого сказать нельзя.

Помимо тростника, в озере есть два представителя погруженной растительности — рдесты *Potamogeton pectinatus* var. *scoparius* и *P. filiformis* Pers. Первой форме принадлежит руководящая роль, второй — более второстепенная. Большой слой рапы и связанное с ним понижение минерализации до известных пределов благоприятствуют развитию этих растений.

Другой основной формой озера является зеленая нитчатая водоросль, солоноватоводная кладофора (*Cladophora iracta* Kütz.). За последние годы кладофора не раз развивалась в массовом количестве, особенно в 1941—1944 г., и тогда ее использовали в качестве заменителя ваты. Химический анализ кладофоры (Сабо, 1944) показал, что она извлекает из воды ряд солей. Анализ ваты (в воздушно-сухом состоянии) из кладофоры оз. Горького выражается следующими цифрами (в %):

$H_2O$ — 17,8	$F_2O_3$ $Al_2O_3$ — 0,2838
$Na + K$ — 6,606	$Cl$ — 4,5520
$Ca$ — 0,1328	$SO_4$ — 5,6020
$Mg$ — 0,8367	$HCO_3$ — 2,5400
$SiO_2$ — 0,7407	Org. вещество — 60,90

Отмирая, кладофора отдает в водоем, а тем самым в грязь, в значительной мере эти соединения. Судя по микроскопическому анализу, кладофора составляет весьма заметную характерную часть озерных отложений, известных на оз. Горьком под названием бурой пластины.

Согласно И. А. Ветохину (1933), годовое нарастание слоев грязи на дне оз. Горького составляет в среднем 4 мм в год, общая же толща грязевых отложений равна приблизительно 1,5 м.

Следовательно, возраст водоема можно определить в 375—400 лет. В грязи озера сверху вниз отличаются следующие слои: «живой» (пелоген) — толщиной ~ 15 см, «бальнеологический» верхний и нижний — толщина обоих слоев ~ 55 см, бурая пластина ~ 25 см, придонный верхний и нижний — толщина обоих слоев ~ 50 см. Последние три слоя характеризуются запахом  $H_2S$ .

Мною вычислено, что в прошлом начало образования бурой пластины относится к 1743 г., а время окончания ее образования — к 1788 г. На основании сопоставлений литературных данных за XVIII в. А. В. Шнитников (1950) не менее  $\frac{2}{3}$  указанного периода относит к циклу увлажнения или влажному циклу Западной Сибири, т. е. ко времени подъема уровня и, соответственно, сравнительно небольшой минерализации озера. Таким образом, условия массового развития кладофоры в XVIII в. совпадают с таковыми XX в.

Кладофора во время работ на озере занимала большую часть дна водоема, кроме того, она опутывала стебли тростника и рдестов. На дне озера в разных местах кладофора образует двухъярусный и даже многоярусный биоценоз, причем под ее сплошным ковром нередко можно было наблюдать слои пурпурных бактерий, а иногда пленки сине-зеленых водорослей *Oscillatoria* и *Phormidium*. Под влиянием ветра и процессов газообразования в летние месяцы, в июле и августе, целые ковры кладофоры, толщиной до 1 см, поднимаются со всем биоценозом со дна на поверхность. После отмирания кладофора входит в виде остатков также в пелоген, а частично выбрасывается волнением на берег; целые валы ее пришлось наблюдать в июле 1953 г.

Много кладофоры остается в зарослях тростника и рдестов, среди остатков залитого леса и на подводных частях различных сооружений (купальни, эстакады и др.). Измельченные ветровым перемешиванием, отдельные пучки ее и даже нити летом все время находятся в толще рапы; подобное явление наблюдалось на озере и в 1931 г. А. О. Таусон (1953) в течение всех летних месяцев.

Кладофора образует богатый биоценоз. Среди ее нитей и на них обитает масса различных животных и растений: личинок различных двукрылых (*Chironomidae*, *Culicoides*, *Stratiomyidae*), клопов, жуков-плавунцов (*Hydroporus* sp.)<sup>1</sup>, ручейников, стрекоз, гастротрих, клещей, пауков (*Argyroneta aquatica*), коловраток (*Brachionus*), нематод, циклопов, инфузорий, жгутиковых (*Euglena*), мелких диатомовых и сине-зеленых водорослей, а также пурпурных бактерий.

Увеличение массы кладофоры влечет за собой увеличение количества обитающих на ней организмов, что дает материал для более интенсивного грязеобразования.

Дночерпательные станции показали, что на участках дна, где не было кладофоры, удавалось обнаружить лишь небольшое количество представителей макрофауны.

Планктон и бентос также испытывают на себе колебания уровня воды и изменения ее солености, которые в прошлом сказывались и на нектоне (см. выше). Согласно определениям М. Д. Рузского, в августе 1925 г. планктон озера содержал формы, характерные для солоноватых водоемов: *Diaptomus salinus* Daday, *D. asiaticus* Ul., *Heteroscope borealis* Fisch. и *Cyclops bicuspidatus* Claus. В 1926 г. соленость воды, по-видимому, значительно уменьшилась (год был очень дождливым), и августовская проба состояла или из чисто пресноводных форм (*Scapholeberis mucronata*, *Simoscephalus vetuloides*, *S. productus*), или из форм, характерных для солоноватых водоемов (*Daphnia magna*, *D. triquetra*, *Cypris inflata*).

В 1931 г. пробы планктона брались систематически в течение всего лета. По А. О. Таусон (1933), он состоял исключительно из солоноватоводных форм (*Diaptomus salinus*, *Wolterstorffia blanchardi* Richard, *Moina microphthalma* Sars, *Brachionus plicatilis* (Müll.) f. *longicornis* Fad.,

<sup>1</sup> Кроме личинок, в озере обитают и взрослые животные.



*Pedalion lenniscum* Lev., единично попадались *Cyclops bicus* Rehb.). Как все озера континентального типа, оз. Горькое было бедно видами и планктон его претерпевал в течение лета только количественные изменения. Мною пробы планктона были взяты в июле — августе 1953 г., а затем в течение двух лет (1954—1955 гг.) планктон собирался М. М. Крикау.

Несмотря на то что минерализация рапы в 1953 г. снизилась более чем вдвое, видовой состав руководящих организмов сравнительно с 1931 г. остался тем же.

Сохранилось полное тождество не только основных массовых форм, каковыми являются прежде всего *Arctodiaptomus salinus*, *Moina microphtalma*, *Wolterstorffia blanchardi*, *Brachionus plicatilis*, но и форм более второстепенных.

Поэтому для данного периода времени и для данного интервала солености (см. табл. 2) приходится оспаривать приложимость вывода А. О. Таусон, согласно которому как фауна, так и гидрохимические свойства оз. Горького имеют крайне неустойчивый характер. Это связано с тем, что соотношение солей осталось прежним (см. табл. 3).

В течение всего периода работы планктон в основном состоял из ракообразных, среди которых в 1953—1954 гг. наибольшее значение имели веслоногие и ветвистоусые. Иногда к животным примешивались окрашенные жгутиковые. Так, 8 августа 1953 г. в планктоне было отмечено очень большое количество евглен (несколько видов).

Т а б л и ц а 4

Численность (А) и биомасса (Б) планктических организмов оз. Горького в июле — августе 1953 г. в 1 м<sup>3</sup> рапы

Дата	Глубина, м	А (в тыс. экз.)	Б (в г)	Биомасса	
				<i>Arctodiaptomus salinus</i> *	<i>Moina microphtalma</i>
29 июля	0,5	249	~16,310	3,934	12,376
	1,8	188	5,400	1,882	3,516
3 августа	0,2	284	6,520	1,776	4,744
5 »	0,2	104	4,568	2,934	1,634
	4,2	392	~13,000	3,564	9,208

\* Включен вес взрослых и личиночных стадий.

Из табл. 4 видно, что продукционные возможности оз. Горького достаточно велики.

Организмы планктона являются посмертно одними из основных грязеобразователей, однако роль их в этом процессе неодинакова. Например, остатки *Arctodiaptomus salinus* и *Wolterstorffia blanchardi* ни разу не были найдены в грязевых отложениях. И это несмотря на то, что первый вид является самой распространенной формой в течение всего года. Тела этих ракообразных, а также наружный хитиновый покров настолько нежны, что они начинают разлагаться еще в толще рапы, не достигнув дна. От коловратки *Brachionus* в грязи нередко приходилось находить одни только яйца. Следовательно, распад органического вещества в оз. Горьком идет чрезвычайно интенсивно. Применительно к другим минеральным водоемам на это указывали А. И. Дзенс-Литовский

(1950 и 1951), Н. В. Кордэ (1951) и я в работе, посвященной Хому-тинским озерам Челябинской области (Дексбах, 1958).

Бентос оз. Горького представлен различными растительными и животными формами. В его состав входят: пурпурные и сернистые бактерии, сине-зеленые, диатомовые и зеленые нитчатые водоросли, жгутиковые, рдесты, личинки двукрылых насекомых (*Chironomidae*, *Heleidae*) и др. Из хирономид в озере найдены следующие обитатели грязи и ковров кладофоры: *Chironomus* f. l. *thummi*, *Ch.* ex gr. *salinarius*, *Cricotopus maritimus*, *C. riethi* (или *salinarius*), *Ablabesmyia*, *Endochironomus*, *Psectrocladius ischimicus*, *Procladius*, *Macropelopia fehlmanni*, *Clinotanypus*. Из *Heleidae* отмечу *Culicoides*.

Из перечисленных форм первые четыре являются характерными для солоноватых или среднесоленых водоемов (Дексбах, 1956). Остальные формы *Chironomidae*, а также *Culicoides* — пресноводные, а иногда и солоноватоводные личинки, обитающие среди кладофоры, нередко в массовом количестве. Некоторые хирономиды являются прекрасными показателями условий обитаемой среды. Так, длинные отростки на XI сегменте *Chironomus* f. l. *thummi* бесспорно говорят о том, что эти личинки обитают в иле в условиях кислородного дефицита, т. е. на дне оз. Горького обычно преобладают восстановительные процессы.

Повышение уровня в последние годы привело к затоплению новых участков береговой полосы, в грунте которой, среди кладофоры и рдестов, поселились массы хирономид. Они дают много остатков (головные капсулы, ротовой аппарат, хитиновый покров) в грязевые отложения, таким образом, высокая вода способствует увеличению грязеобразования. То же можно сказать и относительно солоноватоводных видов водяных клопов *Sigara assimilis* Fieb. и *Cymatia rogenhoferi* Fieb., встречающихся также в соленых водоемах Нижней Волги, Крыма, Кавказа и Ср. Азии (Кириченко, 1940). Эти виды в большом количестве попадались в оз. Горьком зимой (с ноября) в прорубях, указывая на недостаток кислорода в воде, а летом — среди ковров кладофоры и рдестов.

В заключение приведу перечень микроскопических остатков организмов, встречающихся в различных слоях грязи оз. Горького.

Первый слой — целоген. Остатков мало, преобладает кладофора. Встречаются: яйца *Brachionus*; жвалы, ножки, эфиппиумы, створки *Moina*; створки *Ostracoda*; яйца клопов; головные капсулы, хитиновый покров; хирономид; диатомовые водоросли; пыльца сосны и ели. Кроме того, есть живые нематоды, науплиусы *Wolterstorffia*, инфузории.

Второй слой — бальнеологический. Верхний — остатков очень мало: кладофора, *Oscillatoria*, диатомовые водоросли, пыльца сосны, яйца клопов, створки *Ostracoda* и *Moina*. Нижний — остатков мало: кладофора, пыльца сосны и ели, створки 2—3 видов *Ostracoda* и *Moina*, мелкие хирономусы (головные капсулы), остатки хитинового покрова *Culicoides*.

Третий слой — «бурая пластина». Нити кладофоры — масса; пыльца ели и сосны — много; яйца клопов и *Brachionus* — порядочно.

Четвертый слой — придонный. Во всем слое остатков мало; помимо перечисленных в «бурой пластине» встречаются головные капсулы хирономид и *Culicoides*, эфиппиумы *Moina*.

## ВЫВОДЫ

1. Периодические внутривековые колебания уровня степных водоемов и связанные с ними изменения минерализации воды (рапы), столь характерные для Западной Сибири и Северного Казахстана, прослежи-



ваются и на оз. Горьком — одном из курортных водоемов Щучанского района Курганской области.

2. В многоводные годы площадь водоема увеличивается, соленость уменьшается. За время своего существования (~400 лет) оз. Горькое в такие периоды переходило из группы водоемов слабосоленых в пресные или из среднесоленых в слабосоленые. Видовой состав гидробионтов изменяется соответственно солености воды: в озере обитали и такие пресноводные животные, как щука, и такие показатели значительного осолонения, как *Artemia salina*. В пределах одной степени солености, несмотря на значительные ее колебания, сообщества организмов исследованного водоема как в видовом, так и в количественном отношении мало изменяются, например за последние 35—40 лет.

3. Планктическая продуктивность оз. Горького, находящегося за последние годы в стадии средней солености, достаточна велика и обусловлена массовым развитием лишь очень немногих форм, как это характерно для водоемов подобного типа. Нектон в озере Горьком в настоящее время отсутствует.

4. Анализ микроскопических остатков в исследованных озерных отложениях позволяет заключить, что в различные периоды существования оз. Горького количество его гидробионтов было неодинаково; особенно обильны они были в многоводный период отложения «бурой пластины» между 1743—1788 гг.; в отношении их видового состава наблюдалась довольно близкая картина; однако, например, современный период существования водоема говорит о том, что массовые планктические формы почти не дают остатков в озерные отложения.

5. Процесс распада органического вещества в озере Горьком идет интенсивно, чем и объясняется небольшая толща грязевых отложений (не более 1,5 м), накопившаяся за все время существования этого водоема.

\* \* \*

В заключение выражаю благодарность следующим лицам, оказавшим содействие при выполнении данной работы: Б. А. Вакар (определение высшей растительности), М. Л. Грандильевской-Дексбах (определение хирономид), А. Н. Кириченко (определение водных клопов), М. М. Крикау (сбор планктона в течение более 2 лет и предоставление возможности ознакомиться с годовыми отчетами по химическим работам на оз. Горьком за ряд лет) и С. Н. Уломскому (определение веслоногих ракообразных).

#### ЛИТЕРАТУРА

- В е т о х и н И. А. 1933. Физико-химические свойства, химический и газовый состав рапы озера Горького. — Труды комплекса курортологии Пермского биол. научно-исслед. ин-та. Изучение курорта «Озеро Горькое». Пермь.
- Д е к с б а х Н. К. 1956. Биология растительных и животных организмов, участвующих в грязеобразовании. — Основы курортологии, т. I, глава XV. Медгиз.
- Д е к с б а х Н. К. 1958. Гидробиологическая характеристика озер Хомутинской группы Челябинской области. — Труды Свердловского с.-х. ин-та, т. IV.
- Д з е н с - Л и т о в с к и й А. И. 1950. Геологические условия образования донных иловых галогенных отложений минеральных озер. — Доклады АН СССР, т. LXXII. № 6.
- Д з е н с - Л и т о в с к и й А. И. 1951. Минеральные озера СССР. — Проблемы физической географии, XVII.
- Е ф р е м о в Н. Н. 1929. О химическом составе воды и грязи озера Горького. — В сб.: «Курорты Урала», вып. 1. Свердловск.
- И в л е в В. С. 1950. Влияние тростниковых зарослей на биологию и химический режим водоемов. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. II.



- П о г а н з е н Б. Г. 1951. Колебания уровня равнинных озер Сибири как причина многолетних изменений состава и численности их рыбного населения.— Вторая научная конференция Томского гос. ун-та. Тезисы докладов.
- К и р и ч е н к о А. И. 1940. Настоящие полужесткокрылые (клопы) (Hemiptera).— В сб.: «Жизнь пресных вод СССР», т. I.
- К л е р В. О. 1929. Физико-географическое строение озера Горького.— В сб.: «Курорты Урала», вып. 1. Свердловск.
- К о р д э Н. В. 1951. История озер заповедника «Боровое» в северном Казахстане.— Труды Лаборатории сапропелевых отложений, вып. V.
- С а б о Г. П. 1944. Новый заменитель гигроскопической ваты.— Санитарная служба в дни Отечественной войны. Материалы научных работ эвакогоспиталей УралВО, вып. IV.
- Т а у с о н А. О. 1933. Планктон озера Горького и его биология. Комплексное изучение курорта «Озеро Горькое», III.— Труды комплекса курортологии Пермского биол. научно-исслед. ин-та. Изучение курорта «Озеро Горькое». Пермь.
- Т ы ч и н о Я. И. 1953. О внутривековых колебаниях уровня некоторых бессточных озер Ишимо-Иртышья.— Труды Лаборатории озероведения АН СССР, т. II.
- Ш и п т и н к о в А. В. 1950. Внутривековые колебания уровня степных озер Западной Сибири и Северного Казахстана и их зависимость от колебания климата.— Труды Лаборатории озероведения АН СССР, т. I.
- Ш и п т и н к о в А. В. 1953. О внутривековых колебаниях уровня степных озер на юго-востоке центра европейской части СССР.— Труды Лаборатории озероведения АН СССР, т. II.
- Э п ш т е й н В. В. и А с т а ш к и н а А. А. 1936. Физико-химические наблюдения над рапой и грязью оз. Горького в 1933 г.— В сб.: «Изучение естественных лечебных ресурсов Урала», вып. 1. Свердловск.
- В г ü с к н е r E. 1890. Klimaschwankungen seit 1700. —Wien.
-



**В. С. ИВЛЕВ и В. М. ИВАСИК**

**МАТЕРИАЛЫ ПО БИОЛОГИИ ГОРНЫХ РЕК  
СОВЕТСКОГО ЗАКАРПАТЬЯ**

*(Севастопольская биологическая станция АН УССР  
и Львовский зооветеринарный институт)*

Водоемы Карпат представляют большой интерес как в чистом научно-гидробиологическом, так и в практическом рыбохозяйственном отношении.

Своеобразный гидрологический режим горных потоков, специфическая фауна и полная неизученность их гидробиологических особенностей оправдывают организацию исследований этих водоемов в различных направлениях. Одновременно, являясь местообитанием ценных видов рыб, в первую очередь лососевых — ручьевой и радужной форелей, дунайского лосося, а также хариуса, — горные реки Закарпатья приобретают значение рыбохозяйственных водоемов.

Особый интерес эти реки представляют для организации на них спортивного рыболовства и широкого развертывания рыбоводных, в первую очередь — форелевых, хозяйств.

Данные соображения легли в основу проведенных нами исследований. Из многочисленных рек Закарпатья наиболее полному обследованию подверглись притоки р. Латорицы (В. С. Ивлевым) и Тересвы (В. М. Ивасиком). Использован также материал, собранный студенткой Львовского государственного университета Н. И. Рыжовой под руководством В. С. Ивлева. Кроме того, В. М. Ивасиком изучалось питание ручьевой и радужной форелей и одновременно их паразиты. Общее руководство работой лежало на В. С. Ивлеве.

Ихтиофауна водоемов Закарпатья изучалась О. Гикеш (Hukeš, 1921) и, наиболее обстоятельно, В. Владыковым (1926). На основе опубликованных в книге Владыкова данных написаны статьи В. А. Кононова (1946) и А. А. Протасова (1949), а также краткий, но изобилующий многочисленными погрешностями определитель закарпатских рыб И. И. Колюшева (1949). Питание форелей и хариуса изучал Дык (Дук, 1939а, 1939б, 1951, 1952, 1954); в своих работах он приводит также сведения о распространении и экологии этих видов. Паразитофауна рыб Закарпатья освещена в работах В. А. Захваткина (1951) и О. П. Кулаковской (Кулаківська, 1951). Моллюсками, главным образом в отношении их значения при распространении некоторых паразитов (сосальщиков), занимался В. И. Здун (1951). Прудовому карповому хозяйству Закарпатской области посвящена диссертация Е. К. Власовой (1955). Этим кратким списком исчерпываются работы, освещающие жизнь водоемов Закарпатья.

## ОБЩИЙ ОЧЕРК РЕК ЗАКАРПАТЬЯ

Главнейшими реками южных склонов Карпат являются Уж, Латорица, Боржава, Рика, Тересва, Черная Тисса. Все они, кроме Ужа и Латорицы, впадают в р. Тиссу, приток Дуная. Уж и Латорица являются притоками р. Бодрач, в свою очередь впадающей в Тиссу уже за пределами СССР.

Так как склоны гор довольно пологи, длина ската рек большая (70—100 км от водораздела до прилегающей к горам равнины). Карпаты состоят из нескольких параллельных хребтов (складок), поэтому на пути рек находятся котловины, в которых реки (ручьи) сходятся справа и слева, образуя веер, а затем, соединившись в один поток, прорываются через следующий параллельный хребет узким каньоном-ущельем, чтобы выйти на равнину (рис. 1).

Истоки рек начинаются в горах на высоте 1000—1800 м над уровнем моря. Долины имеют крутые склоны; ложа рек сильно углублены. Русла непостоянные и при наводках нередко сменяют свое положение. Склоны долины покрывает лес или, реже, они заняты пастбищами. Иногда две или больше долины соединяются, образуя небольшие котловины. В этих котловинах построены искусственные водоемы, предназначенные для сплава леса.

В Закарпатье имеется около 30 высокогорных озер общей площадью 150 га и многочисленные минеральные источники («буркуты»).

По данным В. А. Анучина и А. И. Спиридонова (1947), В. Ласки (Láska, 1935), А. Д. Коненко (1952), в бассейне Тиссы в границах СССР насчитывается около 893 рек и потоков (в том числе больших рек), общей протяженностью около 4750 км.

Речки и ручьи Закарпатья занимают восточную и западную части области. Они различаются между собой некоторыми гидрологическими, гидрохимическими и гидробиологическими особенностями. Реки восточной части (Черная Тисса, Тересва, Тересва, Тересва, Рика) имеют горный характер.

В западной части горный характер речек (Боржава, Латорица, Уж) менее выражен. Здесь встречаются многочисленные мелководные участки с относительно тихим течением. Исследуя речку снизу вверх, встречаем участки, имеющие равнинный характер, и участки с признаками типичного горного потока.

Равнинные участки (плесы) характеризуются глубиной в среднем около 1 м, небольшой скоростью течения (до 0,5 м/сек.), илистым дном.

Глубина горных потоков не превышает 0,6 м, изменяется незакономерно. Дно выстлано крупными камнями (0,5—1 м), которые местами в виде плит образуют ступени высотой в 3—4 м. Имеются многочисленные перекааты. Скорость течения обычно не превышает 1 м/сек., во время дождя увеличиваясь до 2 м/сек.

В летний период уровень воды в речках резко падает; во время сильных дождей он иногда повышается до 1—2 м, при этом вода несет с собой много мути, песка, передвигая гальку и даже большие камни. При нормальных летних осадках, по нашим наблюдениям на Тересве и ее притоках, уровень воды повышается на 5—20 см в самом русле речки и на 2—5 см — в притоках. Падение русла речки на верхних участках — значительное, например в р. Тересве — 15,5 м/см в верховьях и 6,04 м/см в низовьях. Среднегодовой модуль стока колеблется от 16 до 28 м/сек. Расход воды меняется в зависимости от сезона года: весной — 41,8%, летом — 24,6%, осенью — 16,3%, зимой — 17,3%.

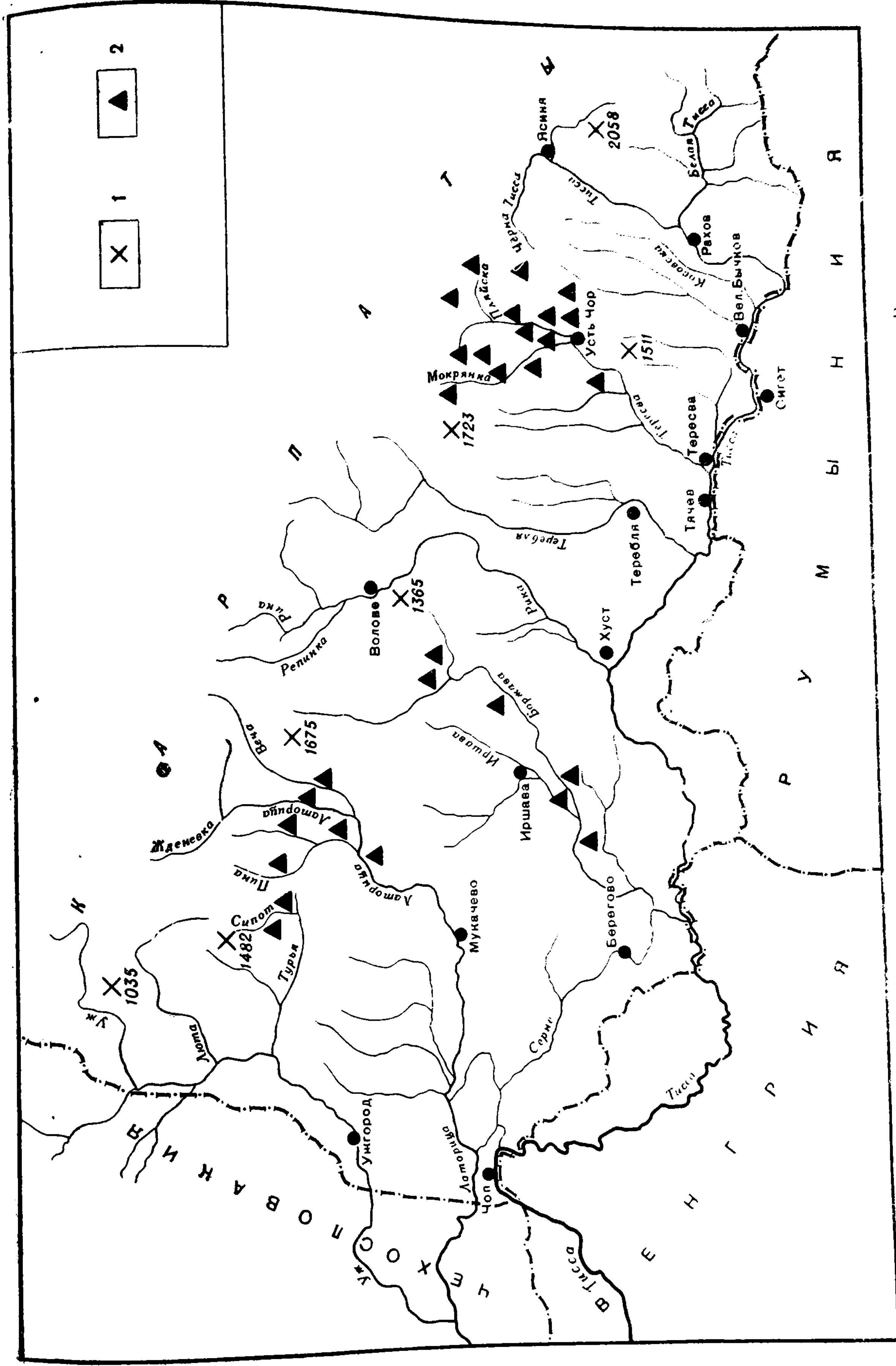


Рис. 1. Схематическая карта Закарпатской области Украинской ССР

X — отметки высот; Δ — места исследований



При понижении уровня воды осушаются значительные участки дна, обнажая камни, что, естественно, влечет за собой гибель оставшихся без воды животных.

Грунты рек и потоков в общем довольно однообразны. В верхних участках дно выстлано камнями и каменными глыбами, в нижних — крупной галькой, которую подстилают гравий и песок. В некоторых местах подстилающим грунтом является глина. В районах медленного течения гальку покрывает тонкий налет ила. На плесах ил разламывается по дну толстым слоем. Иногда встречаются участки с песчаным грунтом.

На многих участках прозрачность воды обычными методами не может быть измерена, поскольку при почти полном отсутствии планктона и небольшой глубине (0,4—0,6 м) дно различимо отчетливо до мельчайших подробностей. На плесах и в нижних участках рек с глубиной свыше 1 м и дном, покрытым слоем ила, вода содержит массу взвешенных частиц и прозрачность равна 35—50 см. Во время даже небольших дождей река превращается в сплошной поток грязно-рыжего цвета. Прозрачность при этом близка к нулю. Непосредственные измерения показали, что в 1 см<sup>3</sup> воды летом в среднем содержится 5,05 г взвешенных веществ, а во время дождя — до 30 г.

Насыщение воды кислородом большое и практически равно 100 %, pH — от 7,0 до 7,5. По А. Д. Коненко (1952), воды рек Закарпатья относятся к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. Минерализация воды слабая: сумма ионов составляет от 100 до 200 мг/л (в р. Тересве — 160 мг/л, Боржаве — 180 мг/л, Латорице — 196 мг/л). Жесткость не больше 10°. Некоторые участки речек загрязнены кусками древесины, коры, иногда опилками. В этих местах бентические животные и рыбы встречаются редко.

Климат Закарпатья приближается к теплему, западноевропейскому, с короткой и мягкой зимой. Средняя годовая температура воздуха — от 4 до 7°, а в горах — от 5 до 6° (бассейн р. Тересвы). Осадков в горной части больше, чем в равнинной: 800—1200 мм против 600—800 мм. Наибольшее их количество (140% от среднемесячного) приходится на июнь.

Относительно низкая летняя температура воды характерна для верхнего течения, так как родниковые воды, дающие начало горным рекам, не успевают еще прогреться. В горных районах прогреваемость затруднена стремительностью течения, близостью гор, значительным поднятием берегов над уровнем моря и нависшими с обеих сторон деревьями и кустарниками. В таких районах температура воды достигает после полудня 11—18°C (в среднем 13,5°), воздуха — 16—23°C. На ниже расположенных участках рек температура воды во второй половине дня составляет 16—21°C, а воздуха 21—26°C. Таким образом, температура воды постепенно повышается от верховьев рек и вниз по течению. Суточные колебания температуры весьма непостоянны: летом они лежат в пределах 2—4,5°. Зимой на короткое время водоемы покрываются льдом, но в местах с быстрым течением ледовый покров не образуется.

Характерной особенностью рек Закарпатья, равно как и его физико-географических особенностей, является быстрая смена условий на сравнительно коротких участках. Переход от типичного горного ландшафта с альпийскими лугами, затем склонов гор, покрытых лесом, и предгорьев к прилегающей равнине занимает от 30 до 50 км. Соответственно изменяется и характер водоемов: от горных потоков до меандрирующих рек с замедленным течением и придаточной системой — поймой. Эта особенность создает почти модельные условия и представляет исключительные удобства для эколого-ландшафтных исследований.



## МЕТОДИКА

Обычные методы количественного сбора проб бентоса при помощи дву-грунтом непригодны. Поэтому нами был применен бентометр в модификации В. С. Ивлева (рис. 2).

Прибор представлял коробку из листовой стали толщиной в 1,5 мм; высота его стенок около 100 см, ширина около 32 см, следовательно, площадь облова равнялась точно 0,1 м<sup>2</sup>. Три угла коробки скреплялись петлями, что позволяло складывать бентометр; перед работой он раскрывался

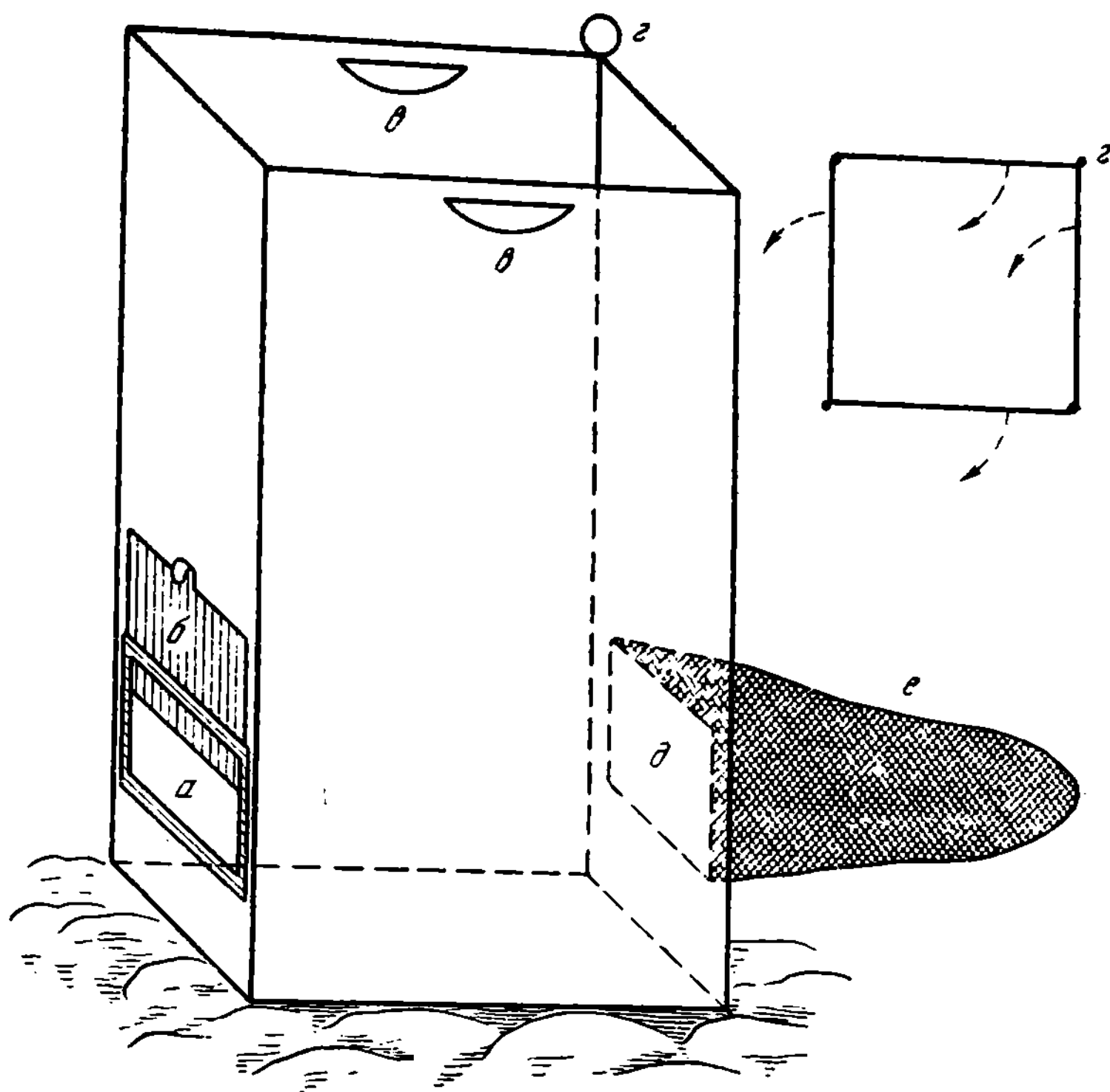


Рис. 2. Схема бентометра

а — окно, располагаемое против течения; б — задвижка; в — прорези — ручки; г — кольцо стержня, скрепляющего разъемный угол; д — окно, закрываемое выдвижной рамкой с мешком из шелкового газа (е). Справа показано положение угловых петель и направлений, по которым складываются стенки бентометра; угол г скрепляется стержнем, который может за верхнее кольцо извлекаться и размыкать стенки

и скреплялся по четвертому углу металлическим стержнем. В двух противоположных стенках были прорезаны прямоугольные отверстия, которые при помощи специальных пазов закрывались: с одной стороны — подвижной задвижкой, устанавливаемой на любой высоте, с другой — выдвижной рамкой с пришитым мешком из миллиметрового планктонного газа № 1.

Для сбора материала прибор устанавливается в реке задвижкой против течения, которая при относительно медленном течении открывается полностью, а при быстром течении — только на 3—4 см. Затем из бентометра извлекаются крупные камни для осмотра на берегу; при этом животные, скрывающиеся между камнями или отпавшие при их извлечении, током воды заносятся в мешок. После того как крупные камни извлечены, рукой взмучивается подстилающая камни галька, и находящиеся животные также оказываются в мешке. Далее рамка с мешком выдвигается и выбирается содержимое мешка.

Животные, собранные с поверхности камней и извлеченные из мешка, образуют одну пробу, которая на месте фиксируется 4%-ным формалином. Подсчет и взвешивание организмов (с предварительным подсушиванием их на фильтровальной бумаге) производили в лаборатории. Для контроля по 20 экземпляров каждой руководящей группы были взвешены в живом состоянии и после фиксации. Оказалось, что за этот срок Plecoptera потеряли 8,6% веса, Ephemeroptera — 4,2%, Trichoptera — 4,2%, Amphipoda — 4,0%. Эти поправки вводили при вычислении биомассы донного населения.

На каждой реке, как правило, брались три станции: в истоке, примерно в середине течения и вблизи устья. Станция состояла из двух — пяти проб, бравшихся в наиболее характерных точках.

В общей сложности было сделано 148 станций, в том числе в бассейне р. Тересвы 97 (на 52 притоках), в бассейне р. Боржавы — 14 (на 6 притоках) и в бассейне р. Латорицы — 37 (на 7 притоках). Расстояния между станциями равнялись: на притоках — 2—3 км, на основной реке — 5—6 км.

Материал по питанию форелей и хариуса собирали с августа по октябрь. Возраст исследованных особей составлял от 1+ до 4+. Рыб вылавливали из горных притоков Тересвы (Яновец, Пляйск, Турбат) и притоков Латорицы (Вича, Малая и Большая Пинья), а также в горных притоках Ужа (Шинот и Шинотик). Каждый полученный пищеварительный тракт рыбы завертывали в марлю и фиксировали 4%-ным формалином. Всего было вскрыто 43 кишечника ручьевой форели, 17 — радужной форели и 45 — хариуса. Пустых кишечника не было.

### ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Небольшая протяженность рек Закарпатья и специфический гидрологический режим их определили особенности видового состава и количества водных животных.

К таким особенностям прежде всего относится почти полное отсутствие планктона как животного, так и растительного. Высшие растения также отсутствуют, и лишь в некоторых местах камни обрастают мхом. Перифитон состоит из зеленых, сине-зеленых и диатомовых водорослей, покрывающих слизистой пленкой открытые поверхности крупных камней.

Основными исходными пищевыми веществами для водных беспозвоночных являются листья прибрежных деревьев и кустарников. Они используются в пищу или непосредственно (гаммаридами), или в виде продуктов разложения — растительного детрита и развившейся на его основе микрофлоры.

Преобладание больших скоростей течения и каменистых грунтов обусловило почти полное отсутствие закапывающихся в грунт животных и широкий набор форм, прочно связанных с поверхностью твердого грунта — камнями.

### Видовой состав бентоса

#### *Список беспозвоночных, зарегистрированных в реках Закарпатья*

Insecta	B. montanus Klap.
	B. subnubilus Curt.
Trichoptera* larvae (18,0—57,0% **)	B. sp.
Agapetus sp. Curt.	Chaetopterix sp.

\* Определения любезно выполнены С. Г. Ленисовой.

\*\* Здесь и далее — частота встречаемости.

*Hydropsyche nevae* Kol.  
*H. ornatula* Mc. L.  
*H. sp.*  
*Helesus sp.*  
*Leptocerus cinereus* Curt.  
*Limnophilus sp.* Leach  
*Notidobia ciliaris* L.  
*Odontocerus albicorne* Scop.  
*Polycentropus flavomaculatus* Pict.  
*Rhyacophila nubila* Lett.  
*Rh. septentrionis* Mc. L.  
*Rh. tristis* Pict.  
*Rh. sp.* Pict.  
*Sericostoma* Letr.  
*Stenophylax stellatus* Curt.  
*S. stellatus f. latipennis* Curt.  
*Ephemeroptera* (larvae/12—40%)  
*Baetis* Leach.  
*Ecdyonurus* (*Ecdyurus*) Etn.  
*Ephemera* L.  
*Habrophlebia* Etn.  
*Oligoneuriella* Imh.  
*Polymitarcys* Etn.  
*Potamanthus* Pictet  
*Rhitrogena* Etn.  
*Torleya* Lest.

*Plecoptera* (larvae/3,2—10%)  
*Perla* Klpk.  
*Coleoptera* (larvae/1,0—2,4)  
*Diptera* (4,7—37,0)  
*Simuliidae* (*Melusinidae*)  
*Blepharoceridae*  
*Chironomidae* (*Tendipedidae*)

#### Crustacea

*Amphipoda* (7,6—44,7%)  
*Gammarus* Fabr.

#### Mollusca (Gastropoda)

*Ancylus fluviatilis* Müll. (0,6—1,2%)

#### Hirudinea (0,6—2,3%)

#### Chaetopoda

*Oligochaeta* (0,7—2,8%)

#### Turbellaria

*Planaria gonocephala* Ret. (0,7—2,2%)

#### Nematomorpha

*Gordius aquaticus* Duj (0,7—0,9%)

Как видно из списка, бентос представлен в основном личиночными стадиями насекомых, господствующее положение среди которых занимают *Trichoptera* и *Ephemeroptera*. Эти же группы и бокоплав являются и наиболее обильными в количественном отношении.

В верхних участках потоков беспозвоночные богаче в видовом и количественном отношении, чем в нижних участках. В горных районах, где ширина русла не превышает 10 м, грунты и глубина прибрежных участков и середины реки почти не различаются и поэтому распределение фауны не зависит от степени удаленности данного участка от берега. В районах более нижнего течения, где ширина русла равняется 30—50 м и больше, разница между прибрежной и срединной частями реки заключается главным образом в постепенном увеличении к середине глубины и скорости течения; изменяются грунт и отчасти температура. Здесь макрофауна почти отсутствует. В прибрежной части реки население богаче. Подобные явления наблюдали Е. Н. Фадеев (1950) на реке Серет и В. Т. Черемисина и И. Д. Шнаревич (Черемисина и Шнаревич, 1955) — на Пруте. Виды родов *Ecdyonurus*, *Hydropsyche*, *Brachycentrus*, *Perla* встречаются повсюду. Роды *Rhyacophila*, *Odontocerus*, *Sericostoma*, *Gammarus*, *Gordius*, *Planaria*, *Ancylus* обнаружены только в верховьях потоков, что, вероятно, связано с влиянием температуры воды (ниже 10°) и грунтом дна (галька и крупные камни). В некоторых истоках рек, в небольших ручьях, на хорошо прогреваемых прибрежных полосах с глубиной 5—10 см, в затишьях между камнями и даже на влажной земле и камнях наблюдаются массовые скопления гаммарид. В срединной части ручьев и потоков этих ракообразных значительно меньше.

### Количественная характеристика бентоса

Главное внимание в наших исследованиях было уделено количественной оценке донного населения. Это вызывалось тем, что точная количественная характеристика бентоса, как правило, отсутствовала даже при специальных гидробиологических исследованиях горных рек (Жизнь пресных

вод, 1950; Бродский, 1935). В частности, при изучении рек северного склона Карпат бентос оценивался по относительному количеству организмов без весовых показателей и пересчета на единицу площади дна (Фадеев, 1950; Черемісіна і Шнареніч, 1955). Результаты, полученные нами в этом направлении, сведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

## Количественная характеристика бентоса рек Закарпатья

Водоем	Число станций	Число проб	Скорость течения, м/сек.	Грунт	Биомасса, мг/м <sup>2</sup>	Численность, экз./м <sup>2</sup>
Тересва . .	10	46	1—2	Галька, гравий, песок, глина	3266	329
Ее притоки	87	264	0,3—1,0	Камни, крупная галька . .	4994	557
Боржава . .	6	16	1—2	Галька, гравий, песок . . .	3459	424
Ее притоки	8	20	0,3—0,4	Камни, крупная галька . .	6250	697
Латорица . .	6	6	1—1,5	Галька, гравий, песок . . .	1800	170
Ее притоки	31	31	0,3—0,75	Крупная галька, камни, гравий, песок . . . . .	4643	436

Рассмотрение приведенных цифр позволяет сделать некоторые общие заключения. Оказалось, что бентос в основном русле Тересвы значительно беднее, чем в системе горных притоков. В русле насчитывается в среднем 329 экз. гидробионтов на 1 м<sup>2</sup>, а величина биомассы достигает в среднем 3,266 г/м<sup>2</sup>, в притоках этой реки соответственно — 557 экз./м<sup>2</sup> и 4,944 г/м<sup>2</sup>. В бассейне реки Боржава бентос богаче, биомасса в русле составляет в среднем 3,459 г/м<sup>2</sup>, или 420 экз./м<sup>2</sup>, в притоках же 6,250 г/м<sup>2</sup>, или 697 экз./м<sup>2</sup>. В русле р. Латорицы эти величины небольшие и составляют 170 экз./м<sup>2</sup> при биомассе, равной 1,800 г/м<sup>2</sup>, в притоках же плотность бентоса достигала 436 экз./м<sup>2</sup>, а его биомасса — 4,643 г/м<sup>2</sup>.

Причиной бедности коренного русла рек в сравнении с их притоками являются гидрологические условия, которые, в свою очередь, зависят от разницы в высоте исследованных пунктов. Основной фактор, который угнетает развитие бентических животных в русле рек, — это высокая подвижность донного материала. Быстрое течение в русле перемещает массу гальки, гравия, песка, что отрицательно сказывается на развитии зообентоса. В притоках гидрологические условия более благоприятные в сравнении с основным руслом; многочисленные крупные камни и крупная галька, особенно на перекатах, создают надежные убежища для организмов. Например, в русле Тересвы из пяти проб три оказались без гидробионтов, а две дали только 0,130 мг (7 экз.) животных на 1 м<sup>2</sup>. В ее же притоке Тростянчике в обеих взятых пробах оказались животные, главным образом личинки ручейников и поденок. Средняя биомасса проб равнялась 14 975 мг/м<sup>2</sup> при численности в 1180 экз./м<sup>2</sup>. То же наблюдается и в других реках. Так, в основном русле Латорицы биомасса бентоса равнялась 0,150 мг/м<sup>2</sup> (10 экз./м<sup>2</sup>), а в ее притоке Пинье — 15 300 мг/м<sup>2</sup> (1140 экз./м<sup>2</sup>). Эта закономерность не исчерпывается приведенными примерами и является общей для всех обследованных рек и их притоков. Аналогичная картина наблюдалась В. И. Жадиным (Жизнь пресных вод, 1950) в горных реках Средней Азии и А. А. Садовским (1946) на Кавказе.

Основной фактор, определяющий богатство бентоса в горных реках, — устойчивость грунта, которая, в свою очередь, является функцией двух моментов: скорости течения и размеров элементов, слагающих грунт. Соот-



ношение этих величин (с учетом естественных и очень больших колебаний в зависимости от осадков) и определяет обилие бентоса. Обычно увенный поток сносит в нижние районы реки наиболее мелкие элементы, образующие дно. Поэтому размерная характеристика грунтов верхних и нижних районов различна. Большой скорости течения соответствует обычно крупнокаменистый грунт. Однако в некоторых местах рек Тересвы, Боржавы, Латорицы при резком возрастании скорости течения грунт остается крупногалечным с близлежащим подстилающим слоем песка, мелкого гравия или глины. В таких местах биомасса уменьшается по сравнению с другими участками. У истоков ручьев рек и в узких ручьях, где при больших скоростях течения дно слагается из крупной гальки, усыпанной гравием и песком, бентос также беднее. Очевидно, величину биомассы в различных районах рек снижает движение элементов, слагающих дно. Малой подвижностью грунта объясняется и увеличение биомассы в районах верхнего течения на крупнокаменистом дне.

Обеспеченность животных пищей, выедание их рыбами и конкурентные отношения имеют подчиненное значение.

### Некоторые экологические особенности бентоса

Горные участки закарпатских рек заселены в основном типичными реофилами. Это животное, обычно характеризующееся уплощенным телом, слегка вогнутая нижняя поверхность которого плотно прилегает к выпуклой поверхности камня (Ephemeroptera, Plecoptera). Как правило, реофилы снабжены лапками с коготками, цепляющимися за малейшие неровности субстрата. Некоторые формы (Hydropsyche) обладают, кроме того, специальными прицепками на заднем конце тела. Единственный представитель моллюсков, найденный в горных районах, — *Ancylus fluviatilis* — имеет раковину в виде низкокonusообразной шапочки, которая плотно прижимается к камню. Большинство ручейников обитает в чехликах, прикрепляющихся к нижней поверхности камней. Чехлики построены из песка и мелких камешков (*Odontocerum*, *Sericostoma*) или из растительных остатков (*Brachycentrus*). Такая плотная связь с субстратом предохраняет животных от сноса их течением. Поэтому свободно движущиеся по течению экземпляры, вероятно, очень редки. Так, нами ни разу не было отмечено попадание животных в бентометр, стоявший по несколько часов с открытым отверстием против течения.

Форма существования бентических животных горных рек определяет их высокую степень изоляции. Взаимодействие отдельных индивидуумов, как одного вида, так и относящихся к разным систематическим группам, практически полностью отсутствует. Поэтому население отдельных участков реки или даже одного камня лишь условно может быть названо ценозом, поскольку не имеется никаких биоценотических отношений. В данном случае хорошо оправдывается положение, что население некоторого участка среды (биоценоз) складывается в основном из форм, имеющих наименьший контакт между собой (Ивлев, 1954). Исключением являются лишь гаммариды, образующие в некоторых местах очень плотные одновидовые скопления.

Наблюдающаяся изоляция и хорошая защищенность бентических беспозвоночных резко снижают их значение как пищи для рыб. Как будет показано ниже, это приводит к тому, что при потенциальном богатстве бентоса в горных реках рыбы в значительной части должны удовлетворять свою потребность в пище за счет наземных насекомых («воздушный корм»).

Отметим еще одну экологическую особенность рассматриваемой группы животных. По-видимому, на небольшой территории откладывание яиц насекомыми данного вида (ручейниками, поденками и др.) происходит в одно и то же время. Вместе с тем скорость развития их личинок в значительной степени определяется температурой, которая в горных реках понижается по мере приближения к истоку. Поэтому чем выше по течению одной реки или потока мы продвигаемся, тем на более ранних этапах развития находятся личинки одного вида. Ввиду малой протяженности рек и быстрой смены термических условий данная закономерность проявляется весьма отчетливо.

Выше указывалось, что основным источником питания беспозвоночных горных рек является аллохтонный наземный материал — главным образом листья прибрежных деревьев и кустарника. Водоросли обрастаний развиты слабо и большой роли в питании водных животных не играют. Фитопланктон и водные макрофиты почти отсутствуют. Таким образом, горные реки, по-видимому, не имеют аналогий среди водоемов иного типа.

### РЫБЫ РЕК ЗАКАРПАТЬЯ

В зоогеографическом отношении ихтиофауна Закарпатья относится к Дунайско-Кубанскому участку Черноморского округа Средиземноморской подобласти Понто-каспийско-аральской провинции.

**Видовой состав ихтиофауны.** По данным Гикеша (1921—1922), в водоемах Закарпатья обитает 60 видов рыб. Однако обстоятельное изучение этого района В. Владыковым (1926)<sup>1</sup> показало, что список Гикеша следует значительно сократить. Владыков насчитывает 45 видов, принадлежащих к 12 семействам:

Миноговые (Petromyzonidae)  
Минога Берга — *Lampetra bergi* Vladykov

Осетровые (Acipenseridae)  
Стерлядь — *Acipenser ruthenus* L.

Лососевые (Salmonidae)  
Форель ручьевая — *Salmo trutta fario* L.  
» радужная — *S. irideus* Gibb.  
Лосось дунайский — *Hucho hucho* L.

Харнусы (Thymallidae)  
Харнус — *Thymallus thymallus* (L.)

Умбровые (Umbridae)  
Умбра — *Umbra krameri* Walbaum

Щуковые (Esocidae)  
Щука — *Esox lucius* L.

Карповые (Cyprinidae)  
Плотва — *Rutilus rutilus* (L.)  
Елец — *Leuciscus leuciscus* (L.)  
Голавль — *L. cephalus* (L.)  
Изь — *L. idus* (L.)  
Андруга — *L. agassizi* (Heckel)  
Гольян — *Phoxinus phoxinus* (L.)  
Красноперка — *Scardinius erythrophthalmus* (L.)  
Жерех — *Aspius aspius* (L.)  
Линь — *Tinca tinca* (L.)

Подуст — *Chondrostoma nasus* (L.)  
Пескарь карпатский — *Gobio gobio carpathicus* Vladykov  
Пескарь длинноусый — *G. uroscopus carpathorossicus* Vladykov  
Пескарь Фриче — *G. friči* Vladykov  
Усач обыкновенный — *Barbus barbus* (L.)  
» карпатский — *B. petenyi* Heckel  
Уклейка — *Alburnus alburnus* (L.)  
Быстрянка — *Alburnoides bipunctatus* (Bloch.)  
Лещ — *Abramis brama* (L.)  
Белоглазка — *A. sapa* (L.)  
Рыбец — *Vimba vimba* (L.)  
Чехонь — *Pelecus cultratus* (L.)  
Горчак — *Rhodeus sericeus* (Pall.)  
Карась — *Carassius carassius* (L.)  
Карп — *Cyprinus carpio* (L.)

Вьюновые (Cobitidae)  
Голец — *Nemachilus barbatulus* (L.)  
Щиповка обыкновенная — *Cobitis taenia* (L.)  
Щиповка горная — *C. montana* Vladykov  
Вьюн — *Misgurnus fossilis* (L.)

Сомовые (Siluridae)  
Сом — *Silurus glanis* L.

Тресковые (Gadidae)  
Налим — *Lota lota* (L.)

<sup>1</sup> В настоящее время эта книжка является библиографической редкостью.

## Окуневые (Percidae)

Судак — *Lucioperca lucioperca* (L.)Окунь — *Perca fluviatilis* L.Чоп большой — *Aspro singel* (L.)» малый — *A. streber* Sieb.Ерш обыкновенный — *Acerina cernua* (L.)» полосатый — *A. schraetser* (L.)

## Бычковые (Cottidae)

Подкаменщик — *Cottus gobio* (L.)

Следует полагать (Берг, 1949), что описанные Владыковым новые формы *G. gobio carpathicus*, *G. uroscopus carpathorossicus*, *G. triči* и *C. montana* по сути являются не новыми, а, соответственно, ранее описанными *G. gobio sarmatiens* Slastenenko, *G. uroscopus* Agassiz, *C. aurata* (Fillipi). Также *Barbus petenyi* следует именовать *Barbus meridionalis*, *petenyi* (Heckel).

Вместе с тем нужно признать, что ихтиофауна Закарпатья представляет известное своеобразие. Об этом свидетельствует, в частности, наличие миноги, отсутствующей в бассейне Черного моря, а также эндемиков: полосатого ерша, чопы большого и малого, умбры.

**Распределение.** На основании данных В. Владыкова (1926), В. Дыка (1954), К. Кульматицкого (Kulmatycki, 1926), А. А. Протасова (1949), Т. Розвадовского (Rozwadowski, 1932), М. Новицкого (Nowicki, 1889), В. Земянковского (Ziemiankowski, 1944—1947), а также наших исследований можно наметить в каждой речке Карпат районы лососевых, усача, леща и карася. Последние два района расположены в низовьях рек у государственной границы СССР и Венгрии.

Для района лососевых присущи быстрое течение, прозрачная вода, достаточно насыщенная кислородом при небольшом суточном колебании его количества (Дык, 1955), температура летом до 18°С, каменистое дно (галька, камни, валуны). Согласно В. Дыку (1940), наиболее типичная температура для форелевых водоемов — 16—18°С, однако могут наблюдаться и ее колебания от 10 до 26°С.

Этот район подразделяется на два подрайона.

1. Подрайон ручьевого форели располагается у истоков речек: дно каменистое, стремительное течение, частые водопады и перекаты, вода летом холодная (13,5—14°С), глубина незначительная (5—20 см). Иногда также встречается акклиматизированная радужная форель, часто — подуст, елец, голец, хариус и усач обыкновенный. Предполагается, что там, где обитает *Planaria*, обязательно встречается ручьевая форель.

2. Подрайон хариуса граничит с районом усача обыкновенного. Охватывает большие потоки и мелкие речки. Течение — быстрое, дно покрыто камнем, галькой, гравием, иногда песком и глиной. Вода прозрачная, с летней температурой 16—19°С. Заходят также обе форели, усач обыкновенный и карпатский, лосось. Встречаются также елец, минога, бычок, уклей, вьюн. В. Земянковский (1944—1947) в Карпатах выделяет еще подрайон дунайского лосося (головатицы).

Район усача характеризуется быстрым течением, глубиной 1 м и более; температура летом довольно высокая (>20°); дно покрыто гравием или песком. Здесь обитают также щука, подуст, голавль, язь, верховка, пескарь, бычок, щиповка, голец, минога, горчак, жерех, налим, рыбец, чоп большой и малый, окунь; иногда встречаются лещ, сазан, карась, линь, плотва, красноперка, чехонь.

Поскольку наиболее ценными объектами закарпатской ихтиофауны являются лососевые, в наших исследованиях основное внимание уделено этим рыбам, главным образом форели ручьевого и радужной. Дунайский лосось из-за его крайней малочисленности не был изучен.

Форель в наших летних сборах представлена в основном двух- и трех-летками; старшие возрастные группы, особенно радужной форели, в лососевых участках бассейнов рек Тиссы, Тересвы и Латорицы встречаются редко, что связано, очевидно, с интенсивным выловом форели в течение последних лет без учета состояния запасов и применения самых элементарных правил рыбоводства.

Основная длина (по Смигу) выловленных нами рыб представлена группой в 150 -250 мм (весом от 60 до 300 г). Можно, следовательно, заключить, что ручьевая и радужная форель из рек Закарпатья не уступает форелям, выращенным в прудовых хозяйствах.

Самцы ручьевой форели половозрелыми становятся уже на втором году жизни (наименьшая длина 15 см), а самки — на третьем (наибольшая длина 18,5 см). Число икринок в III и IV стадиях зрелости колебалось от 178 до 3850 экз.

Т а б л и ц а 2

Состав пищи ручьевой форели и численность бентоса некоторых рек Закарпатья \*

Пищевые организмы	Бассейн реки, количество вскрытых рыб и обследованных станций бентоса							
	Тересвы (24 рыбы и 27 станций)			Латорицы (17 рыб и 43 станции)			Ужа (2 рыбы; бентос не собирался)	
	а	б	в	а	б	в	а	б
Trichoptera lar. . . . .	35,7	6,2	34,4	42,4	6,9	21,8	50,0	2,0
Ephemeroptera lar. . . . .	48,0	6,2	22,4	—	—	12,4	—	—
Plecoptera lar. . . . .	26,3	3,8	4,9	3,0	0,8	3,2	50,0	2,0
Amphipoda (Gammaridae) . .	41,8	15,6	13,6	29,0	5,5	44,7	50,0	12,0
Nemathomorpha . . . . .	3,1	0,3	0,8	—	—	0,8	—	—
Oligochaeta . . . . .	8,3	0,7	0,8	19,6	1,8	2,8	50,0	2,0
Hemiptera lar. . . . .	20,8	3,1	—	3,0	0,08	—	—	—
«Воздушный» корм (imago) . .	46,2	63,8	—	45,9	82,7	—	62,5	80,0
В том числе:								
Diptera (Sialidae) . . . . .	49,0	9,1	18,3	14,4	8,3	8,7	50,0	2,0
Coleoptera . . . . .	55,0	11,8	1,0	58,3	23,6	1,1	100,0	12,5
Hymenoptera . . . . .	54,0	39,9	—	59,0	40,4	—	50,0	64,0
Orthoptera . . . . .	—	—	—	39,3	2,7	—	—	—
Arachnoidea . . . . .	2,0	0,3	—	3,0	0,8	—	50,0	2,0
Formicidae (Hymenoptera) .	28,0	2,4	—	28,7	6,9	—	—	—
Pisces . . . . .	2,0	0,3	—	14,3	2,7	—	—	—

\* а — частота встречаемости (в %) пищевых организмов; б — соотношение (в %) экземпляров животных в пище рыбы; в — число животных в бентосе (в экз./м<sup>2</sup>).

Состав пищи. Рассматривая данные, приведенные в табл. 2, замечаем, что в исследованный период в пище ручьевой форели очень часто встречался «воздушный» корм.

Из бентических организмов довольно характерны были личинки ручейников, поденок, веснянок, а также гаммарусы. Количественно из «воздушной» пищи преобладали главным образом перепончатокрылые (наездники, муравьи) и жуки (Curculionidae, Carambicidae, Chrysomali-



dae, Eleteridae, Carabidae), а из бентических животных — гаммарусы. Сравнивая количество ручейников и гаммарусов в бентосе и в кишечниках ручьевой форели, видим, что эти членистоногие, несмотря на их обилие в водоеме, в пище рыбы играют все же сравнительно малую роль.

Рыбы (бычки, пескарь) в питании этой форели встречаются только у особей длиной свыше 20 см, хотя, по литературным данным, ручьевая форель считается хищником.

В. Дык (1939б, 1951), исследовавший состав пищи ручьевой форели летом 1935 г. в бассейне реки Тересвы, больше всего находил «воздушного» корма; гидробионты попадались реже, а гаммариды, поденки и веснянки им вовсе не были отмечены. В. И. Владимиров (1948) пишет, что для ручьевой форели из кавказских горных водоемов основной пищей служат личинки насекомых, главным образом ручейников, поденок, хирономид, а также «воздушный» корм — взрослые насекомые, упавшие с берега или воздуха в воду. То же самое явление отмечает Е. Н. Фадеев (1950) для ручьевой форели из р. Серет (Карпаты) и многие другие авторы.

Таким образом, в летний период питание ручьевой форели осуществляется за счет гаммарид и личинок ручейников, поденок, двукрылых, веснянок. Однако при изобилии соответствующих организмов «воздушная» пища временно может преобладать в пище форели. Пищевым конкурентом форели может являться усач, но в форелевых участках он встречается редко.

Т а б л и ц а 3

*Численность кормовых организмов в составе пищи радужной форели из бассейна р. Латорицы (вскрыто 17 рыб)*

Кормовые организмы	Частота встречаемости, %	Численность, %
Trichoptera lar. . . . .	68,6	30,5
Ephemeroptera lar. . . . .	37,1	4,8
Plecoptera lar. . . . .	11,4	1,3
Amphipoda (Gammaridae) . .	40,9	4,8
Nemathomorpha . . . . .	4,7	0,3
Oligochaeta . . . . .	20,0	1,3
Hemiptera lar. . . . .	20,0	1,3
«Воздушный» корм (imago) .	43,3	53,7
В том числе:		
Diptera (Sialidae) . . . . .	48,6	13,8
Coleoptera . . . . .	86,6	20,2
Hymenoptera . . . . .	70,4	13,2
Orthoptera . . . . .	11,4	0,7
Arachnoidea . . . . .	4,7	0,3
Formicidae (Hymenoptera) .	38,0	5,5
Водоросли . . . . .	18,1	1,9

Из табл. 3 видно, что набор кормовых организмов и их соотношение в пище радужной форели в общем остаются теми же, что и у ручьевой форели. Отличие заключается в большем количестве ручейников, меньшем — муравьев и появлении новой составной части пищевого комка — водорослей, полностью отсутствовавших у ручьевой форели. Кроме того,

состав бентоса в значительной степени соответствует животным, обнаруженным в кишечниках радужной форели.

Т а б л и ц а 4

Частота встречаемости (а) и численность (в) кормовых организмов в составе пищи хариуса (в %)

Кормовые организмы	р. Тересва (вскрыто 10 экземпляров)		р. Латорица (вскрыто 33 экземпляра)		р. Уж (вскрыто 2 экземпляра)	
	(а)	(в)	(а)	(в)	(а)	(в)
Trichoptera lar. . . . .	100,0	64,0	97,0	45,9	100,0	39,7
Ephemeroptera lar. . . . .	30,0	3,5	21,2	3,3	—	—
Plecoptera lar. . . . .	—	—	12,1	3,3	—	—
Amphipoda (Gammaridae) . . . . .	—	—	18,2	1,6	—	—
Nematomorpha . . . . .	10,0	13,9	18,2	13,1	—	—
Oligochaeta . . . . .	—	—	3,0	1,6	—	—
Hemiptera lar. . . . .	40,0	2,3	39,4	3,3	50,0	4,1
«Воздушный» корм (imago) . . . . .	100,0	18,6	90,9	31,1	100,0	60,3
В том числе:						
Diptera (Sialidae) . . . . .	40,0	2,3	75,8	4,9	100,0	15,1
Coleoptera . . . . .	80,0	3,5	87,9	9,8	100,0	5,5
Hymenoptera . . . . .	100,0	8,1	66,6	6,6	100,0	35,6
Orthoptera . . . . .	10,0	1,2	—	—	—	—
Arachnoidea . . . . .	—	—	6,7	1,6	—	—
Formicidae (Hymenoptera) . . . . .	20,0	1,2	42,4	4,9	—	—
Водоросли . . . . .	—	—	6,7	+	—	—
Кусочки дерева . . . . .	20,0	+	3,0	+	—	—

Наиболее разнообразна пища хариуса в бассейне р. Латорицы (табл. 4). В отличие от форелей, у этого вида как по частоте встречаемости, так и по численности на первом месте в пище стоят личинки ручейников, а на втором — «воздушный» корм. Остальные организмы на фоне этих двух компонентов малозаметны. Кроме водорослей встречаются остатки древесных растений.

В. Дык (1939а, 1951) проводил исследование состава пищи хариуса летом 1935 г. в р. Тересве, причем обнаружил тех же самых животных и приблизительно в таком же количестве, что и мы.

При тщательном просмотре содержимого кишечника форели и хариуса нами, как и следовало ожидать, не были найдены планктонные организмы. По данным А. А. Протасова (1949), планктон в составе пищи мальков лососевых из горных рек также не встречается.

По мнению В. Дыка (1939а, 1951), между форелями и хариусом не существует пищевой конкуренции, так как хариус питается мелкими бентическими животными, а форель ищет крупную добычу, используя полностью население ручьев и покрывая часть потребности в пище мелкими рыбами.

Как видно, это заключение не соответствует действительности, поскольку состав пищи названных рыб весьма сходен. Правда, конкуренция между форелями и хариусами не может быть очень интенсивной,

поскольку их распределение в реках Закарпатья в значительной степени различно.

В форелевые участки рек Закарпатья изредка заходит также дунайский лосось. По данным В. Дыка (1952), Г. Дренского (1951), В. Земянковского (1944—1947) и К. Кульматицкого (1934), этот лосось обитает в Дунае и его придаточной системе. При анализе одного кишечника дунайского лосося в возрасте 5+ лет нами обнаружены остатки рыбы, видимо, усача. По данным Кульматицкого (1934), дунайский лосось на речке Черемош (приток Прута) питается главным образом бычками, гольянами и усачами. Также обнаружены в кишечнике различные личинки насекомых.

**Паразитофауна.** Изучение паразитов форели и хариуса горных речек бассейна Тересвы, Латорицы и Ужа проводилось осенью 1948 г. О. П. Кулаковской (1951), а из реки Тересвы — нами. В. А. Захваткин (1951) изучал паразитофауну всех рыб рек Тиссы и Ужа.

Ручьевая форель заражена 7 видами паразитов: 1. *Myxobolus oviformis* — 3,7%; 2. *Gyrodactylus medius* — 14,8%; 3. *Coitocoeum testiobliquum* — 66,6 — 100%; 4. *Crepidistomum farionis* — 100%; 5. *Ichthyobronema tenuissima* — 66,6%; 6. *Cystidicola farionis* — 10,5%; 7 — *Echinorhynchus truttae* — 10,5—33,3%.

У радужной форели найдено 4 вида: 1. *Coitocoeum testiobliquum* — 0,2%; *Ichthyobronema tenuissima* — 30%; 3. *Echinorhynchus clavula* — 50,0%; 4. *Pomphorhynchus laevis* — 10,0%.

Хариус является носителем 7 видов паразитов: 1. *Tetraonchus borealis* — 10,6—64,0%; 2. *Coitocoeum testiobliquum* — 20,0—36,0%; 3. *Crepidostomum farionis* — 40,0%; 4. *Thylodelphus clavata* — 20,0%; 5. *Ichthyobronema tenuissima* — 100%; 6. *Cystidicola farionis* — 40,0%; 7. *Acanthocephalus lucci* — 20,0%.

У дунайского лосося обнаружены *Rhabdochona denudata* и *Basanistes huchonis* (Захваткин, 1951; Земянковский, 1944—1947).

Наибольшее количество видов паразитов найдено в рыбах из бассейна р. Латорицы, что связано с обилием там многих видов животных, являющихся промежуточными хозяевами паразитов (бокоплавцы для *Coitocoeum* и некоторых видов скребней, различные насекомые — для *Ichthyobronema* и другие).

Т а б л и ц а 5

Рыбопродуктивность некоторых форелевых рек СССР

Река	Рыбопродуктивность, кг		Год	Источник
	на 1 км	на 1 га		
Чорна (Мчип), ГрузССР	103,0	70,0	1935—1938	Протасов (1949)
Воротан, (Базарчап) Арм. ССР	125,0	125,0	1938	Владимиров (1948)
Мисхала (Машин)	33,0	66,0	1937—1940	» »
Свича (Прикарпатье, УССР)	70,0	70,0	1937—1940	Протасов (1949)
Серет	70,0	140,0	1937—1940	» »
Тисса (Закарпатье, УССР)	40,0—90,0	60,0—150,0	1935—1940	» »
Тересва » »	40,0—174,0	87,0—174,0	1935—1940	» »
Латорица » »	30,0—100,0	43,0—137,0	1935—1940	» »
Уж » »	40,0—90,0	60,0—150,0	1935—1940	» »

В 1947 г. В. М. Ивасиком наблюдалась гибель хариусов в р. Тересве вследствие поражения инфекционным заболеванием (покраснение, язвы).

В общем можно отметить, что лососевые рыбы из рек Закарпатья слабо заражены паразитами. При этом не найдены у них такие опасные возбудители, как *Costia necatrix*, *Chilodonella cyprini*, *Triaenophorus nodulosus*, обычно вызывающие эпизоотии. Это позволяет использовать лососевых рыб Закарпатья без особой опасности в качестве акклиматизационного материала.

**Хозяйственное значение.** Приведенные выше материалы свидетельствуют о значительной кормности рек Закарпатья и подтверждают данные других исследователей, а также предположение Н. С. Гаевской (1947) о высокой продуктивности горных рек. Кроме того, состав пинци изученных рыб свидетельствует также о наличии в этих реках своеобразного пинцевого резерва — «воздушной» пинци.

В табл. 5 даны величины рыбопродуктивности некоторых форелевых рек СССР в расчете на единицу водной площади. По-видимому, эти величины, особенно приводимые А. А. Протасовым, основаны на небольшом числе наблюдений и сколько-нибудь достоверными считаться не могут.

А. А. Протасов (1949) определяет рыбопродуктивность горных рек Закарпатья в пределах от 87 до 174 кг/га, или примерно 1000 ц во всех реках области. Эти данные также выведены из немногочисленных и в значительной степени случайных ловов. Поэтому и они не имеют серьезного значения. Однако даже если считать достоверными в общем высокие показатели рыбопродуктивности, приведенные в табл. 5, то особенности горных рек все же не позволяют развернуть сколько-нибудь организованный рыбный промысел.

Большее значение реки Закарпатья могут иметь для спортивного рыболовства. Данная форма рыбохозяйственного использования водоемов нашла широкое применение в зарубежных странах, в частности в Чехословакии, Германии, Польше и др. Реки Закарпатья в этом направлении весьма перспективны, чему способствуют живописные особенности ландшафта, удобные пути сообщения и другие возможности.

Очевидно, что спортивное рыболовство не в меньшей степени, чем промысловый лов, может привести к быстрому истощению запасов ценных видов рыб. Поэтому наряду с организацией спортивного рыболовства надлежит позаботиться о поддержании численности объектов вылова на достаточно высоком уровне. Это может быть осуществлено, по аналогии с другими странами, при помощи сети рыбопитомников, служащих для выращивания молоди рыб, в первую очередь форелей и хариуса. Заметим, что в довоенный период только на р. Тересве существовало 6 форелевых заводов для инкубации икры.

Особо следует обсудить значение Закарпатья для развертывания прудовых рыбных хозяйств. Природные условия (количество и качество водоемных ресурсов, рельеф, климатические условия и прочее) исключительно благоприятны для организации форелевых хозяйств. Однако, если говорить о товарном форелеводстве в сколько-нибудь значительных масштабах, то возникает серьезный вопрос о снабжении форелевых заводов кормом для рыб.

Известно, что форелевые хозяйства могут быть рентабельными лишь при возможности бесперебойного получения полноценных пищевых продуктов — рыбы или боенных отходов. В условиях Закарпатья данный вопрос будет играть, по-видимому, решающее значение при организации форелевых хозяйств, и без его рационального решения широкое развитие форелеводства не может быть осуществлено.



Весьма важно строительство рыбных заводов для воспроизводства численности дунайского лосося. Опыт лососеводства в СССР обеспечит несомненный успех данного мероприятия. Неотложность последнего диктуется не только предельным сокращением поголовья этой рыбы, но также и ее высокими качествами во всех отношениях. Единственным препятствием, которое может возникнуть при решении данного вопроса, заключается в трудности отлова производителей, поскольку, как указано, дунайский лосось в пределах Закарпатья уничтожен почти полностью.

Не менее удобны предгорья Карпат для строительства карповых хозяйств. Затруднения, о которых говорилось выше, здесь отпадают, и рентабельность эксплуатации карповых рыбхозов не может вызвать сомнений. Единственное затруднение заключается в возможном противоречии интересов рыбного и сельского хозяйства, поскольку значительных площадей, не используемых под луга или пашни, в Закарпатье почти нет. Указанное противоречие должно решаться исходя из чисто экономической выгоды.

### ВЫВОДЫ

1. По гидрологическим, гидробиологическим и ихтиологическим признакам все горные реки Закарпатья (бассейн р. Тиссы) относятся к лососевым водоемам.

2. Планктон в горных реках Закарпатья практически отсутствует.

3. Биомасса бентоса горных участков колеблется от 2 до 25 г/м<sup>2</sup>; средняя численность — 500 экз./м<sup>2</sup>.

4. Бентос бассейна рек Тересвы, Боржавы, Латорицы при переходе от мелких горных к более крупным, низинным рекам количественно беднеет.

5. Главными факторами, определяющими обилие бентоса, являются скорость течения и размер элементов грунта дна. Чем течение медленнее и крупнее частицы дна (галька, камни), тем обильнее бентос.

6. Личинки насекомых (71,1% биомассы) и гаммарусы (24,3% биомассы) составляют основное ядро кормовой базы горных рыб рек Закарпатья.

7. Основной пищей ручьевой и радужной форели, а также хариуса являются главным образом личинки ручейников (у форелей — до 30,5%, у хариуса — до 64,0%), поденок (у форелей — до 6,2%, у хариуса — до 21,2%), веснянок и гаммарусы (у форелей — до 15,6%, у хариуса — до 1,6%), а также «воздушная» пища, т. е. преимущественно различные взрослые насекомые, упавшие с берега или воздуха в воду (у форелей — до 82,7%, у хариуса — до 60,3%).

8. Рыбное население рек Закарпатья складывается из 45 видов, в том числе из трех видов лососевых (ручьевая и радужная форель, дунайский лосось — головатица) и одного вида хариуса.

9. Форели представлены в уловах двух- и трехлетками, весом 60—300 г.

10. Зараженность форелей и хариуса Закарпатья паразитами незначительна. Опасных для рыбного хозяйства паразитов, а также инфекционных заболеваний, в частности фурункулеза, не обнаружено.

11. Исследование бентоса рек, питания, распространения и паразитофауны рыб свидетельствует о том, что водоемы Закарпатья с их естественными условиями являются ценными районами для развития рыбного хозяйства, главным образом спортивного рыболовства и прудовых хозяйств.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

- А п у ч и н В. А. и С п и р и д о в а А. И. 1947. Закарпатская область.—М.
- Б е р т Л. С. 1949. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран, т. I—III, изд. 4-е. М.—Л.
- Б р о д с к и й К. А. 1935. Материалы к познанию фауны беспозвоночных горных потоков Средней Азии. I. Река Иссык.—Труды Средне-Азиатского гос. ун-та, т. VIIa.
- В л а д ы к о в В. 1926. Рыбы Подкарпатской Руси.—Ужгород.
- В л а д и м и р о в В. И. 1948. Ручьевая форель Армении и ее отношение к другим представителям рода *Salmo*.—Труды Севанской гидробиол. станции, т. X.
- В л а с о в а Е. К. 1955. Экологические условия выращивания рыб в прудах Закарпатской области. Автореферат канд. диссертации. Ужгород.
- Г а с е в с к а я Н. С. 1947. Некоторые задачи гидробиологии в области рыбного хозяйства.—Рыбное хозяйство, № 10.
- Жизнь пресных вод СССР. Изд-во АН СССР, т. III, 1950.
- З а х а т к и н В. А. 1951. Паразиты рыб водоем Закарпатської області.—Наук. зап. Львів. наук. природ. музею, т. I.
- З д у н В. I. 1951. Фауна личинок стадій трематод в моллюсках Закарпаття.—Наук. зап. Львів. наук. природ. музею, т. I.
- Н о л е в В. С. 1954. О структурных особенностях биоценозов.—Известия АН Латвийской ССР, № 10 (87).
- К о л о ш е в І. І. 1949. Короткий визначник риб Закарпатської області УРСР. Ужгород.
- К о н с и н к о А. Д. 1952. Гидрохимическая характеристика малых рек УССР.—Труды Ин-та гидробиол. АН УССР, т. 26.
- К о н о н о в В. А. 1946. Рыбы Закарпатской Украины.—Рыбное хозяйство, № 7.
- К у л а к і в с ь к а О. П. 1951. До паразитофауни форелі і хариуса деяких річок Закарпаття.—Наук. зап. Львів. наук. природ. музею, т. I.
- Л и п и н А. Н. 1950. Пресные воды и их жизнь, изд. 3-е. М.
- П р о т а с о в А. А. 1949. Ручьевая и радужная форель в Прикарпатских районах УССР.—Труды Научно-исслед. ин-та рыбного хозяйства, т. 6.
- С а д о в с к и й А. А. 1946. Материалы по кормовой базе промысловых рыб в бассейне верхней и средней Куры.—Труды Зоол. ин-та АН ГрузССР, т. VI.
- Ф а д с е в Е. Н. 1950. Материалы по фауне бентоса верховьев рек Серет.—Ученые записки Черновицкого гос. ун-та, серия биол. наук, т. VII (2).
- Ч е р е м і с і н а В. Т. і Ш н а р е в и ч І. Д. 1955. Літня гідробіологічна характеристика річок Буковини і шляхи їх освоєння.—Праці експедиції Чернов. Держав. Унів., Серія біол., т. 1.
- Д р е п с к и П. 1951. Рибите в България.—София.
- D y k V. 1938. Eizahl bei Forellen aus Bächen hochländischen Typs.—Arch. Hydrobiol., Bd. 34.
- D y k V. 1939a. Über die natürliche Nahrung der Asche (*Thymallus vulgaris* Nills.).—Ibid., Bd. 35.
- D y k V. 1939b. Über die natürliche Nahrung der Bachforellen verschiedenen Gewässern.—Ibid., Bd. 36.
- D y k V. 1940. Die Sommertemperaturen den Forrellengewässern.—Ibid., Bd. 37.
- D y k V. 1951. Přírozená potrava lipana ve vztahu k životními prostředí.—Spisy vysoké školy veterinární, Brno, B. 18.
- D y k V. 1952. Naše ryby. Praha.
- D y k V. 1954. Lipanové pásmo v našich řekách.—Sbor. Českosl. akad. zeměd. věd, B. 27, N 2—3.
- D y k V. 1955. Vliv Jezu na letní prokysličování pstruhové v vodi a výkvy v denní a noční kyslíkatosti potoka řeky i pstruhového rybníka.—Přirodov. sbor. Ostravského kraje, B. 16, N 3.
- H y k e š O. 1921—1922. Ryby republiky Československé.—Časop. Mus. Král. Českeho, Praha.
- K u l m a t y c k i K. 1926. Próba szkich fiziografji rybackiej Polski.—Roczn. nauk roln. i leśnych, Poznań, XV.
- K u l m a t y c k i K. 1934. Zur Kenntnis der Biologie des Hühchens im Czeremoszfluß.—Z. Fischerei, Bd. 32.
- L á s k a V. (red.) 1935. Atlas RČS., Čes. Akad. věd a umění.—Praha.
- N o w i c k i M. 1889. O. rybach derzeczy Wisy, Styru, Dniestru i Prutu w Galicji.—Kraków.
- R o z w a d o w s k i T. 1932. Popieranie gospodarstwa rybnego. Roboty wodne i meljoracyjne w południowej Małopolsce.—Lwów.
- Z i e m i a n k o w s k i V. 1944—1947. Fauna peştilor din Bukovina.—An. Inst. cercetări piscic., III.

## МОРСКИЕ ОРГАНИЗМЫ, ИХ ЭКОЛОГИЯ

П. И. УСАЧЕВ

### ФИТОПЛАНКТОН У СЕВЕРНОГО ПОЛЮСА

*(По сборам П. П. Ширшова на Первой дрейфующей станции  
«Северный полюс» 1937—1938 гг. под начальством И. Д. Папанина)*

*(Институт океанологии АН СССР; Москва)*

Предлагаемая вниманию статья о фитопланктоне у Северного полюса была подготовлена еще при жизни академика П. П. Ширшова и предназначалась для «Трудов дрейфующей станции Северный полюс» по биологическому разделу исследований, выполненных на «Папанинской льдине». Болезнь, а затем и преждевременная смерть Петра Петровича нарушили планы публикации, и биологический сборник с результатами обработки планктона в комплексе с гидрологическими работами П. П. Ширшова остался неопубликованным.

Ввиду того что интерес к планктону высоких широт Северного Ледовитого океана в связи с обширными океанологическими исследованиями, совершенными по плану Международного геофизического года, сильно возрос, а новых данных по северному приполярному фитопланктону пока нет, я решил статью опубликовать, хотя и с довольно большим сокращением общего текста и без систематической части, которая заняла бы слишком много места.

П. П. Ширшов состоял председателем Всесоюзного гидробиологического общества, и потому настоящее сообщение печатается в томе «Трудов» общества.

Светлой памяти Петра Петровича Ширшова посвящается эта работа.

\* \* \*

Во время дрейфа сборы фитопланктона производили уменьшенной планктонной сетью Джели с диаметром входного отверстия 18 см и конусом, сшитым из мельничного сита № 25 (77 по новой нумерации).

Всего было сделано 14 станций за время с 26 июня по 27 октября 1937 г., т. е. охватывался весь вегетативный период в жизни фитопланктона. Все станции ограничивались 88—84° с. ш.

По условиям работы на льдине не всегда удавалось сохранить однотипность и дробность ловов, и только на станциях 5, 6, 8, 9 и 10 (2 августа — 11 сентября 1937 г.) производили сборы в поверхностном слое с каждого десятиметрового горизонта до 40—50 м глубины.

Т а б л и ц а 1

Сетные сборы фитопланктона на первой дрейфующей станции «Северный полюс»

Номер планктонной станции	Дата сбора (1937 г.)	Местоположение станции *		Номер пробы	Горизонт лова, м
		широта	долгота		
1	26 июня	88°46'	357°01'	{2 1	3—100 100—200
2	11 июля	88°12'	357°10'	4	3—100
3	24 »	88°03'	353°50'	8	3—200
4	26 »	88°00'	353°52'	11	4—50
5	2 августа	88°04'	356°35'	{15 12 16 13 14	2—10 2—25 10—25 25—50 50—100
				{20 21 22 23 25	0—10 10—20 20—30 30—40 0—30
6	4 »	88°04'	356°32'	{20 21 22 23 25	0—10 10—20 20—30 30—40 0—30
7	Сборы не сохранились				
8	20 »	87°16'	0°36'	{34 35 36 37 38	0—10 10—20 20—30 30—50 0—10
9	1 сентября	86°42'	358°25'	{39 40 41 42	10—20 20—30 30—50 0—10
10	11 »	86°14'	1°01'	{43 44 46	10—20 20—30 50—100
11) 12) 13)	Сборы не сохранились				
14	27 октября	84°12'	2°47'	47?	0—100

\* Определено по «Таблицам интерполированных координат» Е. К. Федорова (1940) на основании дат сбора.

Всего было обработано 28 сетных проб с 10 станций за время сборов с 26 июня по 27 октября 1937 г. (табл. 1). Обработку всех сборов произвела Л. И. Смирнова при участии П. И. Усачева.

Подсчет организмов производили по полям зрения полностью во всей пробе или частями по 0,1 см<sup>3</sup>; в последнем случае нужный объем отбирали пипеткой. Биомассу определяли расчетным методом, т. е. средние объемы клеток каждой формы умножали на их численность; произведение этих двух показателей давало объем биомассы, который, применяя переводный коэффициент 1, характеризовал вес в мг/м<sup>3</sup> (Яшнов, 1934; Яшнов и Усачев, 1939).

Ввиду того что количественные данные для сборов фитопланктона сетью из очень густого мельничного сита (такая сеть плохо фильтрует воду) имеют только относительное значение для каждого в отдельности лова, в настоящем сообщении не приводятся данные о численности и биомассе.



Если принять всю биомассу фитопланктона в слое 0—50 м на станциях 4—5 и 8—10 за 100%, то относительное количество водорослей в указанном слое на этих станциях (с 26 июля по 11 сентября 1937 г.) будет выглядеть так:

Ст. 4 (26.VII)	(% от общей биомассы)
Ст. 5 (2.VIII)	1
Ст. 8 (20.VIII)	22
Ст. 9 (1.IX)	24
Ст. 10 (11.IX)	51
	2

Отсюда видно, что наибольшее развитие фитопланктона происходило в августе, причем максимум (более 51%) падал на его конец (ст. 9). В июле и в первую декаду сентября развитие растительного планктона достигало только 1—2% всей суммы биомассы, наблюдавшейся в конце июля, августе и начале сентября. Примерно такое же распределение биомассы во времени отмечено и для слоя 0—30 м. В слое 0—20 м наибольшая биомасса также наблюдалась 1 сентября, а в слое 0—10 м — 2 августа.

Приведенные данные указывают на то, что развитие фитопланктона в центральной части Полярного бассейна начинается сначала в поверхностном слое (0—10 м), по-видимому, в самом конце июля. Затем очень быстро охватываются более глубокие слои — до 30 м — с резко выраженным максимумом биомассы в конце августа — начале сентября: в это время в фитопланктоне преобладал поздневесенний вид — *Chaetoceros socialis*, тогда как в начале августа преобладали весенние виды родов *Thalassiosira*, *Porosira* и *Coscinosira*. Послойное распределение фитопланктона на станциях 5—10 (со 2 августа по 11 сентября 1937 г.) выражается следующими цифрами (в % от общей биомассы): в слое 0—10 м — 28%; в слое 10—20 м — 49%; в слое 20—30 м — 22%; в слое 30—50 м — 1%.

Следовательно, в среднем около половины биомассы за главный период вегетации держалось в слое 10—20 м, что хорошо подтверждает выводы, уже сделанные П. П. Ширшовым (1938).

Таким образом, заметная вегетация фитопланктона у Северного полюса (до 85° с. ш.) началась с первых чисел августа и продолжалась, постепенно нарастая в биомассе, один месяц. Начало вегетации последовало после того, как в июле сошел снеговой покров, достигающий в конце зимы 40—50 см толщины (Ширшов, 1938), и произошло распреснение верхнего слоя моря. Лед, освобожденный от снега и начавший таять в начале августа, пропускал уже достаточное для развития фитопланктона количество солнечных лучей, а условия резкой стратификации распресненного слоя и отсутствие в нем движения воды особенно благоприятствовали «цветению». Чтобы покончить с количественной характеристикой фитопланктона, укажу еще, что П. П. Ширшов (1938) в своем кратком отчете приводит наибольшее количество хлорофилла, экстрагированного из сетных сборов планктона, равное 0,4 мг/м<sup>3</sup>, и указывает, что «это значительно ниже, чем, например, в Чукотском море во время «весеннего цветения», но довольно близко к тому, что наблюдалось в открытых частях моря Лаптевых», т. е. приблизительно около 120 мг/м<sup>3</sup> биомассы в слое 0—30 м.

Как видно из списка, все встреченные у Северного полюса формы являются чрезвычайно распространенными в северных морях. Если в данном случае это отмечается для планктических видов, то только потому, что диатомей, развивающиеся на нижней (морской) поверхности морских льдов («ледовая флора»), — бентические и попадающиеся в сеть при ловах планктона, — еще недостаточно изучены для всего района приполярных льдов (Gran, 1904. Усачев, 1938, 1946а, б; 1947а, б; 1948; 1949. Корт, 1955).

Таким образом, при обработке всех вышеперечисленных сетных проб найдено: кремнежгутиковых (Silicoflagellatae) — 2 варианта, перидиней (Pyrrophyta) — 5 видов, диатомей (Bacillariophyta) — 61 вид и вариант, а всего 68 форм.

Из всех найденных форм только 35 принадлежат к типично планктонным, остальные 32 вида относятся к криофилам и бентосным формам, присутствующим в ловах планктона во время вегетации «ледовой флоры» на полярных льдах.

Планктонные диатомей принадлежали к 13 родам, т. е. около 86% всех планктонных водорослей составляли диатомей и только около 12% — перидиней. А если учесть еще, что биомасса перидиней и кремнежгутиковых в среднем за все время наблюдений не превышала 3—4% от всей биомассы фитопланктона, то преобладание диатомей в рассматриваемом районе является совершенно очевидным.

Для того чтобы подтвердить эту особенность, сравним состав фитопланктона в сетных (главным образом августовских) сборах из Баренцева моря по кольскому меридиану и его восточной части, а также состав аналогичных сборов из западного, северо-восточного и центрального районов Карского моря и данные по материалам, собранным с дрейфующего л/п «Седов», с полученными данными (табл. 2).

Из табл. 2 видно, что в фитопланктоне морей Полярного бассейна преобладают диатомей, которые только в Баренцевом море составляют немногим более 50% от всего числа видов водорослей, в Карском их уже около  $\frac{3}{4}$  (63—73%), а в сборах при дрейфе л/п «Седов» и станции «Северный полюс» — 79—86%. Обратное соотношение наблюдается у перидиней: севернее 85° с. ш. их не более 19%, в Карском море — 21—32% и в Баренцевом — 39—43%. Жгутиковых и зеленых водорослей больше в Баренцевом море, чем в Карском, причем последние полностью отсутствуют в сборах на «Седове» и в материалах станции «Северный полюс».

### СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ СПИСОК ФОРМ, НАЙДЕННЫХ В СЕТНЫХ СБОРАХ ПЛАНКТОНА ВО ВРЕМЯ ДРЕЙФА СТАНЦИИ «СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС»

#### Chrysophyta

Silicoflagellatae Borgert

Siphonotestales Lemmermann

1. Dictyochaceae Lemmermann

D i s t e p h a n u s H a e c k e l

1. Distephanus speculum var. septenarius

(Ehrb.) Joergensen et var. octonarius

(Ehrb.) Joergensen

#### Pyrrophyta

Donophyceae Pascher

Peridinales Schütt

Peridiniaceae (Schiller)

P e r i d i n i u m E h r e n b e r g

1. Peridinium achromaticum Levander

2. P. crassipes Kofoid

3. P. islandicum Paulsen

4. P. minusculum Pavillard

5. P. pellucidum (Bergh) Schütt

**Bacillariophyta**

**A. Centrales Schütt**

**Discineae Schütt**

**Coscinodiscaceae Kütz.**

**Melosirioidae Schütt**

**I. Melosira Agardh**

1. *Melosira arctica* (Ehrb.) Dickie

**Skeletonemoidae Schütt**

**II. Porosira Joergensen**

2. *Porosira glacialis* (Grun.) Joergensen

**III. Coscinosira Gran**

3. *Coscinosira polychorda* Gran

**V. Thalassiosira Cleve**

4. *Thalassiosira bioculata* (Grun.) Ostensfeld

5. *Th. decipiens* (Grun.) Joergensen

6. *Th. gravida* Cleve

7. *Th. nordenskiöldii* Cleve

**Coscinodiscoideae Schütt**

**V. Coscinodiscus Ehrenberg**

8. *Coscinodiscus centralis* Ehrenberg

9. *C. curvatulus* Grunow

10. *C. oculus iridis* Ehrenberg

**Soleniineae Schütt**

**Soleniaceae Schütt**

**VI. Rhizosolenia Ehrenberg**

11. *Rhizosolenia hebetata* f. *hiemalis* Grunow

12. *Rh. styliformis* Brightwell

**Biddulphiineae Schütt**

**Chaetoceraceae Schütt**

**VII. Chaetoceros Ehrenberg**

13. *Chaetoceros atlanticus* Cleve

14. *Ch. borealis* Bailey

15. *Ch. compressus* Lauder

16. *Ch. concavicornis* Mangin

17. *Ch. convolutus* Gastracane

18. *Ch. debilis* Cleve

19. *Ch. densus* Cleve

20. *Ch. furcellatus* Bailey

21. *Ch. septentrionalis* Oestrup

22. *Ch. socialis* Lauder

23. *Ch. subsecundus* (Grunow) Hustedt

**Biddulphiaceae**

**Eucampioideae Schütt**

**VIII. Eucampia Ehrenberg**

24. *Eucampia zodiacus* Ehrenberg

**B. Pennales Schütt**

## B.1 Araphineae

## Fragilariaceae Schütt

## Fragilarioideae Schütt

## IX. Fragilaria Lyngbye

25. *Fragilaria islandica* Grunow26. *F. cylindrus* Grunow27. *F. oceanica* Cleve

## X. Thalassionema Grunow

28. *Thalassionema nitzschioides* Grunow

## XI. Synedra Ehrenberg

29. *Synedra toxonoides* var. *curvata* (Oestrup) Hustedt30. *S. hyperborea* var. *rostellata* Grunow

## B.2 Monoaraphineae

## Achnanthaceae Schütt

## XII. Achnanthes Bory

31. *Achnanthes taeniata* Grunow

## B.3 Biraphineae

## Naviculaceae Schütt

## XIII. Diploneis Ehrenberg

32. *Diploneis litoralis* var. *clathrata* (Oestrup) Cleve33. *D. smithii* (Brebisson) Cleve

## XIV. Stauroneis Ehrenberg

34. *Stauroneis acuta* W. Smith

## XV. Navicula Bory

35. *Navicula derasa* Grunow36. *N. detera* (Grunow) Gran37. *N. directa* (W. Smith) Ralfs typ., var. *genuina* Cleve et var. *subtilis* (Greg.) Cleve38. *N. gelida* Grunow39. *N. granii* (Joergensen) Gran40. *N. recurvata* Gran41. *N. sibirica* (Grunow) Cleve42. *N. superba* (Cleve) Gran43. *N. transitans* Cleve44. *N. triginicephala* Cleve45. *N. valida* Cleve et Grunow

## XVI. Pinnularia Ehrenberg

46. *Pinnularia quadratarea* (W. Smith)Cleve var. *constricta* Oestrup et var. *stuxbergii* Cleve47. *P. semiinflata* Oestrup

## XVII. Pleurosigma W. Smith

48. *Pleurosigma karianum* Grunow49. *P. kjellmani* Cleve50. *P. stuxbergii* Cleve et Grunow var. *rhomboides* Cleve

## XVIII. Amphiprora Ehrenberg

51. *Amphiprora gigantea* var. *septentrionalis* (Grunow) Cleve52. *A. hyperborea* (Grunow) Gran



53. *A. kjellmani* Cleve  
 XIX. *Gomphonema* Agardh  
 54. *Gomphonema exiguum* Kütz.  
 55. *G. kamtschaticum* var. *groenlandicum*  
     Oestrup  
 Nitzschiaceae (Schütt) Hustedt  
 XX. *Nitzschia* Hassall  
 56. *Nitzschia angularis* var. *kariana* Grunow  
 57. *N. delicatissima* Cleve  
 58. *N. frigida* Grunow  
 59. *N. laevissima* Grunow  
 60. *N. seriata* Cleve  
 XXI. *Hantzschia* Grunow  
 61. *Hantzschia weyprechtii* Grunow

В планктонных сборах из Полярного бассейна преобладают диатомеи, и чем суровее общие условия в море, тем заметнее преобладание их над перидиниями. Количественное развитие диатомей еще заметнее, их в десятки раз больше, чем количество перидиний. Это и понятно, так как среди диатомей преобладают формы арктические и аркто-бореальные, т. е. формы «весеннего» сезона морей Полярного бассейна, тогда как большинство перидиний — «летние» формы, появляющиеся всюду в морях после первого массового развития диатомей.

В табл. 2 приводятся данные Грана (Gran, 1904) по составу диатомовой флоры в сборах Нансена. Но последний производил лов очень редкой сетью, поэтому сборы фитопланктона оказались чрезвычайно бедны в качественном отношении. Гран нашел в семи планктонных сборах только шесть планктонных диатомей. Наиболее богатыми в количественном отношении были ловы с 12 по 24 октября 1893 г. При обработке всех сборов Нансена, включая сюда так называемые ледовые сборы, которые оказались наиболее полными в флористическом отношении, Гран зарегистрировал 84 формы диатомей. Большинство из них принадлежит к криофилам, развивающимся в большом количестве в морской воде на нижней поверхности и стенках морских дрейфующих льдов. Как видно, сборы Нансена были несколько иными, чем сборы станции «Северный полюс», и при сравнении нужно помнить это обстоятельство.

В этой же табл. 2 приведены данные по общему составу фитопланктона в сетных сборах дрейфующего л/п «Седов». Необходимо несколько остановиться на этих данных и сравнить составы фитопланктона по материалам л/п «Седов» (Усачев, 1946) и «Северный полюс» (табл. 3). Напомню, что ловы на л/п «Седов» производил А. Г. Ефремов во время дрейфа с 4 июня по 14 октября 1939 г., т. е. почти в одно и то же время года, но несколько южнее, хотя тоже выше 85° с. ш.

Анализируя сравнительные данные, нужно иметь в виду, что ловы на л/п «Седов» производили сетью Джели из мельничного сита № 23—24 (по старой нумерации № 3), т. е. также из очень редкой ткани. Этим и объясняется отсутствие в сборах «Седова» целого ряда мелких и бесщетиновых диатомей (*Navicula* и др.). С другой стороны, редкая сеть нормально пропускала воду, фильтруя большее количество воды, чем это происходило при ловах станции «Северный полюс», на которой применяли сеть с чрезвычайно густой тканью. Поэтому я ограничиваюсь только сравнительными данными по качественной характеристике (с указанной поправкой на методику) и количественных сравнений делать не буду.

Таблица 2  
 Состав водорослей в сетных сборах планктона из Баренцева и Карского морей, в сборах станции «Северный полюс» и дрейфующего л/п «Седов»

Водоем	Время сборов	Общее число видов водо- рослей	Жгутиковые		Кремне- жгутиковые		Перидиней		Диатомовые		Зеленые		Источник	
			А*	Б*	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б		
Баренцево море Полярному меридиану Западная половина (об- щая сводка) Восточная половина	Август 1921 г. . Май — сентябрь разных лет . .	68 177	— 6	— 3	— 2	— 1	29 69	43	36 92	53 52	3 8	4 5	Киселев, 1928 Киселев, 1928	
	Август — начало сентября 1931 г.	110	2	3	1	1	47	43	56	51	4	3	Усачев, 1935	
	Карское море Западная часть Северо-восточная часть Центральный район	Август — сен- тябрь 1925 г. Октябрь 1922 г. Август 1934, 1936 и 1945 гг. . .	66 60 98	2 1 2	3 2 2	1 1 2	1 2 2	21 12 20	32 20 21	41 44 72	63 73 73	1 2 2	1 3 2	Забелина, 1930 Киселев, 1938 Усачев, 1947а, б
Октябрь, 1893 г. июль — начало августа 1894 г.		84	Не указываются											Гран, 1904
Сборы А. Г. Ефремова с дрейфовавшего л/п «Седов» Сборы П. П. Ширшова на станции «Северный полюс»		Июль — октябрь 1939 г. . . . .	56	1	2	2	3	6	11	47***	84	—	—	Усачев, 1946б
	Июль — октябрь (основной мате- риал — август) 1937 г. . . . .	68	—	—	2	1	5	7	61****	92	—	—	Настоящее сооб- щение Виркетис, 1957	
	1954—1955 гг.	12	—	—	—	—	3	25	9	75	—	—		

\* А — общее число видов; Б — число видов (в % от общего числа).  
 \*\* Подавляющее большинство принадлежит к составу ледовой флоры.  
 \*\*\* Из них 13 видов относятся к криофилам и формам бентоса.  
 \*\*\*\* Из них 32 вида относятся к криофилам и формам бентоса.

Т а б л и ц а 3  
Фитопланктон сетных сборов на станции «Северный полюс» и во время дрейфа л/п «Седов»

Время сбора	Жгутико- вые		Кремне- жгутико- вые		Периди- неи		Диатомей		Всего в со- брах	Всего общих. %
	всего	% общих	всего	% общих	всего	% общих	всего	% общих		
«Северный полюс» 26.VI—27.X 1937 г.	—	—	1	100	5	20	61	51	67	50
«Седов» 4.VI—14.X 1939 г. . . . .	1	—	2	50	6	17	47	66	56	59
Общие виды . . . . .	—	—	1	—	1	—	31	—	33	—

В результате обработки зоопланктона в сетных пробах, собранных на станции «Северный полюс — 4» (1954—1955 гг.), М. А. Виркетис (1957) в «Приложении II» дает общий состав встреченных планктонных водорослей (по определению И. А. Киселева). Ловы проводили такой же редко-ячейной сетью, как и на «Седове» (сито № 23). Сборы оказались весьма бедными: всего 12 видов, из них 9 диатомей, заметного количественного развития они не достигали ни в одном из ловов.

Теперь необходимо рассмотреть состав фитопланктона с эколого-географической стороны. В табл. 4 дается итог распределения по биогеографическим группам для слоя до 50 м. В характеристике той или иной формы я использовал указания А. Линко (1907), И. А. Киселева (1925, 1932, 1939, 1950, 1957), Грана (Gran, 1902), Хустеда (Hustedt, 1930—1959) и др. В таблице приводятся данные только по планктонным формам.

Т а б л и ц а 4  
Биогеографическая характеристика фитопланктона по сборам станции «Северный полюс» (для слоя 0—50 м)

Группа	Океанические			Неритические			Всего видов
	арктиче- ские	аркто-бо- реальные	бореаль- ные	арктиче- ские	аркто-бо- реальные	бореаль- ные	
Кремнежгутиковые . . . . .	—	—	1	—	—	—	1
Перидиней . . . . .	—	—	1	2	—	2	5
Диатомей . . . . .	—	2	8	11	7	1	29
Итого видов . . . . .	—	2	10	13	7	3	35

Из 35 планктонных форм арктических — 13, или 37%, аркто-бореальных — 9, или 26%, бореальных — 13, или 37%.

В составе планктона преобладал неритический комплекс (23 формы), из которого подавляющее большинство принадлежало к арктическим и аркто-бореальным формам. Из 12 форм океанического комплекса большинство — бореальные. В обоих случаях фитопланктон состоял преимущественно из диатомей, среди которых в морях Полярного бассейна вообще преобладают неритические арктические и аркто-бореальные формы, образующие всю «весеннюю» флору; океанические бореальные формы образуют главным образом «летнюю» флору. Таким образом, среди планктонных

водорослей] наблюдается преобладание (более 60% всего числа форм) перитических арктических и аркто-бореальных форм. Если к этому прибавить непланктонные диатомей, которые в подавляющем большинстве, по-видимому, принадлежат тоже к видам арктическим (неритическим), то состав водорослей в обработанных сборах окончательно примет черты арктического и аркто-бореального типа. При расчете на биомассу вырисовывается явное преобладание арктических форм. Это говорит о тех условиях, в которых протекает вегетация полярного фитопланктона: поверхностный слой (до 30—50 м) — слой арктических вод, без явного влияния Атлантики, и постоянное присутствие льдов.

Т а б л и ц а 5

Фитопланктон в сетных сборах на станции «Северный полюс»  
(в % по осредненным данным)

Водоросли	Частота встречаемости, % от числа всех проб	% участия по биомассе по тем пробам, в которых встречались данные формы	% участия по биомассе во всех пробах
Bacillariophyta:			
Melosira arctica . . . . .	39	2	1
Thalassiosira spp. . . . .	89	19	19
Porosira spp. . . . .	82	30	27
Coscinosira spp., Coscinodiscus spp. . .	86	21	19
Rhizosolenia spp. . . . .	7	4	0,3
Chaetoceros spp. . . . .	86	22	22
Fragilaria spp., Achnanthes spp. . . .	86	2	2
Navicula spp., Gomphonema sp. . . .	82	4	4
Nitzschia frigida, N. seriata . . . . .	79	1	1
Все Pyrrophyta . . . . .	72	5	4

Обратимся к более подробному рассмотрению фитопланктона (табл. 5). Начнем с главенствующей части его — диатомовых водорослей.

Среди диатомей в фитопланктоне преобладают Discoineae — Coscinodiscaceae. Из них доминирующее положение занимают следующие виды: *Porosira glacialis*, *Coscinosira polychorda*, *Thalassiosira bioculata*, *Th. gravida*, *Th. nordenskiöldii*. Биомасса этих форм колебалась в пределах от 24 до 98%, причем биомасса *P. glacialis* достигала 60%, в очень редких случаях составляя меньше 10% от всей биомассы фитопланктона. В среднем 27% биомассы всех сборов приходилось на *P. glacialis*, частота встречаемости которой равнялась 84%. Частота встречаемости видов *Thalassiosira* была 89% всех ловов, биомасса их достигала 45% всей биомассы в пробе (станция 6; 4 августа 1937 г.), в среднем для всех сборов занимая 19%. Такое же положение занимала *C. polychorda*, которая вместе с некоторыми представителями рода *Coscinodiscus* на части станций являлась доминирующей и достигала 39—48% всей биомассы фитопланктона в лове. Встречаемость этого вида — 86%, средний процент биомассы для всех проб — 19%.

Из Soleniineae встречался только род *Rhizosolenia*, причем два вида его почти никакого значения не имели, так как встречались на двух станциях и в весьма ограниченном количестве особей (7% биомассы пробы).



Из Biddulphiineae громадное значение имел род *Chaetoceros* с его 11 видами. Первым по частоте встречаемости стоит *Ch. atlanticus* (86%), на дающей формой. Во время своего массового развития (конец августа — начало сентября) *Ch. socialis* характеризовал «цветение» воды и занимал за весь исследованный период, то биомасса *Ch. socialis* в среднем равнялась 15—17%. *Ch. socialis* у берегов Мурман (в прибрежной полосе от апреля достигает своего массового развития (Камшилов, Зеликман, Рох-хияйнен, 1958).

Остальные виды *Chaetoceros*, хотя и встречались в исследуемых сборах довольно часто (*Ch. furcellatus*, *Ch. debilis*, *Ch. borealis*), занимали каждый в отдельности по своей биомассе всегда подчиненное положение. В общем же весь род *Chaetoceros* по встречаемости имел очень высокий показатель — 86%, а по биомассе для всех проб — 22%.

В группе *Pennales* насчитывается 36 видов, т. е. около 60% всех диатомей, встреченных при обработке собранных материалов.

Как известно, подавляющее большинство видов *Pennales* принадлежит к бентосным формам, именно они населяют поверхность твердых субстратов литорали и участвуют в массовом обрастании подводной растительности (главным образом высших водорослей). Но среди них можно насчитать не один десяток форм, встречающихся и в планктоне. Таких видов, среди указанных 35, можно насчитать 7. Следовательно, на долю непланктонных *Pennales* приходится 28, или около половины всего видового состава диатомей. Присутствие этих бентических видов является тоже весьма характерной особенностью сборов станции «Северный полюс».

Просматривая экологическую характеристику бентосных видов, можно отметить, что большинство из них принадлежит к так называемым ледовым формам — криофилам (Гран, 1904; Палибин, 1903—1906, 1925; Ширшов, 1937; Усачев, 1948, 1949), развивающимся в массовом количестве на нижней стороне морского льда или на карнизах, выступах и в углублениях на его стенках в воде. Скопления таких диатомей могут отрываться от субстрата и некоторое время вместе с отмирающим фитопланктоном (например *Nitzschia frigida* и *Fragilaria oceanica*) плавать между льдами на поверхности моря в виде довольно крупных слизистых или рыхлых образований. Именно на такие «прильдовые» скопления диатомей обратил внимание Ф. Нансен во время своей экспедиции на «Фраме» (Гран, 1904), то же самое неоднократно отмечал в своих полюсных наблюдениях И. Д. Папанин (1938, 1940). По данным Грана (1904), массовое развитие водорослей около «Фрама» наблюдалось 18—27 июля и 3—5 августа. И. Д. Папанин об этом явлении пишет в своем дневнике 3, 5, 20 и 27 августа — сроки, как видно из приводимых дат, весьма близкие.

Три четверти состава непланктонных диатомовых указываются во всех ледовых сборах Нансена (Гран, 1904) и по сводке материалов предшествующих авторов, данной Граном, относятся в условиях дрейфующих льдов к типичным криофилам. К последним из *Centrales* необходимо отнести диатомею *Melosira arctica*, образующую большие слизистые массы на стенках льдин (Палибин, 1903—1906; Усачев, 1935, 1948, 1949). *Chaetoceros septentrionalis*, значительно реже *Thalassiasira bioculata*, и некоторые другие являются также обязательными компонентами скоплений диатомей, но уже не слизистых, а рыхлых, почти без слизи. Биомасса таких явных криофилов в изучаемых сетных сборах занимала в ряде ловов (станции 2, 3, 6 — 11 июля, 24 июля и 4 августа соответственно) около 20% всей

биомассы пробы. В среднем эти встречающиеся на всех станциях и во всех ловах подоросли составляли 5—8% от биомассы всех сборов. Незначительность последней цифры следует объяснить методикой сборов, так как сеть не облавливала нижнюю поверхность льдин или замыкалась под поверхностным горизонтом на глубине 2—4 м.

Среди Naviculaceae характерными были *Navicula directa*, *N. trigonocéphala*, *N. gelida*, *N. recurvata*, *N. sibirica*, а также *Pinnularia quadratarea* var. *stuxbergii* et var. *constricta*, *Pleurosigma stuxbergii*, *P. kjellmani*, *Diploneis litoralis* var. *clathrata*. Из родов *Amphiprora* и *Gomphonema* были представлены *A. hyperborea*, *A. gigantea* var. *septentrionalis*, *Gomphonema exiguum*, *G. kamtschaticum*. Наиболее частыми формами из *Fragilariaceae* в сборах были *Fragilaria oceanica* и *F. islandica*. Встречаясь почти в каждой пробе (86%), эти формы в июне занимали до 17% всей биомассы пробы, и в дальнейшем они неослабно развивались, хотя по биомассе значительно уступали другим диатомеям. В среднем для всех сборов обе формы занимали 2—3% биомассы. *Achnanthes taeniata* играла подчиненную роль.

Из планктических *Nitzschiaceae* преобладали *Nitzschia seriata* и *N. frigida*. Встречались они почти в каждом лове (73%), однако самая большая их биомасса составляла 5%, в среднем для всех сборов равняясь 1% от всей биомассы во всех пробах.

Общая встречаемость перидиней — 72% всех проб, биомасса до сентябрьских ловов была чрезвычайно скромной и редко превышала 1% от всей биомассы фитопланктона в пробе. Резкий перелом в повышении биомассы перидиней произошел в середине сентября (станция 10, 11 сентября), когда биомасса их составляла 19 и даже 41% в лове.

Так как перидиней — формы преимущественно «летние», то именно этим переломом в сентябре определялся летний сезон. Средняя биомасса для всех проб равнялась 4%. Преобладал среди перидиней *Peridinium islandicum*.

Здесь еще следует упомянуть о двух организмах, точно до сих пор не определенных и поэтому не указывающихся в моем систематическом списке: это *Echinum minus* и *Echinum majus* (Meunier, 1910). Они довольно обычны в планктоне морей Полярного бассейна, а в рассматриваемых матерналах отмечены на каждой станции в очень небольшом количестве.

Для более реального представления о послойном составе фитопланктона и смене его во времени я отобрал 5 станций с однообразными ловами — станции 5, 6, 8, 9 и 10, при этом данные по станциям 5 и 6 объединены, так как пробы на них брали почти одновременно (рис. 1).

Распределение фитопланктона в среднем слое (10—20 м) несколько отличалось от остальных за счет повышенного развития *Chaetoceros socialis* на станции 8 (20 августа), чего не наблюдалось в остальных слоях за это же время. *Thalassiosira* преобладала в слое 20—30 м, а *Porosira glacialis* — почти на всех станциях в слое 10—20 м. Биомасса *Coscinosira* и, в основном, *Coscinodiscus centralis* в начале августа в поверхностном слое (0—10 м) была наибольшей, резко уменьшаясь в слое 20—30 м.

Все графики рис. 2 наглядно показывают, что исследования охватили весь период развития *Chaetoceros* (главным образом *Ch. socialis*) от начала до «цветения» (50—67% всей биомассы) и образования спор. Такая особенность резко выраженной сжатой вегетации основного доминанта, вероятно, является особенно характерной чертой в развитии фитопланктона высоких широт. Количество *Fragilaria* и *Achnanthes* больше всего в слое 20—30 м, хотя в общем оно довольно незначительно, но постоянно. То же можно сказать и о непланктонных *Navicula*, *Gomphonema* и др. Количество *Nitzschia* в слое 0—10 м очень небольшое, в конце августа в

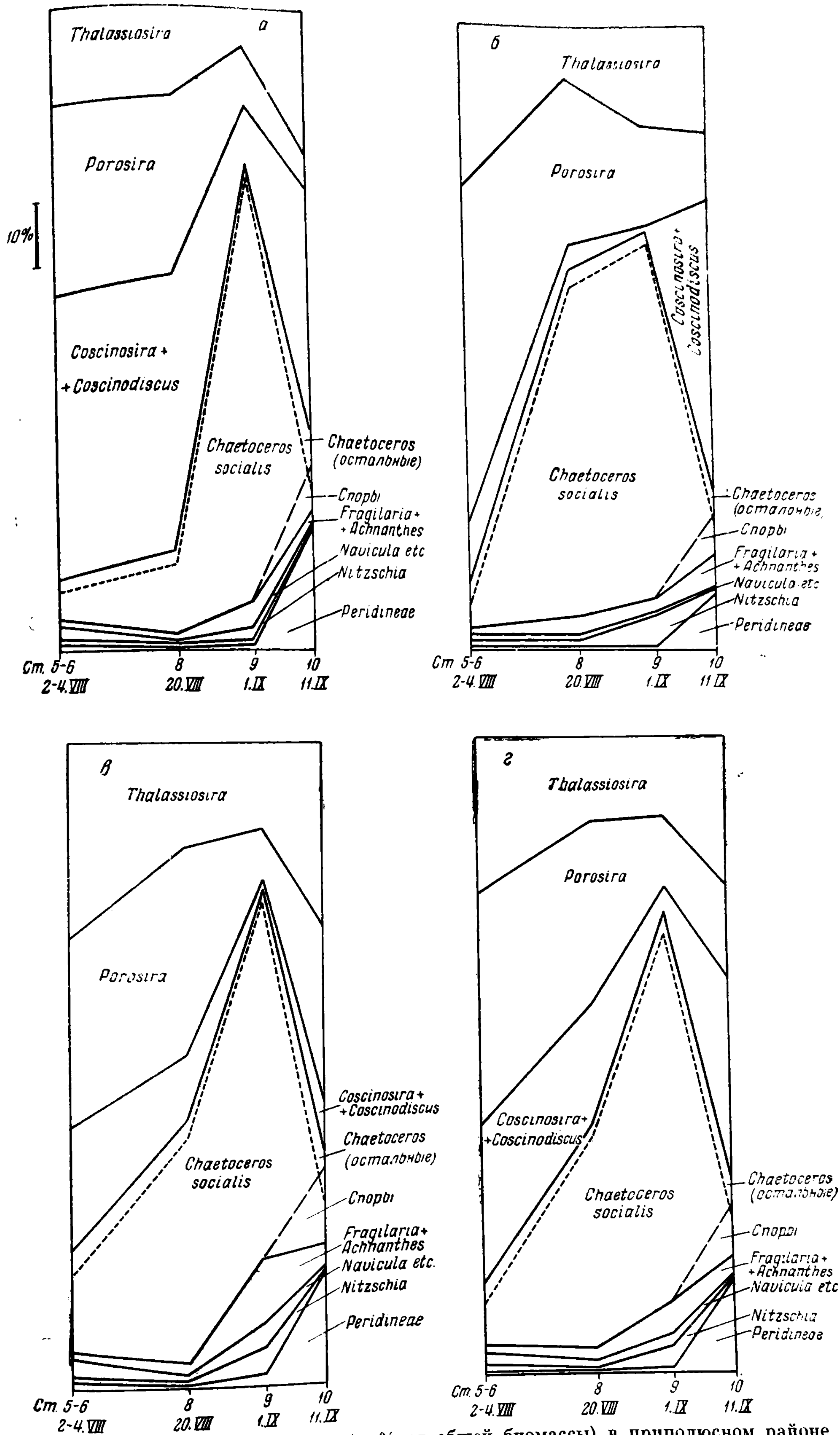


Рис. 1. Состав фитопланктона (в % от общей биомассы) в приполюсном районе по сборам станции «Северный полюс»

*a* — в слое 0—10 м; *б* — в слое 10—20 м; *в* — в слое 20—30 м; *г* — в слое 0—30 м

других слоях оно увеличивается, что особенно хорошо заметно в слое 10—20 м. Перидинии, как более бореальные, «летние» формы, отчетливо выделялись во всех слоях после станции 9 к 11 сентября. Рис. 1,2, объединяющий все послойные данные до 30 м, хорошо определяет роль всех компонентов фитопланктона во времени, особенно выявляя «хетоцеросовый цикл» с преобладанием *Chaetoceros socialis*.

Перейдем к рассмотрению сезонных явлений в фитопланктоне. О биологической весне, которая наблюдалась во время дрейфа, И. Д. Папанин пишет: «...в последней декаде июля началось заметное развитие растительного планктона в верхних слоях моря: наконец, наступила и для наших широт гидробиологическая весна» (1940, стр. 52). Те же данные приводит в своей статье о научных результатах дрейфа станции «Северный полюс» П. П. Ширшов (1944), кратко упоминая о том, что сезонные явления были ярко выражены и что резкое увеличение количества фитопланктона наблюдалось в августе.

Сезонные явления в жизни фитопланктона полярных морей в достаточной мере освещены в работах П. П. Ширшова (1936, 1937, 1938) и В. Г. Богорова (1938, 1941). Пользуясь данными П. П. Ширшова, в рассматриваемых сборах можно найти представителей как «весенних», так и «летних» сезонов.

В число «ранневесенних» или «весенних» видов вошли 12 нижеследующих диатомей. Все они — формы неритические, арктические (8 видов) или аркто-бореальные (4 вида): *Melosira arctica*, *Porosira glacialis*, *Coscinosira polychorda*, *Thalassiosira gravida*, *Th. bioculata*, *Fragilaria islandica*, *F. oceanica*, *Achnanthes taeniata*, *Amphiprora hyperborea*, *Navicula granii*, *Nitzschia frigida*, *N. delicatissima*.

К «весенним» формам, по-видимому, следовало бы отнести и *Coscinodiscus centralis* (Воронков и Кречман, 1939), но ее сезонная характеристика изучалась только в условиях Белого моря.

Из «поздневесенних» видов в фитопланктоне обнаружены *Chaetoceros furcellatus* и *Ch. socialis*. Обе эти формы — неритические, первая — арктическая, вторая — аркто-бореальная.

К «летним» формам П. П. Ширшов (1937) относит *Chaetoceros atlanticus*, *Ch. borealis*, *Ch. compressus*, *Ch. convolutus*, *Ch. debilis*, *Ch. subsecundus*, *Eucampia zoodiacus*, *Peridinium achromaticum*, *P. crassipes*, *P. islandicus*, *P. minusculum*, *P. pellucidum*. Из них океанических, бореальных видов — 5, остальные 7 — неритические и аркто-бореальные. В отношении последней группы вопрос остается спорным, так как, по-видимому, *Ch. subsecundus* и *Ch. debilis*, вегетация которых приурочена к поздним срокам после весеннего «цветения» моря, по своей современной экологической характеристике следует отнести к видам, стоящим ближе к бореальным, чем к аркто-бореальным. Кроме того, к «летним» формам я отношу споры поздневесенних видов *Ch. furcellatus* и *Ch. socialis*, как клеток, образовавшихся в «летний» период в цикле вегетации указанных форм.

Среди форм «неопределенного» сезона для арктических морей П. П. Ширшов (1937) перечислял следующие 6 диатомей: *Thalassiosira nordenskiöldii*, *Coscinodiscus oculus iridis* (хотя эта диатомея им же причисляется в другом случае к «летним» видам), *Rhizosolenia hebetata* f. *hiemalis*, *Rh. styliformis*, *Chaetoceros septentrionalis*, *Nitzschia seriata*.

Расхождение в определении сезонности видов в условиях Арктики относится главным образом к *Th. nordenskiöldii* и *N. seriata*, так как И. В. Палибин (1903—1906) отмечает их в составе «весенних» сборов вместе с *Chaetoceros furcellatus* и *Ch. socialis*. К настоящему времени фор-



мы «неопределенного» сезона уже получили нужную характеристику: *Th. nordenskiöldii* и *Rh. hebetata* f. *hiemalis* относятся к аркто-бореальным, криофил *Ch. septentrionalis* — к арктическим, остальные — к бореальным видам.

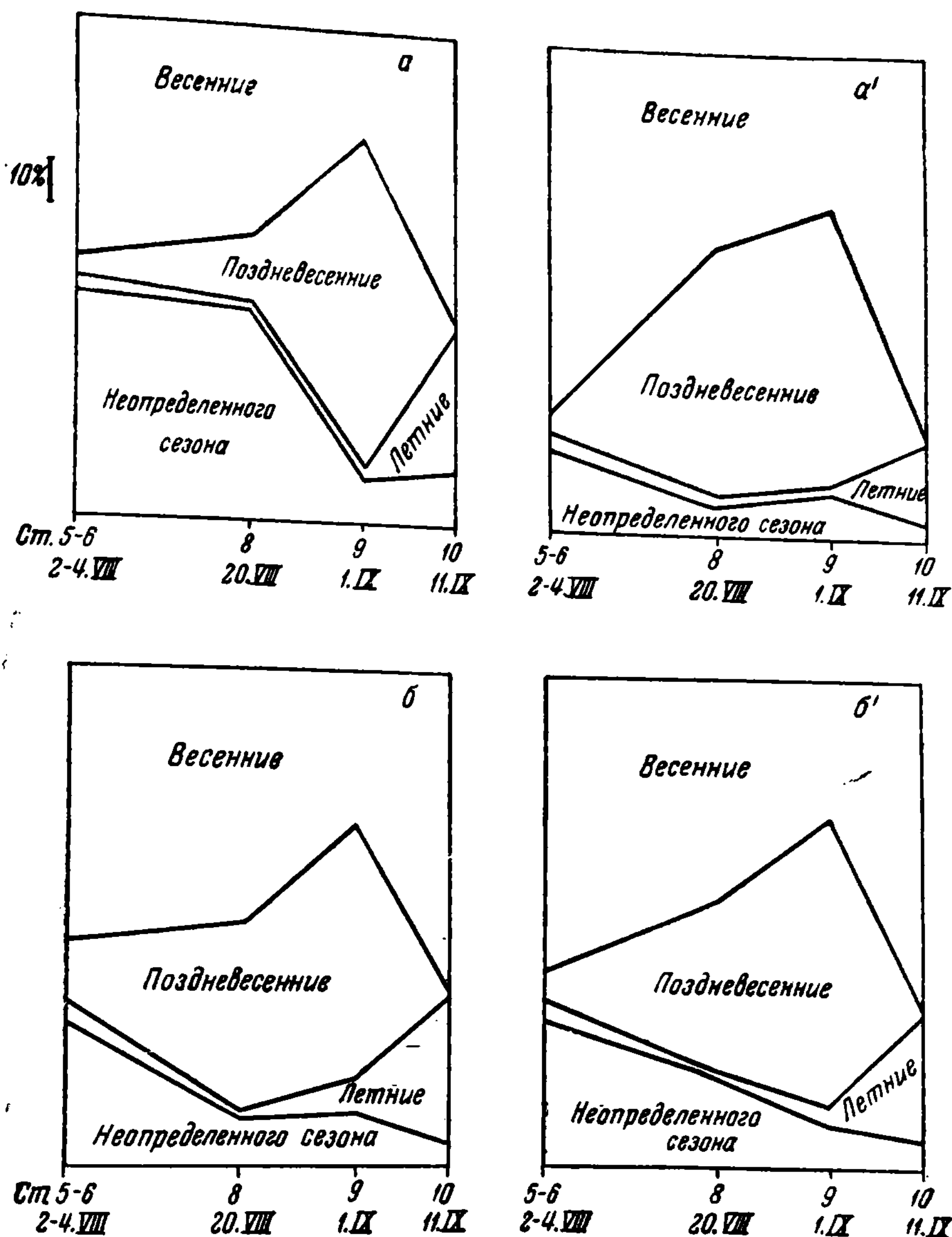


Рис. 2. Состав фитопланктона (в % от общей биомассы), по «сезонности» видов в приполюсном районе по сборам станции «Северный полюс»

Графики составлены с учетом видов «неопределенного сезона». а, а' — в слоях 0—10 м и 10—20 м; б, б' — в слоях 20—30 м и 0—30 м

Остальные формы из состава всех сборов и не перечисленные П. П. Ширшовым (1937) в списках по их сезонности отнесены мною к видам «неопределенного сезона» главным образом потому, что сезонность их остается спорной ввиду отсутствия точной экологической характеристики этих форм. Большинство из них являлись подчиненными компонентами в фитопланктоне и не образовывали значительной биомассы, хотя в начале вегетации (например 2—4 августа) общая их биомасса достигала 40% от всей за счет *Coscinodiscus centralis*.

Для более определенного суждения о сезонности воспользуюсь теми же станциями, что и в предыдущем случае (рис. 2). Уже первый взгляд

на графики определяет особенность состава: преобладание «весенних» и «поздневесенних» форм. Последние (например *Ch. socialis*) чрезвычайно показательно количественно нарастают с начала августа и заканчивают цикл развития к 11 сентября.

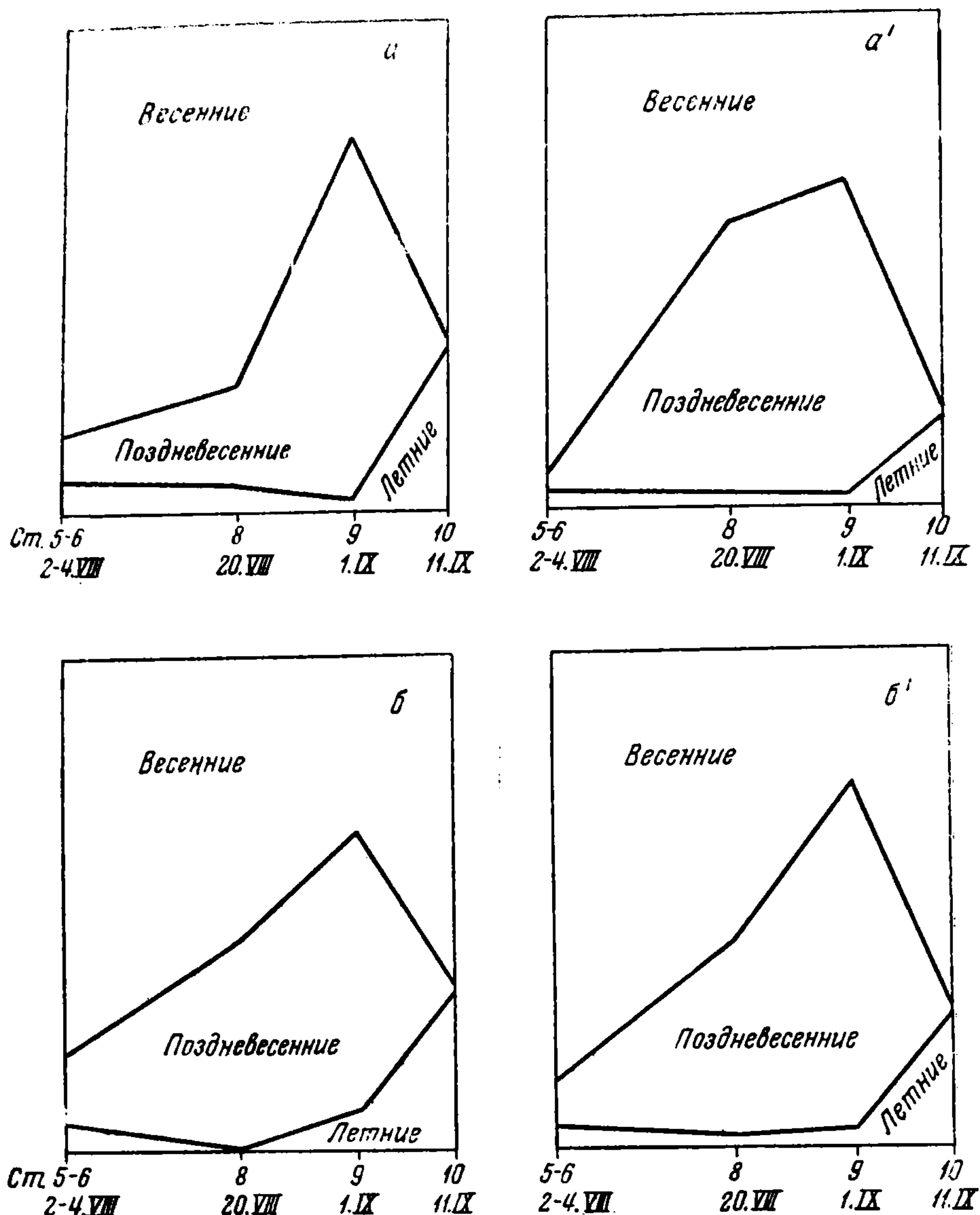


Рис. 3. Сезонные виды в составе фитопланктона (в % от общей биомассы) в приполюсном районе по сборам станции «Северный полюс»

Графики составлены без учета видов «неопределенного сезона». а, а' — в слоях 0—10 м и 10—20 м; б, б' — в слоях 20—30 м и 0—30 м

Большое в начале вегетации относительное количество видов «неопределенного сезона» (17—45%) постепенно уменьшается до 11%. В первом случае преобладали *Coscinodiscus oculus iridis*, *C. centralis*, *Thalassiosira nordenskiöldii*, *Nitzschia serata* и некоторые непланктонные формы. Впрочем, возможно, что *C. centralis* надо было бы и в наших условиях отнести к «весенним» видам, как это делают П. П. Воронков и Г. В. Кречман (1939) для Белого моря.

Сезонной характеристики этой диатомеи П. П. Ширшов не дает. «Летние» формы вначале образуют очень небольшую биомассу, которая

только к 11 сентября увеличивается до 18—30% за счет перидиней и спор *Chaetoceros*.

«Весенние» виды в начале наблюдений и к концу вегетации преобладали, в августе они отошли на второе место из-за массового развития *Chaetoceros socialis*.

В послойном распределении принципиальной разницы нет, хотя «позднелетние» виды как в слое 10—20 м, так и в слое 20—30 м более постоянны по биомассе. Средние данные для всего слоя 0—30 м носят сглаженный характер, как результирующие послойные наблюдения.

Общая картина состава фитопланктона без видов «неопределенного сезона» остается прежней (рис. 3). Еще резче определяется характерная особенность рассматриваемых сборов: преобладание «весенних» форм в начале и конце вегетации и «позднелетних» — во второй половине августа.

Таким образом, можно считать, что в центральной части Полярного бассейна севернее 84—85° с. ш. в фитопланктоне преобладает «весенняя» («раннелетняя») флора с подъемом «позднелетних» видов в середине вегетации или что все кратковременное развитие фитопланктона охватывает только «весенние» виды, а «летние» и к концу вегетации играют совершенно незначительную роль. Это заключение очень хорошо подтверждает вывод, высказанный еще И. В. Палибиным (1903—1906), о сжатии вегетационных процессов в северных морях. Оно очень хорошо согласуется и с положением, высказанным В. Г. Богоровым (1938, 1941), о моноциклической особенности полярных морей в количественном развитии планктона, но вносит поправку в смену их сезонов по фитопланктону. В. Г. Богоров считает, что в Полярном бассейне весна, лето и осень протекают в течение августа и сентября, тогда как изложенные данные говорят о том, что в вегетации водорослей центральной части Полярного бассейна резко выражен только один сезон — весенний, с полным циклом вегетации арктических и аркто-бореальных видов, т. е. «весенних» и «позднелетних» форм.

К характеристике фенологических черт в природе океана у Северного полюса следует отнести любопытный факт: если массовый вид фитопланктона — *Chaetoceros socialis* — у побережья Муромы появляется в планктоне в марте и размножается до «цветения» моря в апреле, то у Северного полюса он достигает своего количественного максимума в августе. Этот факт совершенно точно указывает на то, что весна в океане у Северного полюса «запаздывает» по сравнению с южной частью Баренцева моря на четыре месяца.

### ВЫВОДЫ

1. На дрейфующей станции «Северный полюс» было сделано 14 планктонных станций, на которых производили фракционные ловы сетью Джеди с конусом из мельничного шелкового сита № 77 (по старой нумерации № 25). Сборы фитопланктона происходили от полюса до 84° с. ш. в период с 26 июня по 27 октября 1937 г. Обработано 28 проб, из них 22 пришлось на срок с 2 августа по 11 сентября.

2. Количественная обработка показала, что в слое 0—50 м наибольшее количество фитопланктона (97% биомассы, суммированной по сборам за все время исследования) наблюдалось в августе.

В итоге августовской вегетации в сборах фитопланктона 1 сентября 1937 г. биомасса оказалась наибольшей (около 120 мг/м<sup>3</sup> для слоя 0—30 м), затем она резко уменьшилась. Таким образом, можно считать, что весь

вегетационный период фитопланктона в приполюсном пространстве продолжается один месяц. Биомасса фитопланктона в остальное время исследования занимала 1—3% от биомассы всех ловов.

3. В начале августа наибольшее количество фитопланктона наблюдалось в слое 0—10 м, затем в слое 10—20 м. Вся биомасса водорослей за время со 2 августа по 11 сентября была послойно распределена следующим образом: в слое 0—10 м — 28%, 10—20 м — 49%, 20—30 м — 22%, 0—30 м — 99%.

4. В пробах найдено 68 форм водорослей: кремнежгутиковые (Chrysophyta, Silicollagellatae) были представлены 2 вариантами, перидиней (Pyrrhophyta) — 5 видами (7%) и диатомей (Bacillariophyta) — 61 видом (92%). Последние включали 21 род.

5. Сравнивая количество фитопланктона в сетных ловах на приполюсных станциях (по литературным и моим данным) и в Баренцевом и Карском морях, можно отметить постепенное увеличение преобладания в общем составе фитопланктона диатомей (в % от общей биомассы): Баренцево море — 39—43% перидиней и 51—53% диатомей, Карское море — 21—32% перидиней и 63—73% диатомей, центральная часть Полярного бассейна — 7% перидиней и 92% диатомей.

6. Согласно биогеографической характеристике для слоя 0—30 (50) м в фитопланктоне преобладали формы неритические — арктические и аркто-бореальные (больше 60% всего состава), полностью составляя «весеннюю» и «поздневесеннюю» флору. Арктическая и аркто-бореальная природа видов рассмотренного фитопланктона особенно резко подчеркивается данными по биомассе, характеризующими те особенности, в которых протекает вегетация водорослей: поверхностный опресненный слой (до 30—50 м) — слой арктических вод без явного влияния «свежих» вод Атлантики, а также влияние такого важнейшего экологического фактора, как присутствие льдов.

7. По преобладанию в биомассе и по встречаемости руководящими видами были *Porosira glacialis* и *Chaetoceros socialis*; затем — виды *Thalassiosira* и *Coscinodiscus polychorda*. *Nitzschia frigida*, *N. seriata*, виды *Fragilaria* и *Achnanthes taeniata* хотя и встречались постоянно, но их биомасса в пробах не была больше 5%.

Очень характерная особенность сборов — постоянное присутствие бентических диатомей-криофилов: виды *Navicula*, *Pinnularia*, *Gomphonema* и др. Их биомасса в толще воды в среднем достигала 4% (в отдельных пробах — до 15%). Перидиней занимали в среднем 4% всей биомассы фитопланктона.

8. При рассмотрении послойного распределения биомассы основных форм фитопланктона во времени оказалось, что в толще 0—30 м за август был охвачен весь основной период вегетации (до «цветения» и начала образования покоящихся спор) диатомей *Chaetoceros socialis*. В начале и конце вегетации фитопланктона преобладали *Porosira*, *Thalassiosira*, *Coscinosira* и др. Таким образом, другой особенностью приполюсного фитопланктона является массовое развитие хетцеросового (*Chaetoceros socialis*) планктона в чрезвычайно сжатый срок — в течение одного месяца — августа.

9. Анализ состава приполюсного фитопланктона со стороны сезонной характеристики показал, что за все время вегетации явно преобладали арктические и аркто-бореальные виды, чем и определялся «весенний» характер в состоянии планктона. «Летние» формы (бореального типа) в заметном количестве (до 22% биомассы) появлялись только в самом конце вегетации.



10. Сравнивая появление в планктоне и массовое количественное развитие до «цветения» доминирующего вида *Chaetoceros socialis* у побережья Мурмана и у Северного полюса, можно сказать, что весна в планктоне к Северному полюсу приходит с «опозданием» на четыре месяца по сравнению с южными районами Баренцева моря.

## ЛИТЕРАТУРА

- Богоров В. Г. 1938. Биологические сезоны Полярного моря. — Доклады АН СССР, т. XIX, № 8.
- Богоров В. Г. 1941. Биологические сезоны в планктоне различных морей. — Доклады АН СССР, т. XXI, № 4.
- Виркетис М. А. 1957. Некоторые данные о зоопланктоне центральной части Арктического бассейна. — Материалы наблюдений научно-исслед. дрейфующих станций «Северный полюс — 3» и «Северный полюс — 4» 1954, 1955 гг., т. I, изд-во «Морской транспорт». Л.
- Воронков П. П. и Кречман В. Г. 1939. Сезонные изменения биомассы планктона и физико-химических условий среды северо-восточной части Кандалакшского залива Белого моря. — Труды Гос. гидрол. ин-та, вып. 8.
- Забелина М. М. 1930. Некоторые новые данные по фитопланктону Карского моря. — Труды Гос. гидрол. ин-та, вып. 13.
- Камшилов М. М., Зеликман Э. А., Рохияйнен М. И. 1958. Планктон побережья Мурмана. В сб.: «Закономерности скоплений и миграций промысловых рыб в прибрежной зоне Мурмана». Изд-во АН СССР. М. — Л.
- Киселев И. А. 1925. Фитопланктон Белого моря. — Труды Гос. гидрол. ин-та, вып. 2.
- Киселев И. А. 1928. К вопросу о распределении и составе фитопланктона в Баренцевом море. — Труды Ин-та по изучению Севера, вып. 37.
- Киселев И. А. 1932. Материалы к микрофлоре юго-восточной части моря Лаптевых. — Труды Гос. гидрол. ин-та, вып. 15.
- Киселев И. А. 1938. Некоторые данные о фитопланктоне в северо-восточной части Карского моря. — Труды Таймырск. гидрограф. экспедиции, ч. II.
- Киселев И. А. 1939. Фитопланктон Малой Пирьей губы Белого моря как показатель опресняющего влияния р. Умбы. — Труды Гос. гидрол. ин-та, вып. 8.
- Киселев И. А. 1950. Панцирные жгутиконосцы *Dinoflagellata* морей и пресных вод СССР. — Изд-во АН СССР.
- Киселев И. А. 1957. Особенности распределения фитопланктона в Белом море. — В сб.: «Материалы по комплексному изучению Белого моря», вып. 1.
- Корт В. Г. 1955. Работы Института океанологии в Арктическом бассейне. — Вестник АН СССР, № 1.
- Линко А. 1907. Исследования над составом и жизнью планктона Баренцева моря. — Экспедиция для научно-промысловых исследований у берегов Мурмана.
- Палибин И. В. 1903—1906. Ботанические результаты плавания ледокола «Ермак» в Северном Ледовитом океане летом 1901 г. — Известия С.-Петербургского бот. сада, т. 3, 4 и 6.
- Палибин И. В. 1925. Микроорганизмы, как разрушители полярных льдов. — Известия Центр. гидромет. бюро, вып. 5.
- Папанин И. Д. 1938. Жизнь на льдине. — Дневник. Издание редакции «Правда».
- Папанин И. Д. 1940. Труды дрейфующей станции «Северный Полюс», т. I, изд-во Главсевморпути.
- Усачев П. И. 1935. Состав и распределение фитопланктона Баренцева моря летом 1931 г. — Труды Арктического ин-та, т. 21.
- Усачев П. И. 1938. Биологический анализ льдов. — Доклады АН СССР, т. 19, вып. 8.
- Усачев П. И. 1946а. Биологические показатели происхождения льдов в Карском море, море Лаптевых и в проливах Земли Франца Иосифа. — Труды Ин-та океанологии АН СССР, т. I.
- Усачев П. И. 1946б. Фитопланктон Полярного бассейна по сборам дрейфующего л/п «Седов». — Труды дрейфующей экспедиции л/п «Седов», т. 3.
- Усачев П. И. 1947а. Общая характеристика фитопланктона морей СССР. — Успехи соврем. биологии, т. XXIII, вып. 2.
- Усачев П. И. 1947б. Плавание тральщика «Максим Горький» в Карском море в 1945 г. (отчет начальника рейса). — Проблемы Арктики (1946), вып. 2.
- Усачев П. И. 1948. Флора водорослей полярных льдов. — Вестник АН СССР, № 11.

- Усачев П. И. 1949. Микрофлора полярных льдов. — Труды Ин-та океанологии АН СССР, т. III.
- Ширшов П. П. 1936. Планктон как индикатор ледового режима моря. — Научные работы экспедиции на ледоколе «Красин» в 1935 г. Л.
- Ширшов П. П. 1937. Сезонные явления в жизни фитопланктона полярных морей в связи с ледовым режимом. — Труды Всесоюз. арктического ин-та, т. 82.
- Ширшов П. П. 1938. Опыт определения продуктивности фитопланктона полярных морей по хлорофиллу. — В сб.: «Научные результаты работ экспедиции «Челюскин» в лагере Шмидта», т. I, изд-во Главсевморпути.
- Ширшов П. П. 1944. Научные результаты дрейфа станции «Северный полюс». Рельеф дна и водные массы центральной части Северного Ледовитого океана. В кн.: «Общее собрание АН СССР 14—17 февраля 1944 г.». М. — Л.
- Яшнов В. А. 1934. Инструкция по сбору и обработке планктона. — Издание Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии. М.
- Яшнов В. А. и Усачев П. И. 1939. Инструкция по сбору планктона и обработке его в полевых условиях. — Издание Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии. М.
- Gran H. H. 1902. Das Plankton des Norwegischen Nordmeeres. Report Norweg.—Fisch Mar. Invest., v. II, N 5.
- Gran H. H. 1904. Diatomaceae from the ice — floes and plankton from the Arctic Ocean. The Norwegian North Polar Expedition 1893—1896.—Scientific Reg., v. IV.
- Hustedt Fr. 1930—1959. Die Kieselalgen. Rabenhorsts Kryptogamen — Flora von Deutschland etc., Bd. 7.
- Moullier A. 1910. Microplankton des mers de Barents et de Kara. —Duc. d'Orléans. Campagne Arctique de 1907.
-

**А. К. Г Е Й Н Р И Х**

**СОСТАВ И КОЛИЧЕСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ  
ЗООПЛАНКТОНА В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА**

*(Институт океанологии АН СССР; Москва)*

**ВВЕДЕНИЕ**

Распределение зоопланктона в районах Тихого океана, расположенных между Японией, Филиппинскими островами, Новой Гвинеей и  $160^{\circ}$  в. д., изучено очень слабо. До сих пор имелись сведения только по объему или весу всего сестона, который в дальнейшем я буду называть «биомасса планктона». Это данные Ханеда и Токиока (цит. по King a. Demond, 1953) для разреза между островами Палау и Новой Гвинеей, результаты работ по программе Эквапак (Ann, 1957) на разрезах от Японии до Новой Гвинеей по  $130^{\circ}$  и  $150^{\circ}$  в. д. и работ э/с «Витязь» в этом же районе по программе МГГ (Пономарева и Лубны-Герцык, 1958; Пономарева, 1960).

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

Материалом послужили сборы, произведенные в XXV рейсе э/с «Витязь» в период с 5 июля по 8 октября 1957 г. (рис. 1). Обработано 186 проб с 37 станций. На меридиональном разрезе планктон собран сетью Джеди океанской модели (диаметр входного отверстия 80 см, мельничное сито № 38), а на прочих — большой сетью Джеди (диаметр входного отверстия 37 см, мельничное сито № 38). Крупных и малочисленных животных просчитывали во всей пробе, мелких и многочисленных — в  $\frac{1}{10}$  или  $\frac{1}{20}$  части пробы. Определение биомассы зоопланктона несколько отличалось от стандартного метода, принятого для бореальных морей. Ввиду значительного видового разнообразия тропического зоопланктона и больших трудностей при определении видовой принадлежности многих организмов на молодых стадиях развития индивидуальные веса для видов и отдельных стадий развития не могли быть установлены. Поэтому для определения биомассы зоопланктона были использованы индивидуальные веса, вычисленные для более крупных систематических единиц с подразделением животных по размерным группам. При обработке пробы подсчитывали число животных в каждой из выделенных групп и для определения биомассы эти числа перемножали на соответствующие индивидуальные веса.

Для копепод размерные группы выделены через каждые 0,36 мм: вес особи, обладающей размером, средним для данной группы, принят за индивидуальный вес, который вычислен по длине тела с использованием формулы, предложенной Камшиловым (1951). Для щетинкочелюстных размерные группы выделены через каждые 5 мм, для кишечноротовых

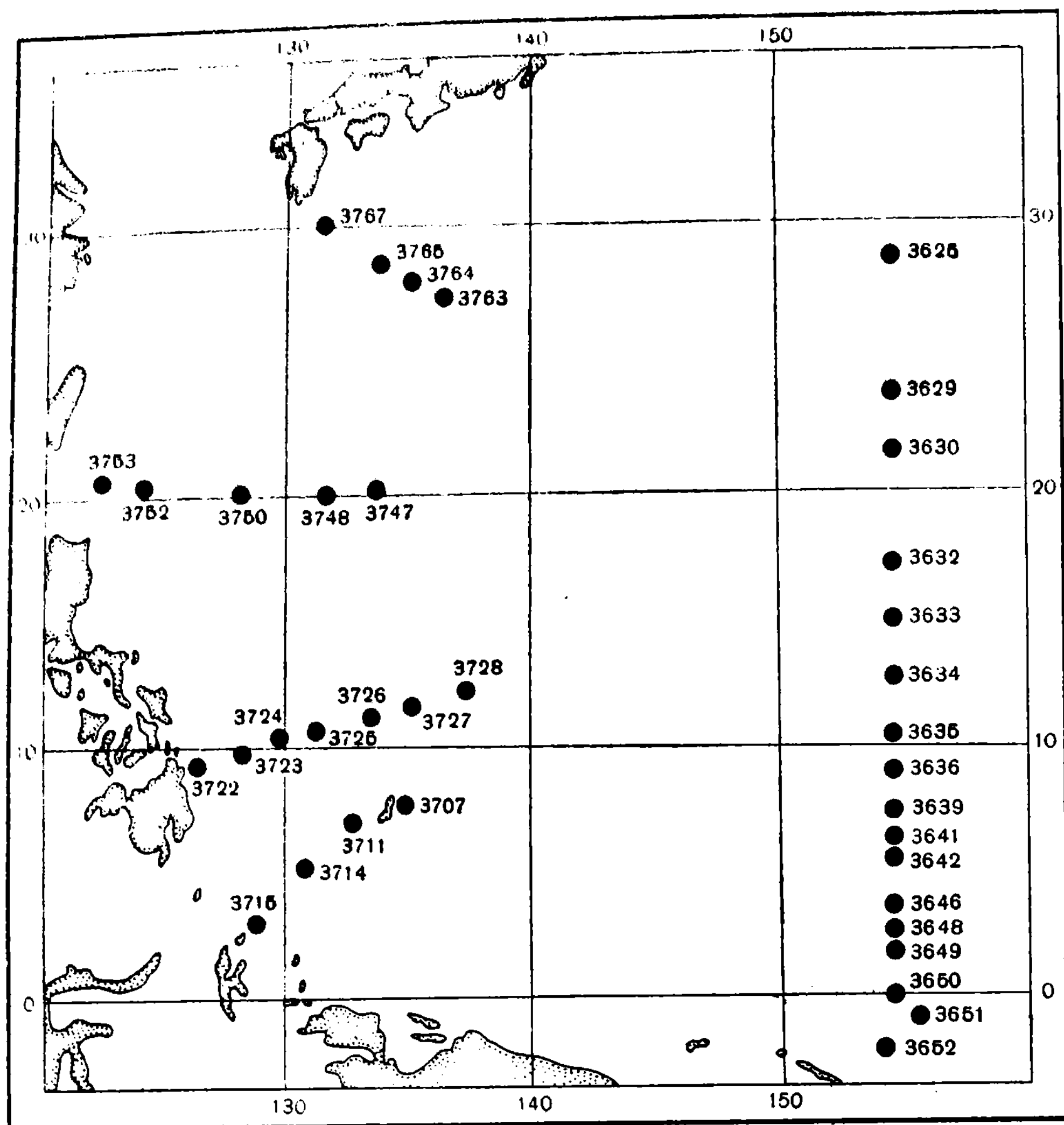


Рис. 1. Номера станций и их расположение

и сальп — через 3 мм, для птеропод и амфипод — через 2 мм; индивидуальные веса этих организмов установлены взвешиванием животных на станциях и слоев. Для радиолярий, фораминифер, остракод и наусов ракообразных установлен средний вес особи для каждой из этих матических групп в целом без подразделения на размерные группы устанавливали измерением особей, взятых с разных станций и слоев тем приравниванием форм их тел к геометрическим фигурам с заключительным определением объема последних. Для аппендикулярий и мполихет (1—3 мм) вес тоже определен для каждой группы в целом, измерениями, а непосредственным взвешиванием. Последним установлено также абсолютные веса для редких и малочисленных животных. С биомассу зоопланктона вычисляли суммированием биомассы всех иных групп.

В 10 пробах было произведено сравнение веса зоопланктона, определенного вышеуказанным способом, и веса планктона, определенно посредственным взвешиванием пробы на торзионных весах, которую варпительно отфильтровывали через мельничное сито, затем счищали и обсушивали на фильтровальной бумаге. В большинстве случаев зоопланктона оказался лишь немногим меньше веса всего план



Сравнение веса (в мг) зоопланктона (А) и планктона (Б) выражается следующими цифрами:

№ пробы . . . . .	947	946	945	944	943	861	862	863	865	866
А . . . . .	206	268	495	906	733	441	385	665	393	592
Б . . . . .	250	310	780	930	490	519	558	678	295	437
А/Б . . . . .	0,8	0,9	0,6	0,9	1,5	0,8	0,7	0,9	1,3	1,4

В трех случаях он оказался выше веса всего планктона. В этих пробах находилось значительное количество сальп, и увеличение веса, очевидно, вызвано разной степенью обсушивания этих животных при взвешивании. В одной пробе и взвешивании только одних сальп по размерным группам. В одном случае вес зоопланктона оказался только немногим больше полувеса планктона.

В настоящей работе рассматривается количественное распределение (по биомассе) важнейших групп зоопланктона за исключением эуфаузиид, распределение которых исследуется отдельно Л. А. Пономаревой, и крупных сальп длиной 10 мм и больше, которые встречались слишком редко и для которых вертикальные ловы сетью Джеди являются непредставительными. Все исследованные станции находятся в пределах океанической зоны, нигде неритический зоопланктон не был преобладающим.

Обработка проб произведена Т. И. Меллер. Пользуюсь случаем выразить ей благодарность.

### ВАЖНЕЙШИЕ ГРУППЫ ТРОПИЧЕСКОГО ЗООПЛАНКТОНА

С точки зрения экологов и биогеографов, представляет интерес исследование особенностей состава планктонных сообществ разных биогеографических областей. Относительное количество разных групп по биомассе уже в некоторой степени оценивает их роль в жизни планктонного сообщества. В то время как аркто-бореальный планктон в этом отношении достаточно хорошо изучен, в тропическом планктоне оценка разных групп делалась до сих пор по числу экземпляров. Только у Бшара (Bsharah, 1957) для Флоридского течения приводятся некоторые сведения о составе зоопланктона по биомассе. По данным Бшара, копеподы составляют около  $\frac{1}{3}$  зоопланктона по сухому весу; вторую главную часть зоопланктона образуют щетинкочелюстные, эуфаузииды и сифонофоры вместе (тоже около  $\frac{1}{3}$ ). Недостатком этой работы является слишком большое осреднение данных; автор использует средний вес животных, не принимая в расчет их размеры. У южных берегов Японии, согласно З. Накаи (Nakai, 1957), копеподы составляют 67% от биомассы зоопланктона (по сырому весу), щетинкочелюстные — 7,5%, эуфаузииды — 6%, но в период наблюдений зоопланктон состоял из смеси тропических и бореальных видов, и поэтому указанный выше состав не является характерным для тропического зоопланктона.

Соотношение основных групп зоопланктона по биомассе приводится мною для разных слоев в пределах верхних 500 м на 19 станциях меридионального разреза. Для сравнения дается состав зоопланктона в бореальной области (Берингово море), собранного в августе, т. е. также в летний сезон (рис. 2). В отличие от бореального зоопланктона, в котором *Gymnoplea* являются важнейшей группой и составляют около 80% биомассы, в тропическом зоопланктоне они хотя и остаются наиболее значимой группой, но составляют лишь 30% от биомассы всего зоопланктона. *Podoplea* в целом для всего слоя 0—500 м, наоборот, в тропической области имеют большее значение, чем в бореальной, составляя по биомассе 20% всего

зоопланктона. Следующей важной группой в тропиках являются остракоды (около 20% общей биомассы), в то время как в бореальном планктоне их значение по биомассе ничтожно. Полихеты, кишечнополостные и туникаты, крайне слабо представленные в бореальном зоопланктоне, в тропическом составляют заметную часть биомассы. Относительное количество щетинкочелюстных в тропическом и бореальном зоопланктоне

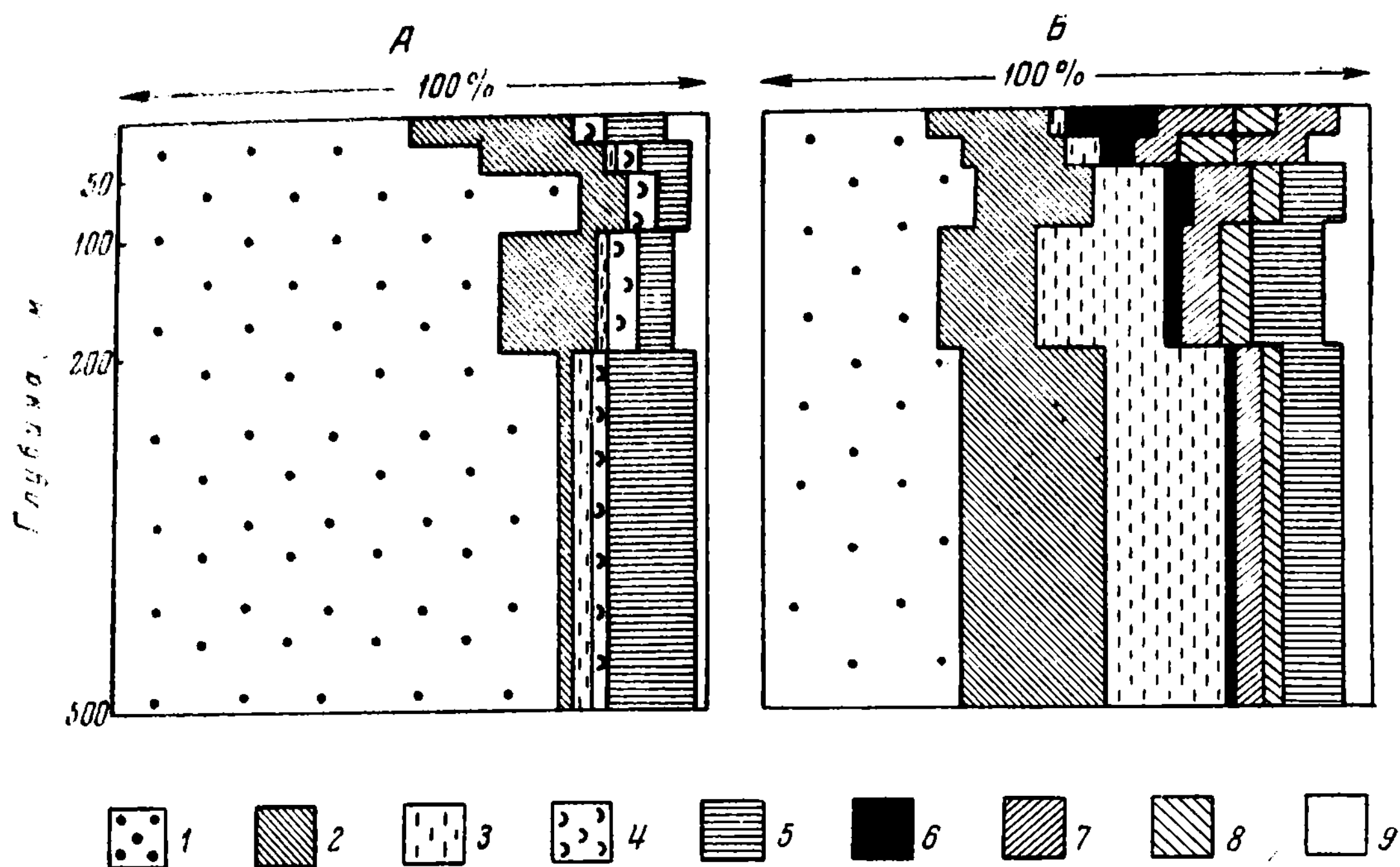


Рис. 2. Важнейшие компоненты бореального и тропического планктона в процентах по биомассе

А — Берингово море; Б — западная часть Тихого океана (тропическая область); 1 — *Gymnoplea*; 2 — *Podoplea*; 3 — *Ostracoda*; 4 — *Amphipoda*; 5 — *Chaetognatha*; 6 — *Tunica*; 7 — *Coelenterata*; 8 — *Polychaeta*; 9 — *Varia*

примерно одинаково. Колебания относительного количества важнейших групп зоопланктона от станции к станции на большей части района незначительны. Но некоторые станции выделялись в этом отношении. Так, на большинстве станций копеподы составляли 40—60% общей биомассы зоопланктона. Но на станции, расположенной на меридиональном разрезе к югу от экватора, на станциях 3715, 3714 в юго-западной части района и на других станциях на западе их содержание уменьшается до 26—35%, а содержание щетинкочелюстных увеличивается с 10 до 20—30%. Увеличивается и относительное количество аппендикулярий. Эти последние станции характеризуются большей биомассой зоопланктона. Может быть, уменьшение относительного количества копепод связано с выеданием их рыбами в этих более продуктивных районах.

С увеличением глубины наблюдаются некоторые изменения в соотношении важнейших групп зоопланктона. Так, кишечнополостные, полихеты и туникаты в верхних 100 м составляют большую часть биомассы, чем в более глубоких слоях. Остракод становится относительно больше в слоях глубже 100 м. В отличие от бореальной области, где на глубине свыше 200 м относительное количество *Podoplea* очень невелико, в тропической области они составляют ту же часть биомассы зоопланктона во всех слоях от поверхности до 500 м. Среди *Podoplea* важнейшими в количественном отношении родами являются *Oithona*, *Oncaea* и *Corycaeus* (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Соотношение основных родов *Podoplea* (в % от общей биомассы этой группы)

Род	Слой, м				
	0—25	25—50	50—100	100—200	200—500
<i>Oithona</i> . . . . .	20	34	49	43	17
<i>Oncaea</i> . . . . .	20	23	24	25	33
<i>Corysaeus</i> . . . . .	35	23	20	13	4

*Oithona*, как и в бореальной области, составляет наиболее значительную часть *Podoplea* по биомассе. *Corysaeus*, являющийся следующим по биомассе в тропической области, в бореальной отсутствует. Относительное количество *Corysaeus* уменьшается с глубиной, *Oncaea* немного увеличивается, а *Oithona* уменьшается в слоях 0—25 и 200—500 м.

Причины описанных выше различий в составе зоопланктона в тропической и бореальной областях станут ясны, когда накопится достаточный материал по питанию различных организмов. Увеличение значения таких тонких фильтраторов, как туникаты, в тропической области должно быть связано с возрастанием количества (относительного и абсолютного) поедаемого ими наннопланктона. При этом возрастает не только относительное количество туникат, но и абсолютная величина их биомассы. Сальпы — почти исключительно тропическая группа, а биомасса аппендикулярий в Беринговом море составляет около 20 мг под 1 м<sup>2</sup> в слое 0—200 м, тогда как в рассматриваемом районе тропической области она равна 40 мг.

В тропическом планктоне более равномерно, чем в умеренной области, распределена одна и та же роль в пищевой цепи между весьма разными по систематическому положению, строению и поведению группами. Так, в бореальной области основные потребители фитопланктона — *Gymnoplea*, а в тропической — они же и одновременно *Podoplea*, остракоды и туникаты. То же можно сказать о хищниках, важнейшей группой которых в бореальном планктоне являются щетинкочелюстные, а в тропическом — они же и две другие группы — кишечноротовые и полихеты, в основном представленные хищниками. Отмеченное явление способствует более полному использованию пищевых ресурсов в тропическом планктоне, характеризующемся к тому же большим видовым разнообразием в пределах каждой группы.

Для тропического планктона характерно относительно большое количество (по биомассе) хищников. Так, помимо щетинкочелюстных, кишечноротовых и полихет, которые все вместе составляют 20—30% зоопланктона (вместо 10% в бореальной области), в тропиках иногда значительная часть *Calanoida* представлена хищниками (Гейнрих, 1957), в то время как в бореальной области хищные формы этих ракообразных в пределах верхних 500 м составляют лишь доли процента по биомассе. Вероятно, и часть циклопид окажется хищниками.

Д. Кушингом (Cushing, 1959) развивается представление о планктонном сообществе океанической зоны тропической области как о наиболее сбалансированном, где продукция фитопланктона почти полностью используется растительоядным зоопланктоном.

Относительная большая биомасса хищников в тропическом зоопланктоне позволяет предполагать, что использование растительноядного зоопланктона хищным в тропиках происходит тоже более полно, чем в аркто-бореальной области. Значительное постоянство относительного количества важнейших групп зоопланктона, отмечавшееся также И. Кингом и И. Демонд (King and Demond, 1953), объясняется, по их мнению, существованием стабильного экологического баланса между различными компонентами планктонного сообщества, а также между ними и физическими условиями.

### КОЛИЧЕСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗООПЛАНКТОНА

На меридиональном разрезе, расположенном между  $30^\circ$  с. ш. и  $3^\circ$  ю. ш., наблюдаются следующие изменения величины биомассы зоопланктона (рис. 3). На большей части разреза, расположенной к северу от  $2^\circ$  с. ш., колебания биомассы зоопланктона в слое 0—500 м незначительны, и она составляет около 2,5 г под 1 м<sup>2</sup>. Резкое увеличение биомассы зоопланктона до 7—8 г под 1 м<sup>2</sup> отмечалось на станциях 3650—3652<sup>1</sup>, расположенных между экватором и  $3^\circ$  ю. ш. Все основные группы зоопланктона, как растительноядные (значительная часть копепод, остракод, аппендикулярии), так и хищные (щетинкочелюстные, полихеты, кишечнополостные), имеют наибольшую биомассу в этом районе. Следовательно, это скопление существовало столь продолжительное время, что не только растительноядные формы прореагировали на увеличение количества пищи, но и хищники успели использовать увеличивающуюся биомассу растительноядного зоопланктона и увеличили свою биомассу. Вместе с тем достаточный темп продуцирования водорослей продолжал длительно сохраняться и, возможно, существовал и в момент наблюдений, так как, несмотря на увеличение количества хищников, биомасса растительноядного зоопланктона (абсолютная и относительная) была велика.

Станции с большой биомассой зоопланктона приходятся на район со сравнительно высоко расположенным слоем скачка плотности (в верхних 25 м). Этот район находится под влиянием экваториальной дивергенции. В момент наблюдений последняя была выражена слабо, и, по данным отряда метеорологии в XXV рейсе «Витязя», в этом районе не наблюдалось устойчивых юго-восточных ветров, вызывающих, согласно взглядам Кинга и Хиды (King and Hida, 1957), сдвиг района, богатого планктоном, к северу от экватора. Поэтому богатый зоопланктоном район располагался к югу от экватора. На большей части разреза, расположенной севернее, положение скачка плотности глубже. В верхних 25 м он находится также на станциях 3625—3630 и 3644. Но здесь увеличения биомассы зоопланктона не произошло, заметно только небольшое увеличение биомассы остракод.

По данным И. Н. Сухановой, наибольшее количество сетного фитопланктона в слое 0—100 м было в районе станций 3630—3634, следующий, меньший, пик наблюдался между станциями 3641—3648; на станциях 3651 и 3652 тоже наблюдалось некоторое увеличение количества фитопланктона по сравнению с предшествующими станциями, но оценить величину этого пика невозможно, так как пробы с горизонтов 50—100 м оказались испорченными. Таким образом, районы с увеличенной численностью фитопланктона в основном совпадают с высоко расположенным скачком плотности, что в свою очередь было обусловлено подъемом вод и вносом питательных солей в эвфотическую зону.

<sup>1</sup> На станции 3652 одна из проб была испорчена, поэтому указанная величина биомассы может быть принята лишь как наименьшая.



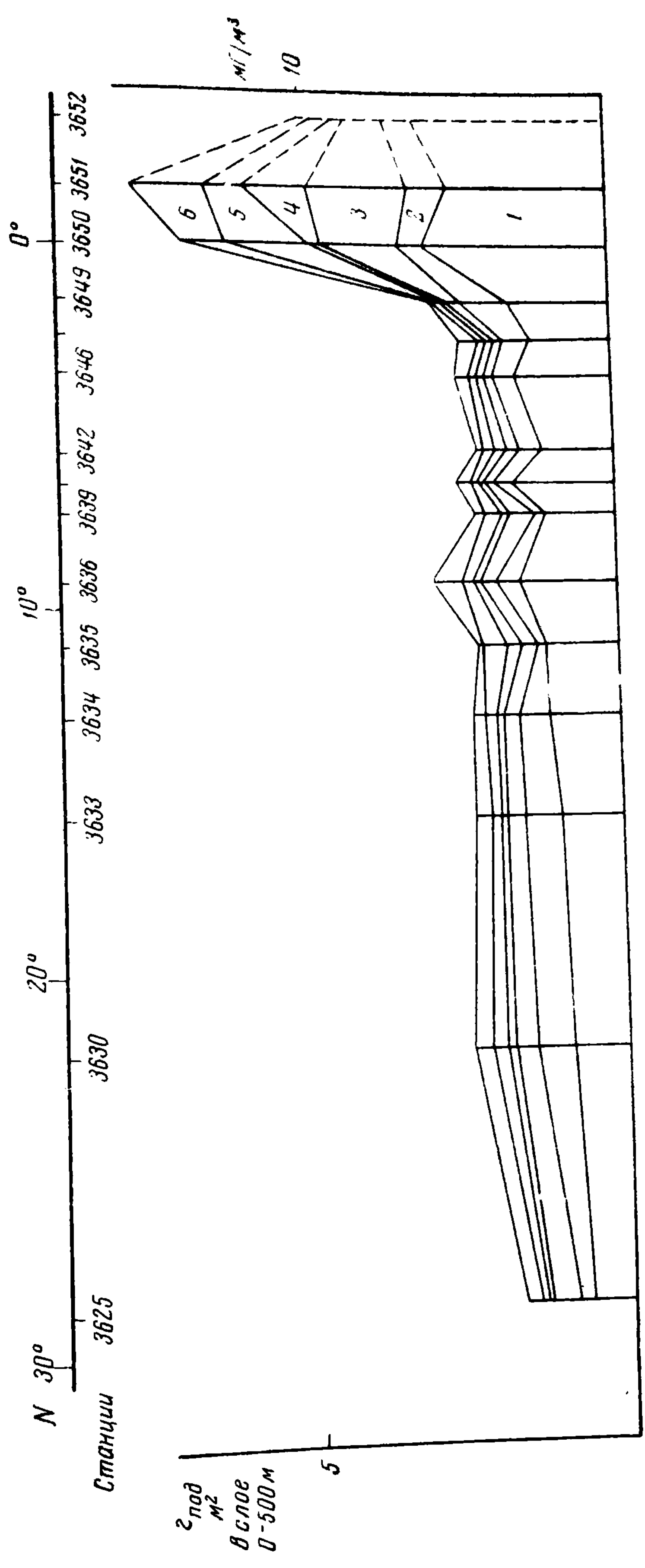


Рис. 3. Распределение зоопланктона на меридиональном разрезе (в г под 1 м<sup>2</sup> для слоя 0—500 м)

1 — Copepoda; 2 — Ostracoda; 3 — Chaetognatha; 4 — Polychaeta; 5 — Coelenterata; 6 — Varia. Пунктиром обозначены неполные данные — указанная на этой станции биомасса может быть принята как наименьшая

Можно предположить, что высокое расположение скачка плотности и пик фитопланктона в северной части разреза возникли недавно и количество зоопланктона еще не успело увеличиться. Его наибольшая биомасса на юге разреза обусловлена не столько обстановкой в данный момент, сколько длительно существовавшими предшествующими условиями. Основная роль в этом принадлежит экваториальной дивергенции.

Сравнение моих данных по биомассе зоопланктона в слое 0—500 м с данными Л. А. Пономаревой и Е. А. Лубны-Герцык по биомассе планктона в слое 0—100 м для этого же разреза показало, что увеличение биомассы планктона к югу от экватора отмечается как по зоопланктону, так и по фитопланктону. Увеличение биомассы планктона на станциях 3640 и 3632—3633, очевидно, связано с некоторым количеством фитопланктона и, может быть, детрита, так как увеличения биомассы зоопланктона здесь не происходит.

Большое влияние экваториальной дивергенции на количественное распределение планктона вдоль по меридианам в районах Тихого океана, лежащих восточнее исследованного участка, отмечалось Кингом и Демонд (1953), Кингом и Хида (1957), В. Г. Богоровым и М. Е. Виноградовым (1960).

Рассматриваемый район отличается от центральной части Тихого океана тем, что здесь, в районе у экватора, ветры, особенно ветры с юго-востока, значительно слабее и спорадичнее. По Марфи и Отсу (Murphy and Otsu, 1954), они в 2—10 раз слабее, чем в районе  $140^{\circ}$  з. д. В силу этого и подъем вод у экватора, индуцированный ветром (Stomwell, 1953), слабее, и слабее распространение к северу вод, богатых питательными солями и планктоном. Поэтому, вероятно, и меньше планктона в западной части океана по сравнению с центральной; этой причиной Марфи и Отсу объясняют меньшие (в 2—3 раза) уловы тунцов на западе ( $140^{\circ}$ — $170^{\circ}$  E).

В моем распоряжении было мало материала по планктону для сравнения западных и центральных районов океана. Для этого пригодны разрезы по  $142^{\circ}$  E и по  $174^{\circ}$  W, сделанные в XXVII и XXVI рейсах «Витязя». На обоих разрезах по одной и той же методике Л. А. Хромова определяла биомассу планктона в сухом весе. Как видно из рис. 4, на данном материале вывод о меньшей продуктивности западных районов по сравнению с центральными не подтвердился. На разрезе по  $142^{\circ}$  E биомасса зоопланктона даже немного больше, чем на разрезе по  $174^{\circ}$  W. Но для окончательного суждения о продуктивности этих районов полученный материал недостаточен.

Для сравнения количества планктона на разных широтах в пределах меридианов от  $130^{\circ}$  до  $154^{\circ}$  в. д. были использованы данные Эквапак по весу планктона для  $130^{\circ}$  в. д. для слоя 0—100 м, для  $135^{\circ}$  в. д. — для слоя 0—50 м, данные Л. А. Пономаревой (1960) для  $142^{\circ}$  в. д. по биомассе планктона для слоя 0—100 м и данные Л. А. Пономаревой и Е. А. Лубны-Герцык (1958) для  $154^{\circ}$  в. д. по биомассе планктона для слоя 0—100 м. Разрезы по  $130^{\circ}$ ,  $135^{\circ}$  и  $154^{\circ}$  в. д. произведены в июле — августе, а по  $142^{\circ}$  в. д. — в апреле. К сожалению, неизвестно, к какому объему воды относится вес планктона в результатах наблюдений по программе Эквапак. Поэтому нельзя проследить изменение количества планктона с востока на запад.

На всех разрезах наибольшая биомасса планктона наблюдалась вблизи экватора в пределах  $3^{\circ}$  с. ш. —  $3^{\circ}$  ю. ш. Для того чтобы иметь возможность осреднить эти данные, пришлось распределение планктона на каждом разрезе выразить в условных единицах (рис. 4). Путем осреднения четырех кривых было получено распределение планктона по меридиану от  $30^{\circ}$  с. ш. до  $3^{\circ}$  ю. ш. в среднем для  $130^{\circ}$ — $154^{\circ}$  в. д. Наибольшее его количество наб-

людается вблизи экватора. По данным Накамура (Nakamura, 1952), наибольшие уловы (рис. 4, г) промысловых пелагических рыб (тунцов и представителей сем. *Istiophoridae* и *Xiphiidae*) в районе от  $140^{\circ}$  до  $150^{\circ}$  в. д. в пределах этих широт также оказываются у экватора ( $0-3^{\circ}$  с. ш.).

В пределах сравнительно бедной зоны, лежащей к северу от приэкваториального района с богатым планктоном, могут возникать подъемы вод с обогащением верхних слоев питательными слоями и последующим развитием фито- и зоопланктона, но они по силе и постоянству уступают экваториальной дивергенции, и поэтому биомасса планктона там значительно меньше. Важнейшим из них, как это видно на рис. 4, в, является сатного противотечения. Значительное увеличение биомассы планктона в районе между  $20$  и  $30^{\circ}$  с. ш., очевидно, связано с расположенной в этом районе субтропической конвергенцией. Согласно Уда (Uda, 1955), вдоль линии конвергенции образуется несколько вихрей, которые, вызывая подъем вод, могут тем самым повлиять на увеличение количества планктона.

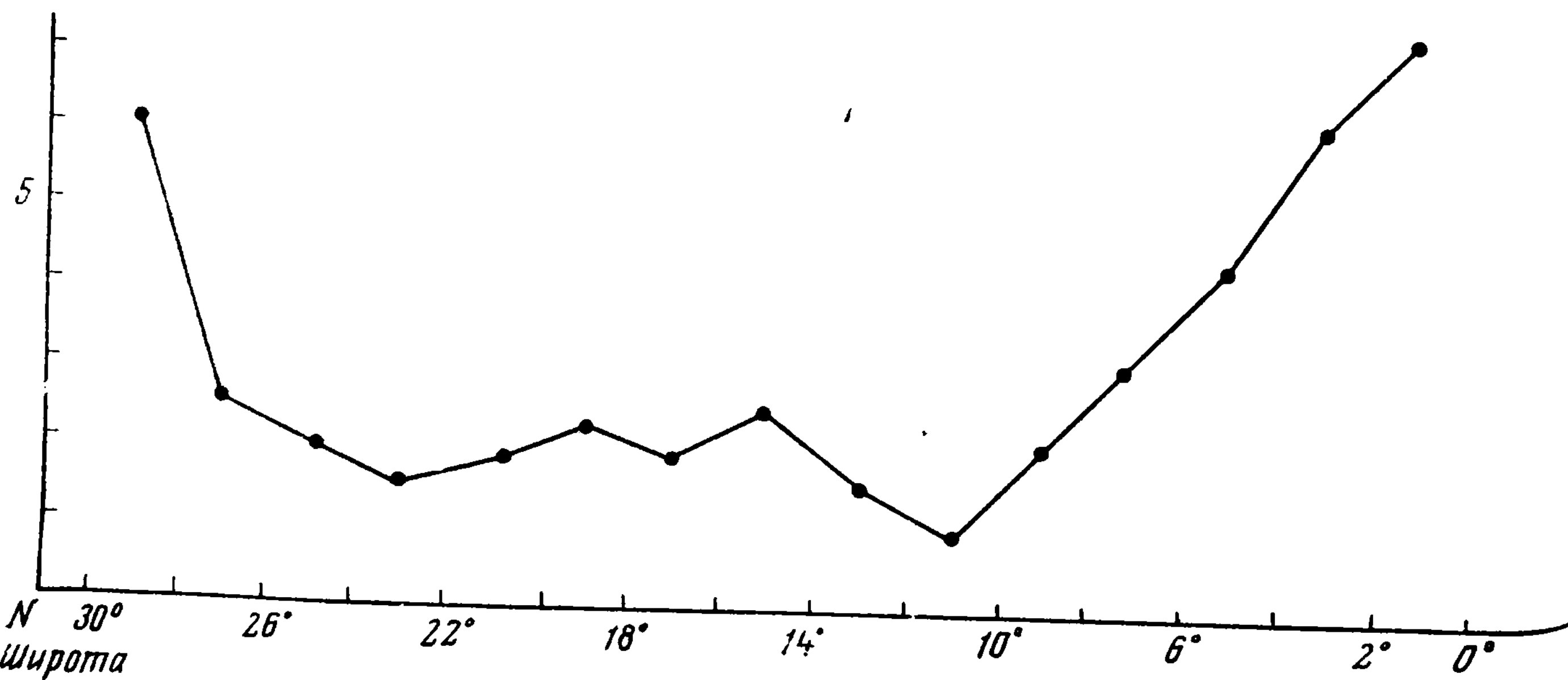
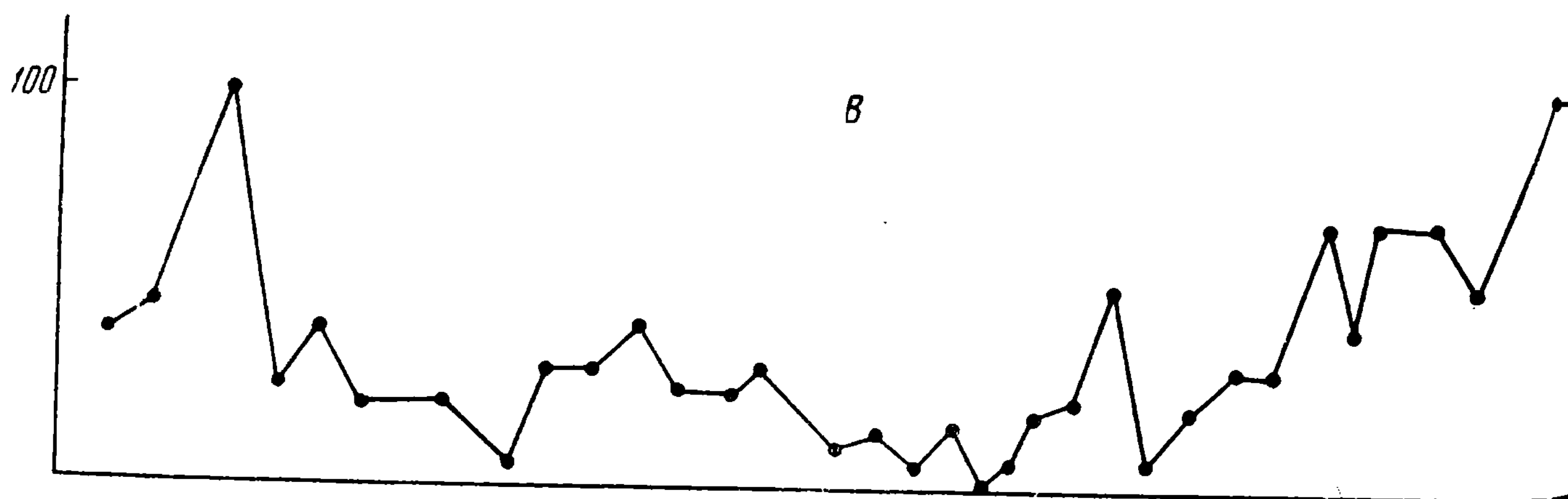
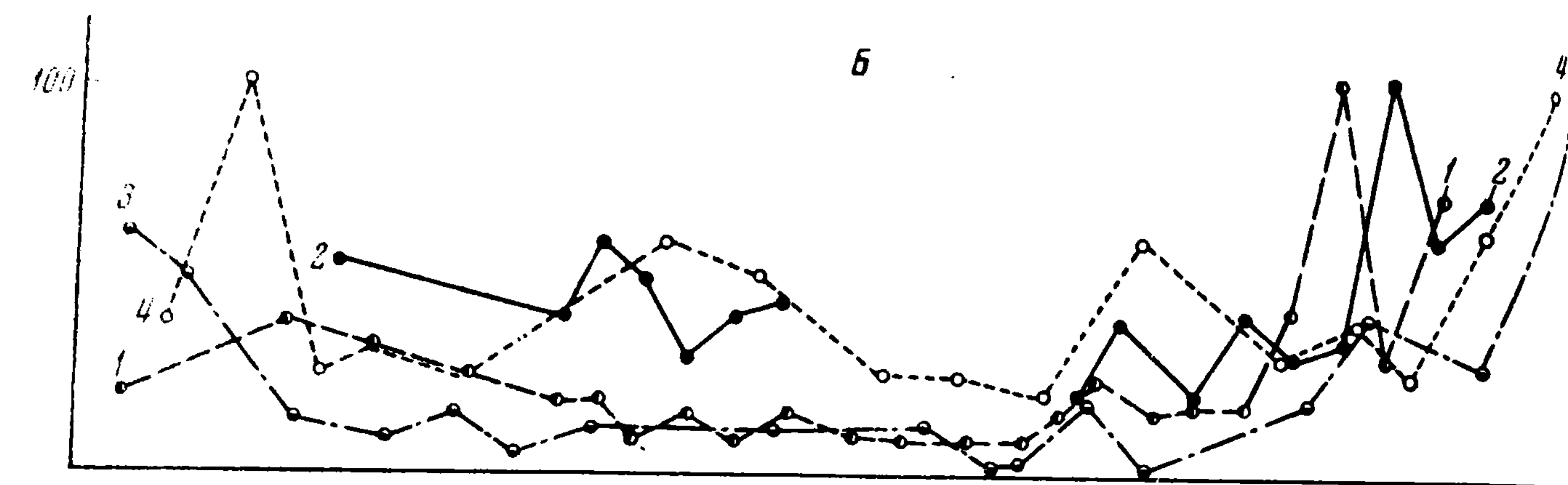
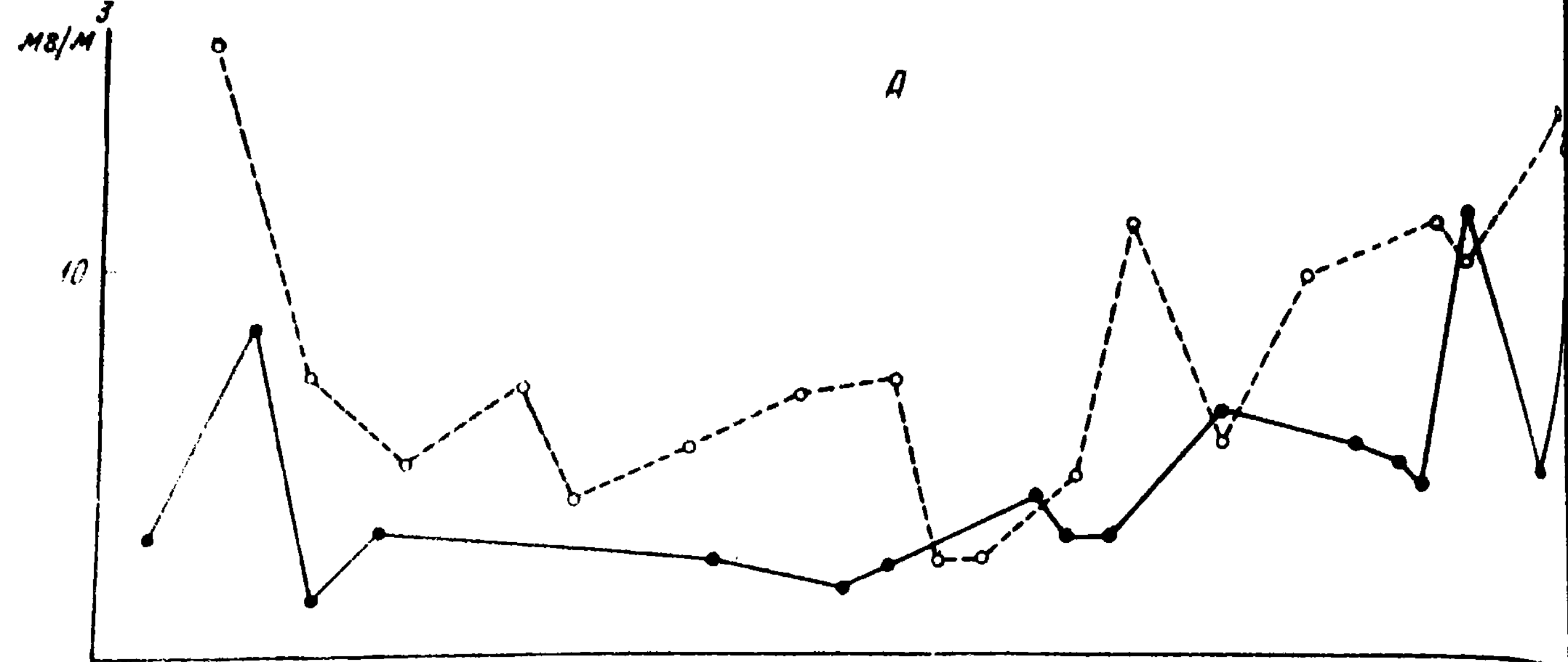
В западной части исследованного района (от берегов Филиппинских островов и Японии до  $140^{\circ}$  в. д.) мною прослежено распределение биомассы зоопланктона на четырех разрезах.

На разрезе от станции 3707 до 3715 (рис. 5) наблюдалось резкое увеличение общей биомассы зоопланктона и важнейших его групп на станциях 3714 и 3715. Эти станции расположены в районе, находящемся под воздействием вод, проникающих в сезон юго-западных ветров (апрель — сентябрь) с юга из индонезийских морей (Накамура, 1954). Воды этих морей находятся под воздействием стока с суши и являются более продуктивными. Сборы планктона были сделаны на этом разрезе в августе, т. е. в период вышеуказанного течения с юга. Далее к северо-востоку по разрезу биомасса зоопланктона резко уменьшается до  $4$  г под  $1$  м<sup>2</sup>, оказываясь лишь немногим большей, чем на основной части меридионального разреза.

На расположенном севернее разрезе (станции 3722—3728) биомасса зоопланктона на западных станциях того же порядка, что на большей части меридионального разреза. Скачок плотности лежит на глубине свыше  $50$  м. Увеличение общей биомассы зоопланктона наблюдалось на станциях 3726 и 3727, при этом на соседних станциях 3724—3725 скачок плотности расположен выше, чем на западных станциях, и на станции 3725, судя по ходу изотерм, наблюдается подъем вод, связанный с разделением северного пассатного течения на северный и южный потоки.

На разрезе по  $20^{\circ}$  с. ш. с востока на запад от станции 3747 до станции 3752 общая биомасса зоопланктона увеличивается. Увеличивается и биомасса всех основных компонентов зоопланктона. Скачок плотности на восточных станциях находится на глубине около  $50$  м, а к западу перемещается в верхние  $25$  м. По ходу изотерм на станции 3752 замечен значительный подъем вод. В этом районе течение направлено на север, поэтому подъем вод на западе связан с обычным подъемом вод, который происходит в северном полушарии по левой стороне течений, а также с образующимися здесь прибрежными фронтами.

На разрезе от станции 3763 до станции 3767 биомасса зоопланктона достигала той же величины, что на наиболее богатых станциях меридионального разреза. Скачок плотности на трех станциях из четырех, на которых был исследован планктон, находился в верхних  $25$  м. Этот район очень сложен по гидрологическим условиям, имеющим отношение к его продуктивности. В северо-западной части должен быть подъем вод, являющийся, как и на предыдущем разрезе, закономерным подъемом вод по





левой стороне течения. Кроме того, разрез находится вблизи субтропической конвергенции, расположение которой меняется по сезонам. Возникающие вдоль нее вихри вызывают подъемы вод.

К указанным выше причинам подъема вод в западной части исследованного района необходимо еще прибавить дивергенции, вызываемые ветром. По данным Хидаки и Огавы (Hidaka a. Ogawa, 1958), основные районы этих дивергенций (в среднем по круглогодичным наблюдениям) располагаются между берегами Филиппинских островов, Тайваня и Японии и 140° в. д., испытывая при этом некоторые сезонные перемещения. Этими причинами и объясняется несколько большее количество зоопланктона на исследованных западных разрезах по сравнению с разрезом по 154° в. д. Уловы промысловых пелагических рыб к западу от 130° в. д. в районе от экватора до 25° с. ш. больше, чем на соответствующих широтах между 140 и 150° в. д., но для района от 20 до 30° с. ш. они, наоборот, ниже к западу от 130° в. д. (Накамура, 1954).

Таблица 2

Положение скачка плотности и биомасса зоопланктона в слое 0—500 м (в г под 1 м<sup>2</sup>).

Число исследованных планктонных станций	Средняя биомасса зоопланктона под 1 м <sup>2</sup> в слое 0—500 м, г	Положение верхней границы скачка плотности в слое, м
8	5,4	0—25
7	4,9	25—50
8	2,7	50—75
5	2,9	75—100

В западной части Тихого океана количественное распределение зоопланктона, как это было видно из предыдущего изложения, в значительной мере зависит от глубины скачка плотности. При более глубоком положении слоя скачка биомасса зоопланктона меньше (табл. 2). При составлении табл. 2 были учтены все станции, кроме станций 3714 и 3715, расположенных на юго-западе самого южного разреза. Скачок плотности там расположен сравнительно глубоко (ниже 50 м), а биомасса зоопланктона очень велика, но, как указывалось выше, это объясняется значительно более мощным влиянием вод, поступающих с юга, из индонезийских морей.

Более высокое расположение скачка плотности в тропической области обычно связано с подъемом вод, а это влечет за собой увеличение в экваториальной зоне количества питательных солей, фито- и зоопланктона. Обратная

Рис. 4. Распределение планктона и уловов промысловых пелагических рыб на меридиональных разрезах в западной части Тихого океана

А — биомасса планктона в западной и центральной частях Тихого океана (в сухом весе в мг/м<sup>3</sup> в слое 0—100 м): 1 — по 174° з. д.; 2 — по 142° в. д.; Б — распределение планктона на четырех меридиональных разрезах в условных единицах (за 100 принята наибольшая биомасса для каждого разреза): 1 — по 130° в. д. (для слоя 0—100 м по данным Эквака); 2 — по 135° в. д. (для слоя 0—50 м по тем же данным); 3 — по 142° в. д. (для слоя 0—100 м); 4 — по 154° в. д. (для слоя 0—100 м); В — среднее для вышеуказанных четырех разрезов распределение планктона в условных единицах; Г — распределение уловов промысловых пелагических рыб в среднем для 140—150° в. д.; на вертикальной оси указано число рыб, пойманных на 100 крючков (среднее для каждых двух градусов широты)

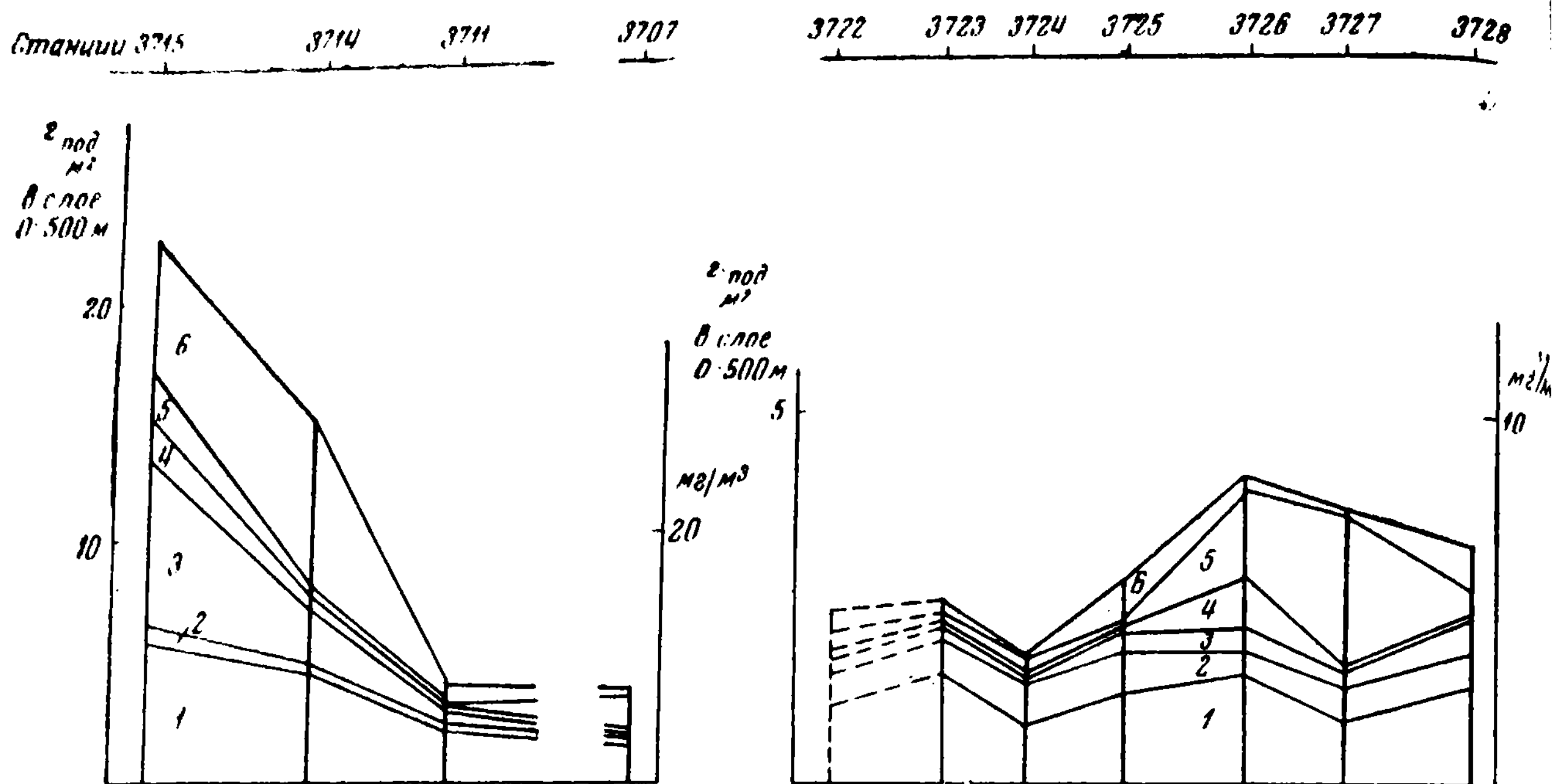


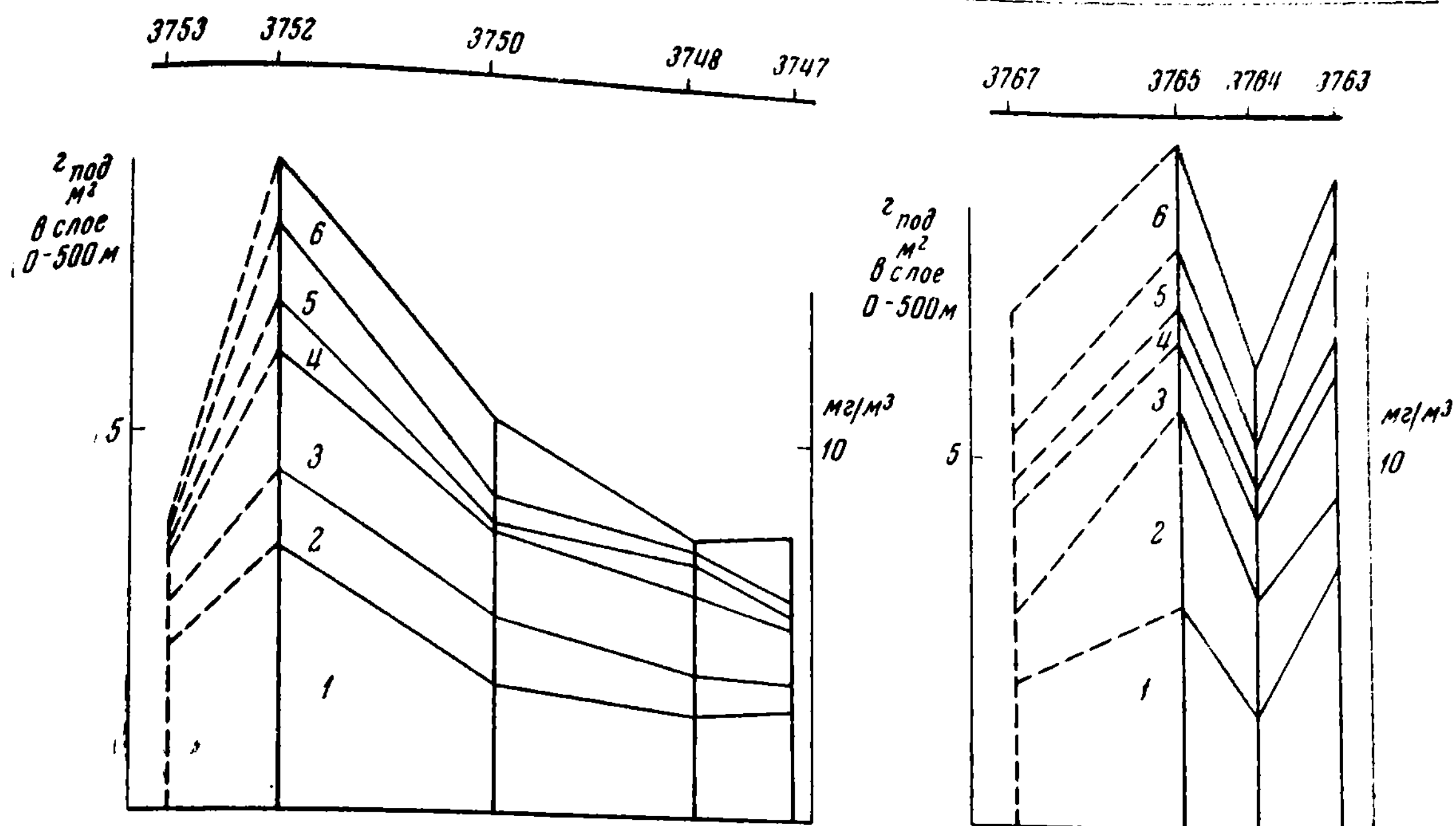
Рис. 5. Распределение планктона на западных разрезах. Обозначения те же, что на рис. 3.

связь глубины слоя скачка и обилия планктона была обнаружена и в восточных районах тропической области Тихого океана (Brandhorst, 1958).

Биомасса зоопланктона в тропической области крайне мала. По сравнению с биомассой зоопланктона в те же месяцы в умеренной области (Берингово море) она в 5—40, а по сравнению с наибольшей в течение года биомассой даже в 10—100 раз меньше. Причины этого явления лежат в крайне незначительной первичной продукции в тропиках.

Вертикальное распределение биомассы зоопланктона рассматривается здесь только для вод, обладающих тропической и экваториальной структурой. При этом исключены станции, расположенные к югу от экватора на меридиональном разрезе, и две станции на юго-западе района, находившиеся в зоне влияния течения с юга. На этих станциях биомасса планктона очень велика, и из сопоставления с соседними станциями видно, что эти различия не связаны с суточными миграциями планктона, а объясняются большой продуктивностью соответствующих вод. К сожалению, недостаток материала не позволяет рассмотреть вертикальное распределение планктона в течение суток отдельно для тропической и экваториальной структуры и приходится их рассматривать вместе.

Биомасса зоопланктона в слое 0—500 м на станциях, взятых в разное время суток, колеблется очень значительно как в пределах светлого, так и в пределах темного времени суток и во многом, очевидно, зависит от иных, кроме суточных миграций зоопланктона, причин. Чтобы оценить суточные изменения ее величины за счет миграций из более глубоких слоев, я сравнила средние величины биомассы для ночи и дня. Ночным временем считался период между 18 и 7 часами, а дневным — остальная часть суток, так как, судя по распределению зоопланктона по слоям в пределах верхних 500 м, между 6 и 7 часами утра и между 17 и 18 часами вечера происходит переход от ночного к дневному распределению и наоборот. Средняя биомасса для 11 ночных станций составляла 3,39 г под 1 м² в слое 0—500 м,



На графиках биомассы прерывистой линией обозначена биомасса для слоя 0—200 м

а для 9 дневных — 2,72 г под 1 м<sup>2</sup>, т. е. в 1,2 раза меньше. Но статистическая обработка показала, что разница между биомассой в ночное и дневное время недостоверна. Так,  $d \pm m_d = 0,67 \pm 0,34$ ;  $t_d = 1,97$  и при данном числе вариантов  $P < 0,95$ .

Таким образом, связь, осуществляемая между поверхностным и абиссальным мезопланктоном посредством суточных вертикальных миграций, крайне слаба.

В пределах поверхностной зоны суточные вертикальные миграции зоопланктона интенсивнее. Биомасса зоопланктона в слое 0—100 м на ночных станциях равна в среднем 1,55 г под 1 м<sup>2</sup>, а на дневных — 0,77 г, т. е. в два раза меньше. Разница статистически достоверна,  $d \pm m_d = 0,78 \pm 0,15$ ;  $t_d = 5,2$ , что соответствует  $P > 0,997$ . Наблюдавшиеся различия между ночной и дневной биомассой планктона больше таковых в центральных районах Тихого океана, где в тех же водных массах биомасса планктона на ночных станциях больше биомассы на дневных в слоях 0—100 и 0—200 м только в 1,3—1,4 раза (Кинг и Хида, 1957).

Приблизительно глубиной эвфотической зоны в тропической части Тихого океана можно считать 100 м. В ночное время в верхних 100 м на большинстве исследованных станций находилось 50—60% по весу зоопланктона, населяющего верхние 500 м, тогда как в дневное время — только 25—40%.

## ВЫВОДЫ

1. Важнейшими по биомассе группами в тропическом планктоне являются копеподы, остракоды, туникаты, полихеты, кишечнополостные и щетинкочелюстные. По сравнению с бореальным планктоном в тропическом относительное количество *Gymnoplea* уменьшается, а *Podoplea*, остракод, туникат, кишечнополостных и полихет — увеличивается.

2. В тропическом планктоне по сравнению с бореальным одна и та же роль в пищевой цепи распределена более равномерно между различными

систематическими группами, относительное количество хищников по биомассе больше, чем в бореальной области.

3. Вдоль по  $154^\circ$  в. д. в районе между  $30^\circ$  с. ш. и  $3^\circ$  ю. ш. общая биомасса зоопланктона мало изменяется от  $30^\circ$  с. ш. до экватора, составляя около  $2,5$  г под  $1 \text{ м}^2$  в слое  $0-500$  м, и резко возрастает (до  $7-8$  г) к югу от него, что связано с подъемом вод, вызываемым экваториальной дивергенцией.

4. Одной из наиболее продуктивных частей района, расположенного между  $130$  и  $154^\circ$  в. д. и  $30^\circ$  с. ш. и  $3^\circ$  ю. ш., является, судя по распределению планктона и уловов пелагических рыб, приэкваториальная область между  $3^\circ$  с. ш. и  $3^\circ$  ю. ш., находящаяся под влиянием экваториальной дивергенции.

5. В районах, паходящихся между Филиппинскими островами, Японией и  $140^\circ$  в. д., важнейшими факторами, влияющими на продуктивность вод, являются: на юге — течение из индонезийских морей, дивергенция при разделении северного пассатного течения на северную и южную ветви; на севере — подъем вод по левой стороне идущего на север течения Куросио, прибрежные фронты, влияние субтропической конвергенции, а для всех этих районов влияние дивергенций, индуцированных ветром. В целом биомасса зоопланктона здесь больше, чем на меридиональном разрезе по  $154^\circ$  в. д. к северу от экватора.

6. Величина биомассы зоопланктона находится в обратной зависимости от глубины положения скачка плотности, так как высоко расположенный скачок плотности в тропической области связан с подъемом вод, увеличением количества питательных солей в эвфотической зоне и последующим развитием фито- и зоопланктона.

7. Биомасса зоопланктона в слое  $0-500$  м в течение суток существенным образом не изменяется. Суточные миграции мезопланктона из поверхностной зоны в абиссальную обладают малой интенсивностью. В эвфотической зоне (в верхних  $100$  м) в дневное время находится  $25-40\%$  зоопланктона (по биомассе), населяющего верхние  $500$  м, а в ночное время —  $50-60\%$ . Суточные изменения биомассы зоопланктона в слое  $0-100$  м в западных районах Тихого океана более значительны, чем в центральных.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Богоров В. Г., Виноградов М. Е. 1960. Распределение биомассы зоопланктона в центральной части Тихого океана (по материалам XXVI рейса э/с «Витязь»). — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. X.
- Гейприх А. К. 1957. Вертикальное распределение планктона в районе к юго-востоку от Бонинских островов. — Доклады АН СССР, т. 117, № 2.
- Камшилов М. М. 1951. Определение веса *Calanus finmarchicus* на основании измерения длины тела. — Доклады АН СССР, т. 76, № 6.
- Пономарева Л. А. 1960. Распределение биомассы планктона в тропических водах западной части Тихого океана. — Труды Ин-та океанологии, т. XLI.
- Пономарева Л. А. и Лубны-Герцык Е. А. 1958. Количественное распределение планктона в тропических водах западной части Тихого океана. — Доклады АН СССР, т. 120, № 6.
- Авн. 1957. Oceanographical observations made during the international cooperative expedition Equapac in July — August 1956 by ms. Kagoshima-maru and by ms. Keiten-maru.
- Brandhorst W. 1958. Thermocline topography, zooplankton standing crop and mechanisms of fertilization in the eastern tropical Pacific. — J. Conseil, v. 24, N 1.
- Bsharah L. 1957. Plankton of the Florida current. V. Environmental conditions, standing crop, seasonal and diurnal changes at a station forty miles east of Miami. — Bull. Marine Sci. Gulf a. Caribbean, v. 7, N 3.
- Cromwell T. 1953. Circulation in a meridional plane in the central equatorial Pacific. — J. Marine Res., v. 12, N 2.



- C u s h i n g D. H. 1959. On the nature of production in the sea.— Fish. Invest., Ser. 2, v. 22, N 6.
- H i d a k a K. a. O g a w a K. 1958. On the seasonal variations of surface divergence of the ocean currents in terms of wind stresses over the oceans.— Res. Oceanogr. Works Japan, v. 4, N 2.
- K i n g J. E. a. D e m o n d J. 1953. Zooplankton abundance in the Central Pacific.— Fish. Bull. Fish a. Wildlife Serv., v. 54.
- K i n g J. E. a. H i d a T h. S. 1957. Zooplankton abundance in the Central Pacific, pt. II.— Ibid., v. 57.
- M u r p h y G. J. a. O t s u T. 1954. Analysis of catches of nine japanese tuna longline expeditions to the western Pacific.— Fish a. Wildlife Serv., Spec. Sci. Rep. Fisheries, N 128.
- N a k a i Z. 1957. An outline of biological survey and distribution of wet weight of macroplankton in the «Kuroshio» area, south of Honshu, may 1955.— Res. Oceanogr. Works Japan, Spec. N.
- N a k a m u r a H. 1952. The tuna and their fisheries.— Fish a. Wildlife Serv., Spec. Sci. Rep. Fisheries, N 82.
- N a k a m u r a H. 1954. Tuna longline fishery and fishing grounds.— Ibid., N 112.
- U d a M. 1955. On the subtropical convergence and the currents in the north-western Pacific.— Res. Oceanogr. Works Japan., v. 2, N 1.
-

О. Г. РЕЗНИЧЕНКО

К ЭКОЛОГИИ И МОРФОЛОГИИ *ACTINIA EQUINA* L.  
(COELENTERATA HEXACORALLIA)(Институт океанологии АН СССР; Москва)<sup>1</sup>

В настоящее время экологией и количественным распределением богатого видами и своеобразного отряда Actiniaria занимаются очень мало. А в современной отечественной гидробиологической литературе сведения об актиниях вообще появляются крайне редко и, как правило, в виде случайных скудных вкраплений среди обширного не относящегося к ним текста.

Можно сказать, что сейчас актинии остаются в научной тени, хотя в прошлом веке они не только *езде и всесторонне* изучались биологами: ими так же увлекались, как ныне аквариальными рыбами, и актинии некоторый период даже были своеобразной модой, особенно в Англии (см. например, Льюис, 1862).

## ВВЕДЕНИЕ

Эта статья посвящена азовоморской популяции *A. equina* — космополитного вида, широко распространенного на верхней литорали и на глубинах до 3 м (Рах и Müller, 1953) по берегам Норвегии, Северного моря, Британских островов, по атлантическим берегам Европы и Африки (до о-ва Томаса), у берегов о-вов Канарских, Мадеры, Фарерских и др., у Японии и Ю. Африки, в Средиземном, Черном и Азовском морях (Carl-gren, 1949). *A. equina* — наиболее типичный и многочисленный вид рода *Actinia*, входящего в семейство Actiniidae — самое богатое по количеству родов среди отряда Actiniaria (Stephenson, 1949).

Приуроченная в основном к мало- или неподвижным каменистым грунтам и скалам, *A. equina*, по Л. А. Зенкевичу (1951), входит в число обычных видов каменистой литорали северных широт. По В. Ульянину (1871, стр. 104), актиния эта, которую, «начиная с Палласа, упоминают все посещавшие Черное море, находится в изобилии на всем крымском и кавказском берегу у самой поверхности воды, близ берега». Однако конкретные сведения по ее количественному распределению весьма неполны и ограничены несколькими работами только советских гидробиологов.

По данным В. В. Кузнецова и Т. А. Матвеевой (1948), *A. equina* образует массовые поселения на каменистых грунтах баренцевоморской лито-

<sup>1</sup> Разделы по методике извлечения пищевого комка, характеристике состава пищи актинии и обсуждению этих данных были доложены 20 апреля 1960 г. на заседании Секции гидробиологии и ихтиологии Московского общества испытателей природы (Резниченко, 1960), но впервые публикуются в этом томе «Трудов».

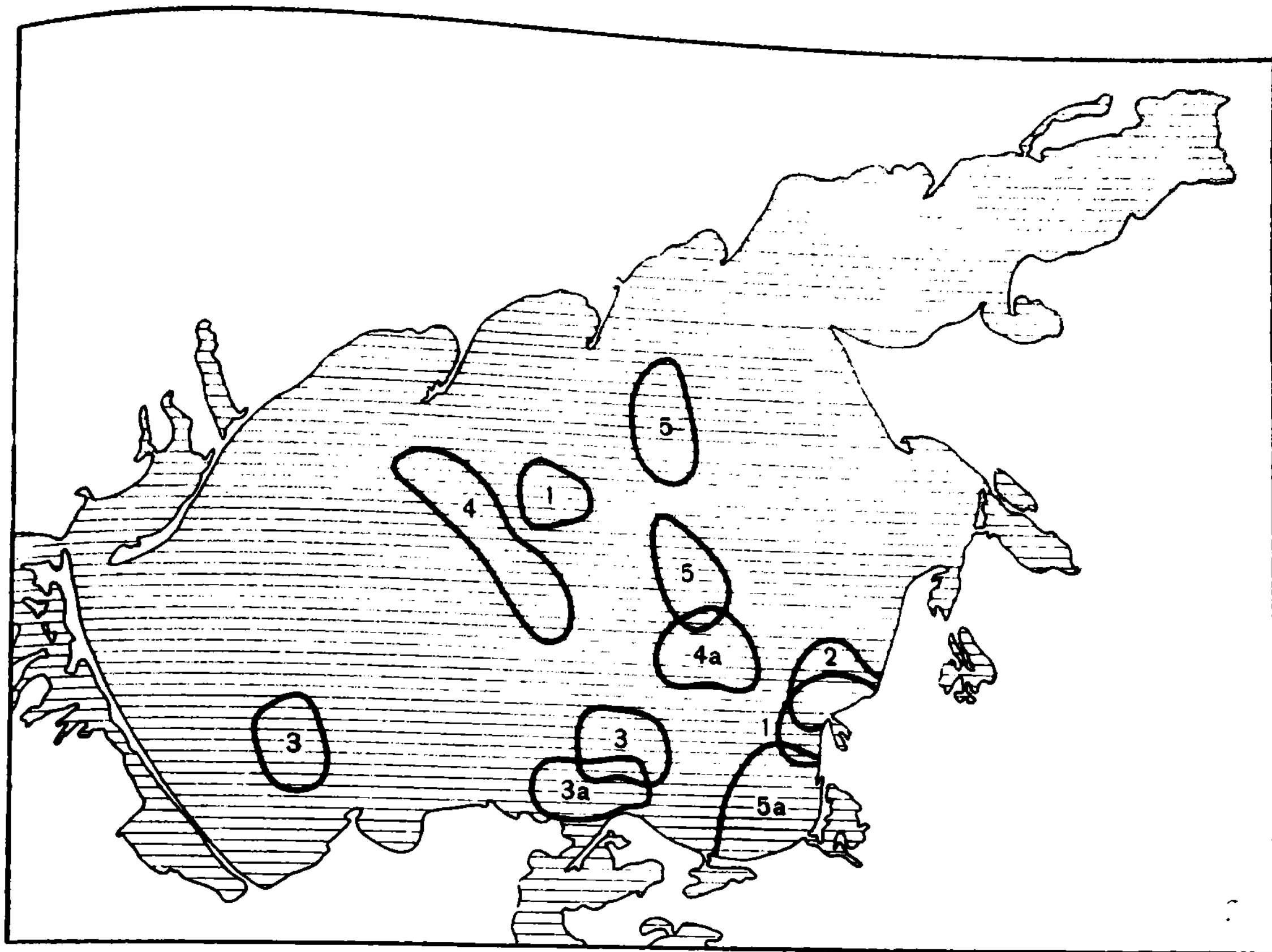


Рис. 1. Распространение биоценоза *A. equina* в Азовском море  
[(составлено по данным Старк (1958))].

1—1951 г., апрель; 2—1952 г., июль; 3—1953 г., июль; 3a—1953 г., октябрь; 4—1955 г., апрель;  
4a—1955 г., октябрь; 5—1956 г., апрель; 5a — 1956 г., июль

рали, особенно на прибойных участках, поселяясь под и между камнями, где ее наибольшая биомасса достигает  $800 \text{ г/м}^2$  при численности в  $640 \text{ экз./м}^2$ . К. В. Беклемишев (1950) для этого же моря приводит<sup>1</sup> наибольшую численность *A. equina* в  $570 \text{ экз./м}^2$  при биомассе в  $165 \text{ г/м}^2$ . Средняя численность ее на мидиевых банках илисто-песчанистых грунтов нижней литорали равна там  $3,6 \text{ экз./м}^2$  (Зенкевич, 1947).

В Азовском море *A. equina* впервые была найдена студентом Московского университета Л. Л. Конкевичем в районе Казантипа еще в августе 1895 г., а год спустя А. А. Остроумов (1896), отметив этот факт, указал, что он не видел крупных экземпляров среди азовских актиний, которые в остальном вполне сходны с черноморскими особями того же вида в Севастопольской бухте.

С тех пор собственно по азовоморским *A. equina* были опубликованы данные только И. Н. Старк, отметившей образование в 1951 г. нового для Азовского моря «биоценоза *A. equina*», появившегося (судя по рис. 1 ее работы) в районе мыса Ачуевского и на траверсе косы Бердянской

<sup>1</sup> Значительное расхождение его данных с предыдущими связано, видимо, с различными приемами взвешивания актиний, которое еще не имеет общепринятого стандарта; поэтому содержащиеся здесь мои данные по количественному учету *A. equina* относятся только к ее численности.

В устной беседе 13 июня 1960 г. К. В. Беклемишев сообщил мне, что при подсчете численности *A. equina* у берегов Восточного Мурмана мелких актиний им не наблюдалось. В. В. Кузнецов и Т. А. Матвеева также, по-видимому, не находили или не подсчитывали молодых и мелких актиний этого вида.

(Старк, 1955, а). Автором при этом не указаны ни глубины, ни грунты, ни точные площади, занимавшиеся биоценозом, ни видовой его состав, ничего нет о самой актинии. Факт же образования массового скопления (биоценоза) *A. equina* в местах, явно лишенных каменистых грунтов, заслуживает большого внимания. Его нельзя расценивать иначе как прямое указание на своеобразие азовоморской популяции *A. equina*, способной в массе появляться и подолгу жить на сравнительно подвижных *не каменистых* грунтах<sup>1</sup>. Последнее перекликается с мнением А. А. Остроумова (1896), считавшего, что распространению этого вида в отдаленные части Азовского моря препятствует лишь недостаточная соленость воды, и полностью подтверждается рис. 1 из недавней работы Старк (1958)<sup>2</sup>: биоценоз *A. equina* встречается в самых различных (и порою *очень распресненных*) местах Азовского моря (рис. 1), в то время как скалистые грунты приурочены почти только к одной юго-западной части водоема. Об этом же говорят и данные В. П. Воробьева (1940), по которым *A. equina* в 1935—1936 гг. круглогодично встречалась в Сиваше в комплексах *Cardium* и *Syndesmya* и временами (исчезая зимой) — в комплексах *Loripes* и *Nephtys*, обитающих на *заиленных* грунтах с примесью песка или ракушечника (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Численность (а), биомасса (б) и частота встречаемости (в) *A. equina* в Сиваше (по данным В. П. Воробьева)

Комплекс	а (экз./м <sup>2</sup> )	б (г/м <sup>2</sup> )	в (%)	Время года
<i>Cardium</i> . . . . .	57	0,4	22	Осень
<i>Syndesmya</i> . . . . .	{16 40	1,28 0,8	20 50	» Зима
<i>Loripes</i> . . . . .	40	12,0	—	Осень
<i>Nephtys</i> . . . . .	160	9,6	50	Лето

И. Н. Старк (1955, а, табл. 3 и 5) приводит всего четыре точные цифры по величине биомассы актинии в июле 1950—1952 гг. в биоценозах *Corbulothya* и *Cardium*, которая соответственно была 0,09, 0,42 и 0,60, 1,7 г/м<sup>2</sup>. Этот автор отмечает, что в ее предыдущих сборах *A. equina* почти не встречалась или встречалась редко и единично, а с осени 1950 г. стала попадаться «в массовом количестве» в южной и восточной частях моря (стр. 222)<sup>3</sup>. В другой статье Старк (1955, б) отмечает, что в районе Казантипа *A. equina* в 1952 г. было «мало», а в 1953—1954 гг. — «много».

Приведенными данными, а также упоминанием *A. equina* в списках В. К. Совинского (1904), В. П. Воробьева (1949) и Ф. Д. Мордухай-Болтовского (1960) фактически исчерпываются все опубликованные сведения

<sup>1</sup> По личному сообщению А. А. Аксенова 20 октября 1960 г., в районе мыса Ачуевского преобладают плотные ракушечные грунты.

<sup>2</sup> По личному сообщению И. Н. Старк, в этой работе имелась в виду именно *A. equina*.

<sup>3</sup> Сведения по оценке количества *A. equina*, приводимые в цитируемой работе, противоречивы. Так, по табл. 2 (стр. 223), *A. equina* в 1950 г. была единичной, в 1951 г. встречалась мало и только в 1952 г. стала распространенной. Кроме того, автор ошибочно причисляет другую азовоморскую актинию (*Cylista viduata*) к формам, не указанным ранее для Азовского моря: *C. viduata* давно и в большом количестве была найдена на траверсе южного конца о-ва Бирючьего (Александров, 1914).



об этом виде в Азовском море. Дело в том, что фауна псевдолиторали и верхней сублиторали наших южных морей изучалась (и изучается) единичными исследователями. В этом отношении особенно плохое положение ведутся только в узком рыбопромысловом и прикладном к нему научном направлениях, а материал для них, как правило, собирается в удалении от прибрежного мелководья. Что касается зоны каменисто-скалистого азовского побережья, то до сего времени по ней имелась лишь одна специальная работа — статья В. С. Луканина (1957) о хирономидах скалистая супралиторали Казантипа.

Однако актинии вообще заслуживают большего внимания, хотя бы потому, что роль их в пищевых цепях побережья морских водоемов, в частности бесприливных, совершенно неясна. Вероятно, она не мала, так как эти кишечнополостные общеизвестны своей прожорливостью и нередко характеризуются большой численностью. Для наглядности приведу следующий расчет.

Андре (Andres, 1884) указывает для средиземноморских особей *A. equina* длину щупалец до 15 мм, а Пакс (Pax, 1936), для особей из северных морей, — до 20 мм<sup>1</sup>. Если даже, заведомо много уменьшив, принять среднюю длину щупалец актинии в 8 мм, а диаметр их в 1 мм, то поверхность одного щупальца округленно будет равна 25 мм<sup>2</sup>. Число же щупалец у этой актинии, по данным названных и многих других авторов (например, Edwards, 1857; A Treatise..., 1900), равно 192. Приняв численность *A. equina* в 200 экз./м<sup>2</sup>, нетрудно подсчитать, что на 1 м<sup>2</sup> будет приходиться 38 400 их щупалец с общей поверхностью в 960 000 мм<sup>2</sup>, то есть без малого 1 м<sup>2</sup>!

Легко представить себе, что в местах, обильно населенных актиниями, в частности *A. equina*, вода омывает как бы живой «стрекающий» ковер с поверхностью не только равной, но даже большей, чем площадь морского дна.

Кроме сравнительно небольшой *A. equina*, для побережья Мирового океана характерны и другие короткощупальцевые актинии с большим числом щупалец. Например, у *Metridium senile* оно достигает 1000 (Пакс, 1936), у крупной, длиной около 30 см гавайской *Marcanthea cookeri* — 600, а у более близкой по эколого-морфологическому облику к *A. equina*, 3—4-сантиметровой, тоже гавайской, *Anemonia (Anthea) mutabilis* — 300 (Edmondson, 1946). У другой, обитающей в Азовском и Черном морях, актинии *Cylista viduata*, характерной для нижней сублиторали и более глубоких мест, столько же щупалец, как и у *A. equina* (Андре, 1884), но длина их достигает 40 мм при диаметре в 2 мм. Понятно, что общая поверхность щупалец актиний, в случае их значительной численности, будет весьма солидной и, следовательно, способной к захвату большого количества самых разнообразных пищевых объектов.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА РАБОТЫ

Общие наблюдения над актиниями в море и питанием их в аквариальных условиях проводились в 1951—1961 гг.: в 1951—1953 гг. на черноморских *A. equina* и *C. viduata*, после — на азовоморских особях первого

<sup>1</sup> Актинии сильно меняют свои размеры и нелегко поддаются точному измерению. Часто подошва и ротовой диск животного имеют совершенно различные диаметры, причем очертаниями эти участки тела не всегда напоминают правильную окружность. Поэтому до выработки четких правил измерений актиний сравнение общих размеров их тел нецелесообразно.

вида с перерывом в 1956—1957 гг. Наблюдения за питанием *A. equina* непосредственно в море проводились в сентябре — октябре 1958 г. и июле 1959—1960 гг.; тогда же собирался материал по составу их пищи в) в природе, ставились опыты по питанию в лабораторных условиях, а в 1960 г. — в море.

Общепринятый способ изучения состава пищи животных по вскрытиям желудков, кишечников требует много времени, обычно вызывает разрушение частей пищевого комка и всегда приводит к порче самих животных. Кроме того, жидкостная фиксация водных беспозвоночных может заметно исказить действительную картину их питания (Резниченко, 1960).

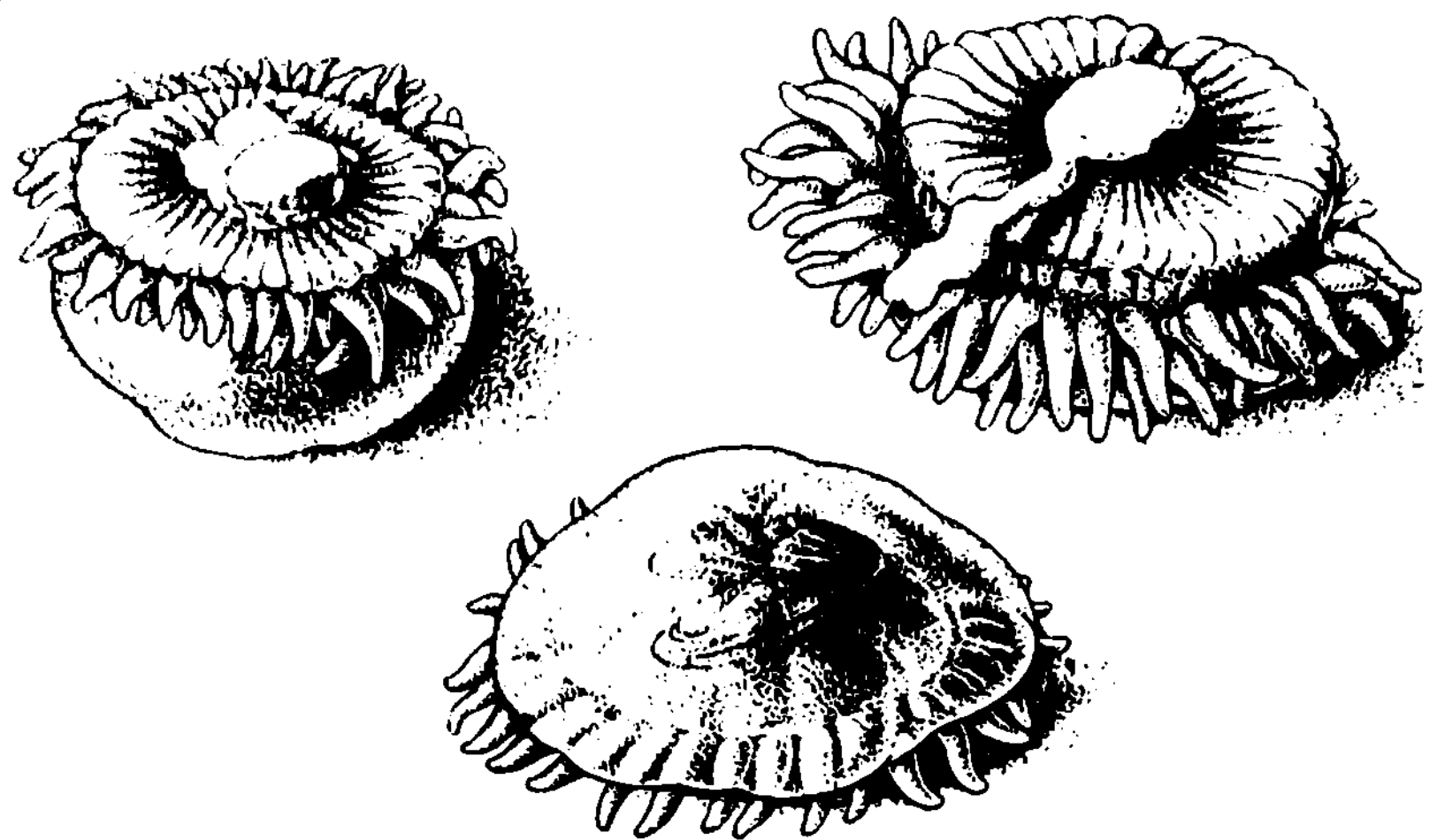


Рис. 2. Общий вид *A. equina*, изрыгающих пищевой комок в морской воде с добавлением небольшого количества формалина. Объяснение см. в тексте. (Рисунки Н. Н. Кондакова и Н. А. Бруйкиной по фотографиям автора)

Зная что кормовые объекты некоторых длиннохвостых десятиногих ракообразных можно выяснить и по пище, изрыгаемой ими при помещении в фиксирующие жидкости (Бродский, 1954 и др.; мои наблюдения) я попытался проследить действие фиксации на *A. equina*, тем более что для активных извержение переваренной пищи через рот вообще физиологически нормально. Оказалось, что фиксация влияет на них так же, как на перечисленных ракообразных, для которых изрыгание через рот непереваренных остатков пищи тоже физиологически обычно (см. Резниченко, 1958). На основании этих сопоставлений и был разработан способ извлечения пищи из актиний, суть которого сводится к следующему.

Сначала животные вынимаются из воды вместе с грунтом и оставляются на воздухе без какого-либо смачивания. Спустя 2—15, в среднем 5—10 минут, они сами или при очень слабом усилии со стороны человека отпадают с камня. Полученные таким образом актинии сразу помещаются (при ориентации ротовым диском вверх) в широкий плоский мелкий сосуд — для этой цели очень удобна сковорода, — наполненный взятой тут же морской водой, в которую добавляется формалин в таком количестве, чтобы образовался его 0,1—0,6%-ный раствор, считая концентрацию продажного формалина не за 40, а за 100%. В течение нескольких минут щупальцы актиний смещаются к подошве, глотка выворачивается наружу и пищевой комок оказывается обычно в середине этого выпячивания, весь на виду (рис. 2)<sup>1</sup>. Остается только осторожно забрать его

<sup>1</sup> Иногда актинии изрыгают пищу после длительного нахождения на камнях, специально вынутых из воды, и без применения фиксации.

пинцетом и поместить в маленькую пробирку. В случае слабого выворачивания актинии или отсутствия видимого пищевого комка следует пощипывать.

Этим способом можно получить во много раз больше материала за то же время, чем при вскрытии животных. Может быть, и не исключены в дальнейшем возможность использования таких «обработанных» актиний в некоторых опытах. Описанный способ был применен в 1959—1960 гг.

В 1958 г. было просмотрено около 150 актиний из 23 точек, но наличие пищи в них устанавливалось простым ощупыванием пальцем, для чего животные иногда вынимались на необходимое время из воды вместе с грунтом. Естественно, что в этом случае могли учитываться только крупные или хорошо сохранившиеся части пищевого комка.

Распределение и соотношение числа различно окрашенных особей казантипских актиний в июне — ноябре 1954—1955 гг. определялись визуально. В 1958—1959 гг. дополнительно проводился учет числа актиний на отдельных камнях, площадь которых определялась приблизительно. В 1960 г. металлической рамкой площадью  $0,25 \text{ м}^2$  был произведен подсчет актиний на 58 площадках<sup>1</sup> в четырех районах береговой линии Казантипа, при этом, как правило, использовались маска и дыхательная трубка, значительно облегчавшие наблюдения за животными в естественной обстановке, а также проведение опытов по искусственному кормлению *A. equina* в море. Актиниям скармливались живые беспозвоночные, только что или несколько часов назад добытые в этом же районе; размеры их не были больше установленных при разборке пищевого комка актиний (см. табл. 4).

Доля определенной части пищи в общем ее объеме устанавливалась путем приблизительной визуальной количественной оценки в основном по площади. Общие и частные индексы наполнения не вычислялись по следующей причине. Пищевой комок *A. equina* большей частью состоит из самых разнородных частей, находящихся на всех стадиях переваривания, а так как интенсивность последнего у этого вида весьма велика, то пища чаще всего легко распадается даже от незначительного ее сжатия, сдавливания, что приводит к дальнейшим ошибкам при взвешивании. Поэтому только некоторые части пищевого комка (моллюски, гравий и т. п.) иногда взвешивались на торсионных весах. Хотя количественную оценку пищи *A. equina* непосредственным вычислением индексов провести трудно, однако частично из этого положения, вероятно, можно будет выйти, используя стандартные веса.

Просчеты и промеры производились под бинокулярным микроскопом с диоптрийным измерительным окуляром. При нахождении одновременно нескольких равнозначных остатков, например, задних и передних половин равноногих ракообразных, за один экземпляр считалась каждая пара этих половин, соответствующих одна другой по размерам, или каждая половина, если попадались, например только передние. В этом случае, а также при нахождении разрозненных частей других ракообразных, размер всего животного рассчитывался потом по соответствующим переходным коэффициентам.

Материал статьи, помимо перечисленного, основан на просмотре 250 с лишним пищевых комков *A. equina*, собранных с 27 разных точек, из мерениях и просчетах приблизительно 60 взрослых и 100 новорожденных

<sup>1</sup> Отродившаяся и недавно осевшая молодежь, равно как и мелкие особи, обычно не учитывалась.

Т а б л и ц а 2

Численность (в экз./м<sup>2</sup>) \* *A. equina* в различных биотопах мыса Казантип в июле 1960 г.

Места вы- тия проб	Грунт	Расстоя- ние от уреза воды, м	Глубина, м	Численность			Частота встречае- мости, %
				сред- няя	от	до	
Открытый берег	Средние камни, мало обросшие водо- рослями . . . . .	2,5	0,1	60	40	92	100
		4,0	0,3	107	80	124	100
	Камни-глыбы почти без водорослей	6—8,0	0,5	8	5	13	100
		15—25,0	0,8—1,3	1	0	3	100
Среднее				38	31	58	
Бухта	Голые уплощенные камни с нижней поверхностью не $>100\text{ см}^2$ каждый	Вблизи	0,1	15	0	100	25
	Приблизительно кубические, камни, с нижней поверхностью не $<200\text{ см}^2$ каждый; густой оброст из водо- рослей . . . . .	»	0,2	176	41	300	100
	Среднее				84	20	200
Г-образный грот	Голые уплощенные камни длиной не $>15\text{ см}$ : правая «перекладина», обращен- ная к берегу (точка I) . . . . . то же в ее середине (точка II) . . . . . в конце ствола (точка III) . . . . .	Вблизи	0,1	60	40	80	100
		—	0,3	172	—	—	100
		—	0,25	221	214	228	100
	Крупные камни-глыбы (40—80 см): у начала «ствола» (точка IV) . . . . . левая «перекладина», обращенная к морю (точка V) . . . . . пересечение «ствола» с «перекла- диной» (точка VI) . . . . .	—	0,25	128	120	136	100
		—	0,65	296	—	—	100
		—	0,45	340	298	432	100
		Среднее				197	112
Прямоуго- льный грот	Голые камни длиной 10—25 см . . . . .	—	0,2—0,55	335	168	572	100
	Плитняк (скалы) . . . . .	—	0,2—0,55	526	428	700	100
	Среднее				421	298	636

\* Цифры приводятся с учетом площади покрытия дна камнями (плитами); эта площадь в бухте была равна 50%, в остальных случаях 100%.

особей, постановке опытов по кормлению в море больше 200 актиний, в лабораторных условиях — около 40 актиний и на аквариальных наблюдениях в Москве более чем над 20 *A. equina*.



Вся работа на Азовском море проводилась на скалистом мысу Казантис, расположенном на северном берегу Керченского п-ова между Арабатской стрелкой и Керченским проливом.

## ИЗЛОЖЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

### Распределение

Всеми исследователями отмечается типичное распределение *A. equina* на на ниже-боковых поверхностях камней и между ними. Однако одни авторы, например Н. Белоусов (1896) и Абель (Abel, 1959), пишут о приуроченности *A. equina* к затишным местам, а другие, например, В. В. Кузнецов и А. Матвеева (1948), отмечают, обратное.

Как показывают мои наблюдения, в бухтах и на открытом берегу актинии располагаются преимущественно на нижних поверхностях камней, частью — на ниже-боковых и очень редко — на верхних; в последнем случае, как правило, на камнях, обросших водорослями, или на голых небольших камнях, зажатых между большими. Многие пустоты и трещины в камнях и скалах также занимаются актиниями; тогда нередко над поверхностью грунта выдается только венец их щупалец.

Сидят актинии и в песке, покрывающем 4—5-сантиметровым слоем камни и плиты, расположенные в местах, гидродинамически наиболее активных, в которых постоянно происходит накопление и передвижение песка. В этих случаях прикрепление животных к неподвижному грунту под песком не всегда такое прочное, как на грунтах, свободных от песка.

Наибольшая численность *A. equina* отмечена в глубоко вдающихся под берег гротах (табл. 2, рис. 3) и затененных пространствах дна между крупными каменными глыбами-скалами. Там актинии часто образуют беспрерывную кайму (длиною до 1 м и больше) из особей, вплотную сидящих друг к другу, преимущественно у оснований глыб, скал и на боковых поверхностях камней в местах их соприкосновения с дном. Кайма из актиний бывает и в различного рода нишах, выдолбленных прибоем в берегу. На плитняке актинии буквально усеивают дно, поселяясь самое большее в 8—9 см друг от друга. Характерно большое их количество на верхних сторонах камней<sup>1</sup> и относительно незначительное — на нижних, то есть по сравнению с бухтами и открытым берегом наблюдается обратная закономерность в распределении.

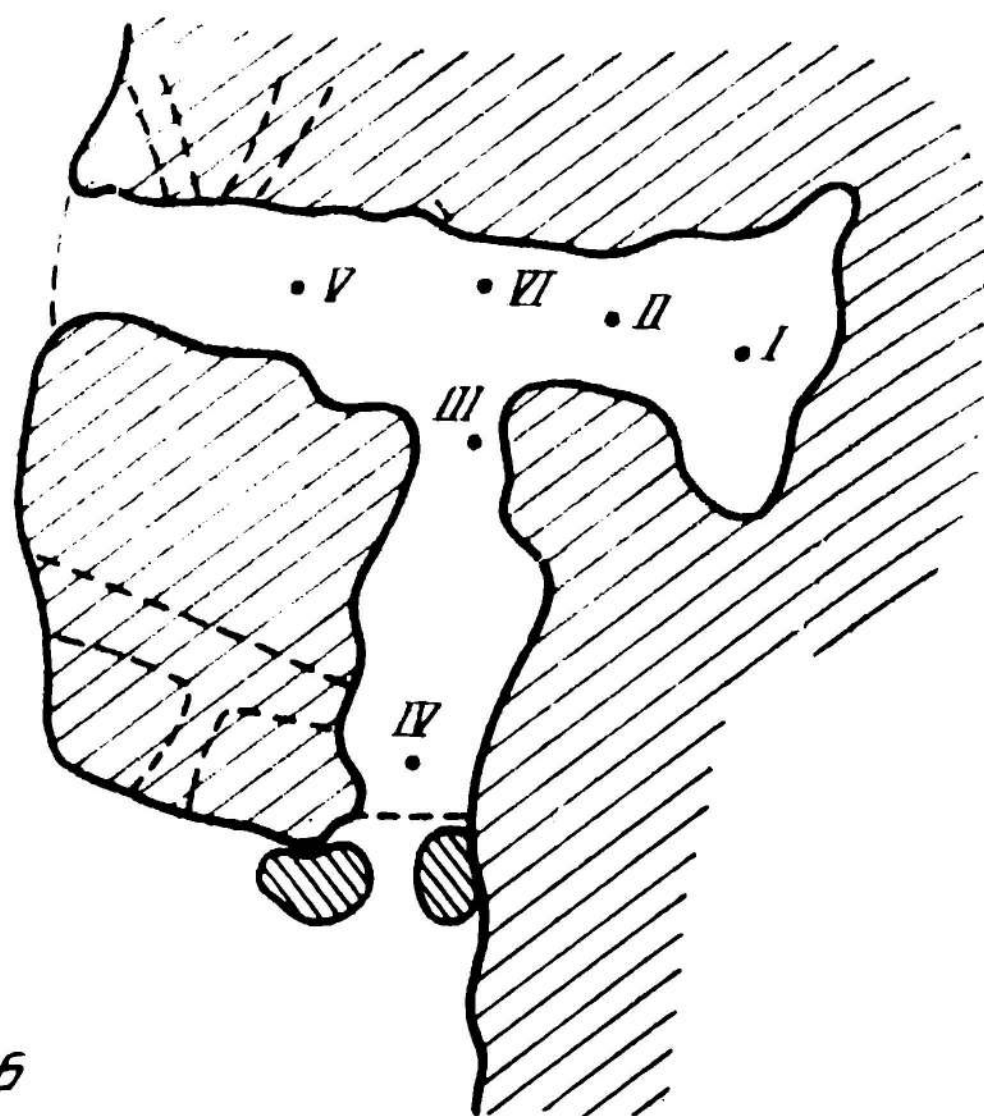
Таким образом, сопоставляя все вышеприведенные данные по количественному распределению *A. equina*, можно окончательно утверждать, что наиболее благоприятными для них являются затишные малоосвещаемые<sup>2</sup> участки морского дна. Об этом говорят и особенно частые поселения губок именно в казантисских гротах и межскальных пространствах.

Численность *A. equina* в районе мыса Казантип, особенно в местах, сравнительно защищенных от прибойной волны, в течение 1953—1954 и 1958—1961 гг. была неизменно большой. Учитывая эвригалинность *A. equina* и ее способность переносить неблагоприятные условия ((она встре-

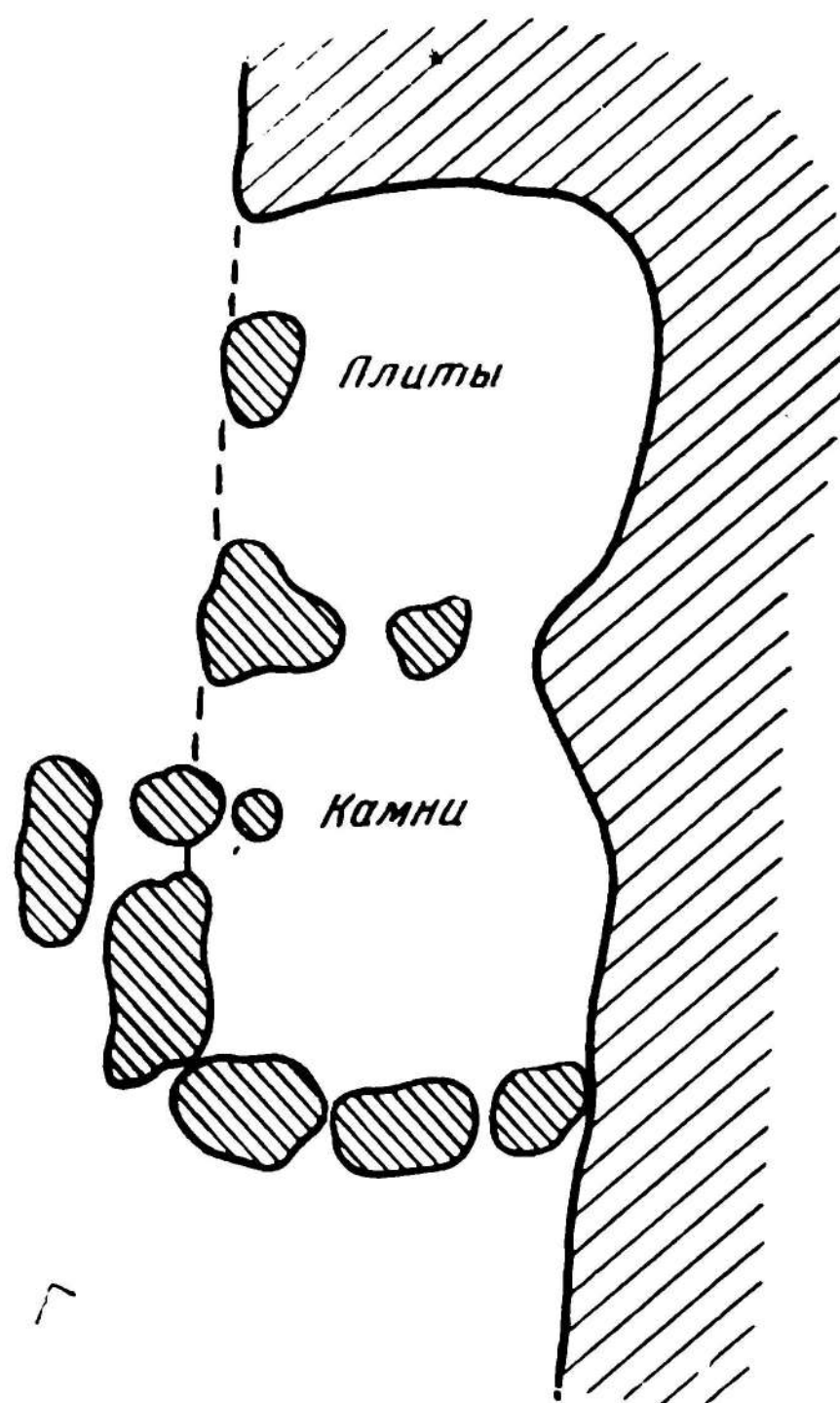
<sup>1</sup> Это отмечал Н. Белоусов (1896) для черноморских *A. equina*, встречающихся под «скалистыми навесами берега».

<sup>2</sup> Большинство других видов актиний также избирают затененные места; в течение дня они остаются «закрытыми» и полностью расправляются только при слабом освещении или в темноте (Нуман, 1940). Последнее явление, по-видимому, характерно и для *A. equina*: во время посещения ночью (в 22<sup>40</sup>—22<sup>50</sup>) в конце июля 1961 г. (в штиль) при полной луне прямоугольного казантисского грота все актинии были (в штиль) при полной луне прямоугольного казантисского грота все актинии были полностью расправлены. Однако несколько раз ранним утром и поздним вечером мною наблюдалось массовое их «закрытие».





Б



Г

Рис. 3. Стации наибольшей численности *A. equina*

А — общий вид берега и входа в Т-образный грот с каменистым дном; Б — схема этого грота (в плане); В — общий вид берега и входа в прямоугольный грот с каменистым и плиточным дном; Г — схема этого грота (в плане)

Длина «ствола» Т-образного грота  $\sim 7$  м, обеих его «перекладин»  $\sim 10$  м, наибольшая ширина  $\sim 5$  м, наименьшая — 1 м с небольшим; средняя высота грота (от поверхности дна) не больше 2 м. Длина прямоугольного грота  $\sim 27$  м, ширина — до  $\sim 12$  м; средняя высота грота (от поверхности дна) больше 2 м. Прерывистой линией обозначены границы скалистого навеса и дополнительные соединения грота с морем, цифрами — номера точек, в которых производился учет актиний



чается даже на литорали, расположенной в районе металлургических заводов) (Fischer-Piette, 1960)], можно утверждать, что этот вид в указанном районе всегда был многочисленным и казантипская его популяция возникла еще задолго до нахождения отдельных ее особей при кратковременном обследовании Азовского моря А. А. Остроумовым и Л. Л. Конкевичем. Более того, *A. equina* так же давно существует и в остальных участках водоема, а ненахождение ее раньше — лишь следствие непостоянства существования биоценозов этого вида на подвижных грунтах в течение года (см. рис. 1).

Пакс и Мюллер (Pax и. Müller, 1953), отражая общее мнение, пишут, что особи рассматриваемого вида, как правило, не встречаются порознь, а почти всегда образуют большие скопления. Как видно из табл. 2, для открытого берега и бухт такие скопления *A. equina* не типичны. Это связано с постоянно идущими там процессами отложения различных осадков на твердый неподвижный грунт и частым их взмучиванием в периоды волнения. По этим же причинам актиний очень мало у самого уреза воды, у которого наблюдается постоянное перемещение мелкого подвижного грунта.

Для *A. equina* важно избегать движения больших масс воды, способных переворачивать камни: в гротах, где большинство камней остается на своих местах при любом волнении, актиний значительно обильнее, чем у открытого берега. Но само по себе «ударное» действие волны для актиний безразлично: их одинаково много на гротовом плитняке, расположенном как по краям, так и против «окон» в море (см. рис. 3г), у которых разбивается и через которые частично проходит волна.

По-видимому, *A. equina* избирают нижне-боковые поверхности камней не для защиты от удара волн (Беклемишев, 1950, стр. 11), а в первую очередь для использования этих мест как наиболее активных гидродинамически: в расщелинах, просветах, проемах, дырах и т. п., естественно, создаются местные токи воды, сильнее размывающие грунт и обрастания и больше приносящие пищи актиниям, чем смывающее действие всей массы движущейся воды. Об этом говорит также меньшее обилие актиний в «междуоконных» пространствах гротов.

В нескольких метрах от берега молодь отсутствует; ее больше всего сосредоточено вблизи уреза воды. На отрытом берегу молодые актинии составляют 13 (10—15)%, а в бухтах 26 (8—46)% от числа всех актиний.

С удалением от берега размеры актиний увеличиваются, однако на каменных глыбах среди песчаного дна на глубине больше 1,5 м они вовсе перестают встречаться. Это также можно поставить в связь с периодическим образованием на камнях илисто-песчанистого слоя, препятствующего длительному прикреплению *A. equina*, которые нуждаются в сравнительно чистом грунте.

### [Морфологические особенности]

А. С. Зернов (1913) писал, что красные особи *A. equina* в Черном море приурочены к прибойным местам. В английском руководстве по зоологии (A Treatise..., 1900) говорится, что для берегов Англии также характерны красные особи этого вида. Абель (1959) в биотопах, подобных казантипским гротам, находил только красных актиний. Окраска казантипских актиний на прибойных и в затишных участках одинакова; везде встречаются почти исключительно красноватые и буровато-коричневые особи различных оттенков, к которым примешиваются малочисленные темно-зеленые особи. В остальном окраска совпадает с описанием, данным А. А. Остроумовым (1896), если не считать обычных для гротов единичных ярких светло-зеле-

ных актиний разных размеров; при большой частоте встречаемости (15%), число их, в процентах от всего количества актиний, равняется 0,8, не превышая на отдельных участках 1,7.

Бужаи и Габи (Bougis, Gabis, 1952), отмечая, что зеленые и красные *A. equina* гораздо реже встречаются вместе, чем порознь, связывают это с неспособностью новорожденных актиний к широкому расселению. Если это так, то не говорит ли очень незначительная частота встречаемости ярких светло-зеленых актиний о малой выживаемости их молоди? Предположение о способности одной цветной формы этой актинии переходить в другую, по-видимому, отпадает, так как при содержании Н. Белоусовым 2—3-миллиметровой зеленой и красной молоди *A. equina* до ее значительного увеличения в размерах не наблюдалось смены окраски. По его же и моим наблюдениям, окраска новорожденных особей соответствует окраске материнских. Однако, по наблюдениям Г. Г. Льюиса (1862), некоторые виды актиний при содержании в неволе могут менять свою окраску: одни по истечении двух дней, другие — двух недель.

Известно, что краевые пузырьки у *A. equina* обычно ярко окрашены, синие, редко — фиолетовые, красные или белые (Пакс, 1936). Но, по Н. Белоусову (1896), у черноморских особей они лишь *иногда* ярко окрашены, а у азовоморских — светло-голубые, переходящие в беловатые (Остроумов, 1896), или вовсе лишены окраски (мои наблюдения). Возможно, это связано с уменьшенной соленостью вод Азовского и Черного морей, в которых названные органы, как правило, теряют свою яркую окраску.

Сам по себе этот факт не удивителен. Так изменение общих размеров тела и некоторых его придатков у организмов с переходом в воду с меньшей соленостью — обычное явление, известное, например, для ракообразных (Совинский, 1896; Мартынов, 1925 и др.). Но в данном случае помимо мутности азовской воды — физического фактора — может сказываться и другая причина, а именно отсутствие (или малое число) поедателей *A. equina*<sup>1</sup>. В морях же с нормальной соленостью воды краевые пузырьки актиний ярко окрашены и, по Котту (Cott, 1957), являются своеобразным приспособлением, привлекающим внимание хищника к самой опасной части тела жертвы. В связи с изложенным было бы интересно проверить соотношение «стрекательной силы» пузырьков и интенсивности их окраски.

Промеры и подсчеты актиний показали, что одна среднеразмерная особь казантйпской популяции *A. equina* имеет 89 щупалец + 1 маленькое, недоразвитое щупальце. Пределы колебания этих чисел: для обычных щупалец — от 48 до 129, для маленьких, располагающихся группами по 1—3—5, от 1 до 7. В общем число щупалец возрастает с увеличением размеров актинии, но нередки случаи обратных соотношений: например, особи с диаметром подошвы (промеры фиксированного материала) 5 и 6 мм имели, соответственно, 91 и 77 щупалец, а особи с 8 и 10-миллиметровыми подошвами — 117 и 81 щупальце; в то же время разноразмерные животные (7 и 12 мм) имеют почти равное число щупалец (92 и 99).

Измерения актиний, проведенные в море с помощью размеченной на миллиметры проволоки, показали, что длина их щупалец приблизительно равна радиусу ротового диска и колеблется от 6 до 12 мм, при диаметре основания от 1 до 3 мм, а вершины — от 1 до 1,5 мм. Если принять среднюю длину щупальца в 8 мм, а диаметр в 1,2 мм, тогда его поверхность будет равна 30 мм<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> В. А. Костюченко (1955) у азовоморской севрюги весной 1951 г. была отмечена в пище «актиния» (0,7% от веса всего пищевого комка).



Таким образом, сопоставляя эти результаты с данными табл. 2, легко подсчитать, что средняя общая поверхность щупалец казантипских актиний составляет: на открытом берегу —  $0,2 \text{ м}^2$ , в бухте —  $0,4 \text{ м}^2$ , в гроте с каменистым дном —  $1,1 \text{ м}^2$ , а с каменисто-плиточным —  $2,4 \text{ м}^2$  (!) поверхности дна. Эти цифры все же приуменьшены, так как помимо преднамеренного округления их не в мою пользу из расчета совершенно была исключена и молодь<sup>1</sup> актиний, встречающаяся во всех биотопах, причем в некоторых из них в чрезвычайном изобилии.

Молодь *A. equina* рождается с 12 щупальцами (Пакс, 1936), расположенными в два круга (цикла) по 6 щупалец в каждом (Андре, 1884). По одним данным, число новорожденных актиний достигает 50 (Leloup, 1952), по другим — 20 при длине от 2 до 5 мм (Кузнецов и Матвеева, 1948). По моим подсчетам и наблюдениям, плодовитость азовоморских *A. equina* в июле равнялась 25 экз. новорожденных на одну материнскую особь, достигая самое большее 58 экз. Средняя длина их 1,8 мм при наименьшей в 0,8 мм и наибольшей в 2,8 мм (промеры фиксированного материала).

Как видно из табл. 3, увеличенное против «нормы» общее число щупалец у ранней молодежи рассматриваемой популяции *A. equina* обусловлено новыми, маленькими, еще не развившимися щупальцами, с которыми рождается актиния.

Т а б л и ц а 3

Результаты подсчета числа щупалец у новорожденных актиний в одном из пометов казантипской *A. equina*

Всего щупалец у одной актинии	Количество актиний соответствующим числом щупалец (I)	То же, но без учета маленьких щупалец (II)	Примечания
8	3	3	Одна актиния из группы I имеет в среднем 14 щупалец, из группы II — 12 щупалец
9	0	0	
10	1	2	
11	0	0	
12	16	39	
13	0	0	
14	12	4	
15	0	0	
16	15	3	
17	1	0	
18	2	0	
19	0	0	
20	0	0	
21	1	0	

Приблизительно в 75% всех случаев две пары этих щупалец располагались в секторе одного из направительных желобков глотки, отстоя друг от друга через три нормальных щупальца; в остальных случаях они разделялись одним или двумя нормальными щупальцами. Т.е. около направительного желобка глотки молодых актиний создается временная кон-

<sup>1</sup> Длина нормальных щупалец новорожденных актиний 1,0 мм, диаметр 0,2 мм, следовательно, поверхность одного щупальца равна  $0,62 \text{ мм}^2$ , т.е. ~ в 50 раз меньше, чем у полностью развившейся особи.

центрация щупалец в результате их периодически неравномерного возникновения.

В. Н. Беклемишев (1952, стр. 52—54) пишет, что на ранних стадиях развития актинии обычно имеют не сложное сочетание дву- и многолучевой симметрии, характерное для взрослых особей, а ту или иную степень *двусторонней* симметрии, обусловленной неполнотой развития первичных перегородок. Иными словами, молодь актиний в начальный период своего существования обладает симметрией, свойственной *активно* подвижным животным. А. О. Ковалевский (1874), изучавший развитие средиземноморских кишечнополостных, в частности актиний из соленых озер около Мессины, предположительно определенных им как *A. equina* (= *mesembryanthemum*), подчеркнул неправильное, несодновременное возникновение новых мезентериальных перегородок в ранний период развития этого вида.

Таким образом, анатомические особенности раннего развития актиний наглядно иллюстрируются особенностями внешнего строения их — в данном случае распределением (и порядком возникновения) щупалец. Число их, известно, соответствует числу радиальных камер, образованных каждая парой мезентериальных перегородок. А строение последних и расположение мускулатуры у молодых особей такое же, как и у взрослых, часть мышц которых прикрепляется к подошве и принимает участие в передвижении животного (В. Беклемишев, 1952, стр. 53 и 546).

Следовательно, наблюдающаяся у молоди *A. equina* концентрация щупалец около одного из направительных желобков глотки, одновременно сопровождается концентрацией на этом участке и *двигательных* мышц. А значит частично двусторонняя симметрия новорожденных актиний приобретает экологический смысл. Ее можно рассматривать как косвенное доказательство способности молодых *A. equina* (и, вероятно, молоди не только этого вида) к более активному движению по сравнению со взрослыми. Очевидно, это используется новорожденными актиниями для возвращения на нужную глубину в случае сноса водою в момент выхода их из рта материнской особи.

Число краевых пузырьков, когда они бывают (по А. А. Остроумову (1896), они обычно развиваются неравномерно, а иногда вовсе отсутствуют), в среднем равно 16, колеблясь от 10 до 22. У средиземноморских особей и актиний с берегов Англии их насчитывается до 24 (Андре, 1884; *A Treatise...*, 1900), с берегов Бельгии — до 22 (Leloup, 1952), а у популяций из северных морей — 24—48 (Пакс, 1936).

В свое время Эдвардс (Edwards, 1857) уточнял, что особи *A. equina* с еще не полностью развитым пятым циклом имеют 18 краевых пузырьков, с пятью с половиной циклами — 24, а взрослые актинии с уже полностью развитым шестым циклом — 48 краевых пузырьков и 192 щупальца. По данным всех последующих авторов, щупальцы взрослых *A. equina* также расположены в шесть циклов. Особи этого вида из Азовского моря редко имеют полное число циклов, чаще всего их четыре, а иногда даже два—три. Последний факт, малые размеры тела, небольшое число щупалец и краевых пузырьков у рассматриваемого вида позволяют считать, что его казантипская популяция характеризуется приостановкой в развитии организма, можно даже сказать, своеобразной неотенией.

Обобщая все сказанное в этом разделе, можно прийти к выводу, что азовоморские *A. equina* (во всяком случае казантипская популяция) представляют собою особую, недоразвитую морфологически, географическую расу, сравнительно недавно заселившую новый для нее район. Дальнейшие анатомические исследования должны дать материал для окончательного решения этого вопроса и, возможно, позволят присоединить четвер-

тый подвид к трем существующим: *A. equina equina* L. (Северное и Средиземное моря), *A. equina pontica* Рах (Черное море и Босфор), *A. equina japonica* Jaworski (Япония и др.) (Jaworski, 1938). Кстати отмечу, что А. В. Жирмунский (1958) на основании физиологических опытов над *A. equina* высказал предположение о систематической самостоятельности черно- и баренцевоморских особей этого вида.

Но здесь же следует сделать две оговорки. Во-первых, полное решение вопроса возможно только при сравнительно-морфологическом изучении *A. equina* из разных водоемов. Во-вторых, детальное изучение разновозрастных особей этого вида из других водоемов, вероятно, покажет большую условность цифры 192, характеризующей число щупалец в соответствующих работах. Мои данные показывают, что как у молодых, так и у взрослых азовоморских актиний весьма велик процент особей с нечетным числом щупалец, с числом щупалец, не кратным 6, 8 или 10.

### Питание

Принято считать, что все актинии питаются живыми животными. Так, например, Мак-Гинити (MacGinitie, 1949) и Николь (Nicol, 1959) относят актиний к плотоядным, К. В. Беклемишев (1952) и А. И. Савилов (1961) — к хищным, В. А. Догель (1937), М. Н. Соколова (1954) — одновременно к тем и другим. Это твердо установившееся мнение отражено также в учебниках и других широкодоступных изданиях, судя по которым, питаются актинии не только беспозвоночными, но даже и рыбами.

Однако работ, специально посвященных питанию (составу пищи) актиний, нет. До сих пор почти ничего не известно о количестве поедаемой ими пищи, мало данных о точном видовом составе их кормовых объектов. Все эти сведения разбросаны в самых различных работах и часто основаны лишь на единичных наблюдениях. По *A. equina* наших морей некоторые данные имеются в работах В. В. Кузнецова и Т. А. Матвеевой (1948), К. В. Беклемишева (1950, 1952) — для Баренцева моря и, наиболее подробные, с приведением разнообразных анатомических подробностей, экологических наблюдений — в старой работе Н. Белоусова (1896) по черноморским актиниям.

Питание *A. equina* связано с волнением. В виде общих слов и предположений на это указывали различные исследователи. В частности, Кузнецов и Матвеева отмечают, что *A. equina* питается, вероятно, в момент, когда наступающая волна прилива смывает слабо прикрепленных животных (не исключено, что это и есть как раз ослабленные организмы — ср. стр. 247).

Но только К. В. Беклемишев (1950, стр. 12—13) попытался проверить это экспериментально на *A. equina* с Мурманского побережья. С разрешения Беклемишева привожу цитату из не опубликованной им части его работы. «Серьезным доводом в пользу этого мнения нам кажется реакция актинии на моллюсков, падающих мимо венца ее щупалец на дно сосуда (наблюдения в аквариуме). В этом случае актиния мгновенно, с поразительной при ее обычной вялости быстротой, нагибается всем телом к упавшему моллюску, хватает его и, выпрямившись, проглатывает. Такая оперативность в захватывании тихоходных литторин и мидий могла выработаться только в условиях, где надо соперничать в скорости с откатывающейся прибойной волной. Через одну минуту после захватывания жертвы актиния снова распускает щупальцы и готова к новому хватанию. Надо, однако, заметить, что описанную мгновенную реакцию удастся наблюдать у актиний не во всех случаях».

Изучая состав пищевого комка по вскрытиям, прежде всего можно видеть четкую зависимость его от волнения как в отношении частоты встречаемости частей пищевого комка, так и в отношении общего их числа, приходящегося на одну актинию (см. табл. 4).

У актиний, занесенных песком до оснований щупалец, пищевой комок был даже более разнообразным, чем у животных, свободно сидевших (или висевших) на каменистом грунте без песка. Для актиний вообще характерна большая экологическая пластичность. В связи с этим упомянутые *A. equina*, вероятно, не полностью потеряли необходимой им при переваривании и захватывании пищи способности к сокращению тела, щупалец и превратились в живые закопанные в песок ловушки, собирающие многое из шлейфа мусора, постоянно передвигаемого по дну волной. С этим хорошо перекликаются наблюдения О. Б. Мокиевского (Щапова, Мокиевский, Пастернак, 1957, стр. 109) над западносахалинскими актиниями, относимыми им к *мусорщикам*. Актинии эти (со слов Мокиевского, полужасыпанные песком) могут весьма интенсивно питаться рыбьей икрой, отложенной в непосредственной близости от них или сносимой штормами.

Во всяких береговых пустотах в составе пищи *A. equina* обычны «мусорные» компоненты. Так, в прибойной нише размером  $20 \times 20$  см, обследованной в 1960 г., было:

Части пищевого комка	Частота встречаемости	Число на одну актинию
Рыбья чешуя . . . . .	60	1—4
Взрослые насекомые (наездники, жуки)	60	1—3
Гравий . . . . .	30	2—7

Отмеченное явление связано с действием прибойной волны, концентрирующей «мусор» в этих местах.

Состав пищевого комка актиний, собранных в разных биотопах, принципиально мало различается, так как он определяется, помимо волнения и, вероятно, возраста (размеров) животных, еще только наличием самой пищи в данном биотопе. Поэтому основное различие сводится к отсутствию в бухтовых и гротовых актиний моллюсков, обитающих на песчаном грунте, граничащем с каменистыми псевдо- и сублиторалью открытого берега; то же относится к ряду видов бокоплавов и некоторых других беспозвоночных.

Подавляющее большинство ракообразных в пище казантиских *A. equina* попадалось не цельными экземплярами, а разрозненными частями. Особенно это касалось равноногих, представленных преимущественно задними и передними половинками шкурок; шкурки бокоплавов чаще попадались целиком. Усоногие ракообразные встречались преимущественно в виде разноразмерных обломков их домиков, однако в 1958 г. после сильного шторма в желудочных полостях актиний были найдены и цельные особи *Balanus*.

Пищевой комок актинии может одновременно состоять из двух десятков частей. Так, однажды сразу было найдено 12 уже пустых шкурок равноногих ракообразных (5 *Sphaeroma pulchellum*, 7 *Idothea baltica*), 3 брюхоногих моллюска *Hydrobia ventrosa*, по 1 экз. бокоплава *Corophium bonelli* и двустворчатых моллюсков *Corbulomya maeotica*, *Cardium edule* и еще песок и ракуша. А вот примеры состава пищи других актиний: 1) только песок и ракуша; 2) одна половина шкурки равноногого ракообразного или бокоплава, или один кусок гравия; 3) две пустых и одна цельная *Mytilidae*, 7 кусков гравия общим весом 74 мг и две рыбьих чешуи; 4) краб *R. harrissii tridentatus* шириной 9,8 мм, 1 *Mytilidae* длиной 12 мм и друза



из четырех *Balanus* и т. д. и т. п. Почти во всех случаях в небольшом количестве попадался песок.

При нахождении в пище актиний равноногих ракообразных и *Mytilidae* (иногда — крабов, бокоплавов) отмечалось преобладание их объема ракообразные или гравий. У засыпанных песком актиний количественно преобладал песок.

Что касается крупных составных частей пищи *A. equina*, то о них дают представление цифры, полученные при обработке материала за 1958 г., в одну пробирку:

	<i>Mytilidae</i>	<i>Cardium</i>	<i>Corbulomya</i>	<i>Balanus</i> (друзы)	<i>Rhithro-</i> <i>panopeus</i>
Частота встречаемости, % . . .	60	20	20	30	20
Размер, мм . . . . .	9,1—18,3	8,6—12,5	7,6—8,6	2,6—7,6	9,8

Нетрудно видеть, что пища азовоморских *A. equina* по экологическому и даже систематическому облику кормовых организмов весьма близка к таковой баренцевоморских [(литторины, гаммариды, мидии, идотеи — по В. В. Кузнецову и Т. А. Матвеевой (1948) и К. В. Беклемишеву (1950, 1952) и черноморских актиний (см. стр. 245)].

Помимо перечисленных компонентов (см. также табл. 4) в пищевом комке *A. equina* найдены еще: из высших ракообразных — бокоплав *Gammarus locusta*, *Melita palmata*, *Microdeutopus damnoniensis*, *M. gryllotalpa*, *Ampelisca diadema*, *Gammaridae* sp., *Erichthonius difformis*, *Talitridae* sp., изопода *Eurydice pulchra*; из низших ракообразных — *Copepoda* sp.; из моллюсков — два брюхоногих (цельные *Rissoa* sp. и обломки раковин *Theodoxus pallasi*) и обломки раковин двустворчатых (*Syndesmya ovata*); *Polychaeta larvae*; *Nematoda* sp.; *Foraminifera*; *Acanthocephala*; *larvae Diptera et Chironomidae*, *imago Coleoptera et Hymenoptera*; *Halacarae*; из растений — *Enteromorpha* (средняя длина 30 мм, наименьшая — 2,0 мм, наибольшая — 54 мм), *Cladophora*, *Chaetomorpha*, *Zostera*, *Bryopsis* (длиной до 30 мм); из *Varia* — бурые комки органического происхождения, пищеварительные каналы ракообразных (вероятно, *Idothea* и бокоплавов), слизь, детрит, хитиноподобное вещество, неопределенное вещество консистенции резины.

Следовательно, общее число компонентов равно 55 (без учета *Acanthocephala* — внутренних паразитов животных). В действительности их больше, так как некоторые из беспозвоночных представлены, быть может, не одним видом. Частота встречаемости всех этих дополнительных компонентов не была в среднем больше 5% от числа актиний с пищей, не считая хитиноподобного вещества (15%).

Соотношение основных групп пищевого комка *A. equina* в процентах от общего числа компонентов выглядит так:

группа I — цельные животные, их части с тканями и шкурки — 60,0 (33 компонента);

группа II — различные органические остатки (см. последние шесть компонентов в вышеприведенном списке) — 10,9;

группа III — «мусорные» компоненты (линочные шкурки и обломки домиков *Balanus*, обломки раковин<sup>1</sup> *Theodoxus*, *Syndesmya* и *Mollusca* sp., чешуя рыб, домики бокоплавов) — 12,7 (7 компонентов);

<sup>1</sup> Несколько раз при разборе материала, собранного в 1960 г., я находил в пищевых комках актиний совершенно мягкие кусочки раковин моллюсков. Причина этого явления пока остается неясной.

Частота встречаемости (в % от числа актиний с пищей) и абсолютное число (в скобках) основных компонентов пищевого комка 107 экз. *A. equina* с открытого берега в районе мыса Казантип в июле 1959 г.

Состояние моря после шторма		С л а б о е в о л н е н и е							Средняя частота встречаемости данного компонента	Длина (мм) и возраст некоторых компонентов пищевого комка
		первый день			второй день					
		пик.*	бок.*	ниж.-бок.	бок.	ниж., рд свешивает-ся вниз	в песке, рд направлен вверх			
Счет дней после шторма										
Приуроченность актиний к поверхностям камней или ориентация их ротового диска (рд)										
Всего актиний, экз. . . . .		50	24	6	12	6	9	—	—	—
Актинии с пищей (в % от общего числа) . . . . .		98,0	66,6	66,6	41,6	50,0	66,6	—	—	—
Idothea baltica . . . . .		89,7 (3 : 1—8)	62,5 (2)	—	60,0 (1)	—	16,6 (2)	69,8	4 (от 2 до 10) juv.	
Sphaeroma pulchellum . . . . .		73,4 (2 : 1—5)	62,0 (1 : 1—3)	25,0 (1)	40,0 (2)	—	83,2 (1)j	65,0	1,5 (от 1 до 4) juv.	
Corophium bonelli . . . . .		67,3 (2 : 1—7)	43,7 (2 : 1—3)	25,0 (2)	20,0 (1)	66,6 (1)	16,6 (1)	54,2	1,6 (от 0,9 до 4) ad.	
Iphinoe serrata var. maeotica		46,9 (2 : 1—3)	25,0 (2 : 1—3)j	—	—	—	16,6 (1)	33,7	1,2 (от 0,8 до 1,8) juv.	
Marinogammarus marinus . . . . .		46,9 (2 : 1—4)	12,5 (1 : 1—2)	25,0 (1)	40,0 (1)	—	16,6 —	31,3	2,6 (от 1,3 до 6,6) ad.	
Rhithropanopeus harrisi tridentatus . . . . .		6,1 (1)	18,7 (1)	25,0 (1)	—	—	—	8,4	6,3 (от 3,1 до 9,8) juv., ad.	
Ostracoda spp. . . . .		57,1 (3 : 1—8)	37,5 (7 : 1—25)	25,0 (5)	20,0 (2)	33,3 (1)	—	44,5	—	
Обломки домиков Balanus . . . . .		10,2	6,2	—	—	33,3	—	6,5	—	
Личинные шкурки Balanus . . . . .		32,6 (1 : 1—2)	12,5 (1)	25,0 (1)	—	—	—	22,8	—	
Остатки Crustacea spp. . . . .		14,2	13,8	—	—	—	—	10,8	—	

Таблица 4 (продолжение)

Состояние моря после шторма	С л а б о е в о л н е н и е							Средняя частота встречаемости данного компонента	Длина (м.м) и возраст некоторых компонентов пищевого комка
	Счет дней после шторма	первый день		бок.	второй день		в песке, рд направлен вверх		
		шпик.*	бок.*		ниж.-бок.	ниж., рд свешивается вниз			
Приуроченность актиний к поверхностям камней или ориентация их ротового диска (рд)									
Mytilidae . . . . .		30,6 (2 : 1—3)	37,5 (1 : 1—2)	— —	20,0 (1)	33,3 (1)	16,6 (1)	28,9	3,2 (от 0,9 до 11,7) juv.
Hydrobia ventrosa . . . . .		14,2 (2 : 1—3)	10,7 (1)	— —	20,0 (1)	— —	— —	9,6	2,2 (от 0,8 до 3,2) ad.
Corbulomya maeotica . . . . .		14,2 (1)	10,7 (1)	— —	— —	— —	16,6 (1)	9,6	5,4 (от 3,2 до 6,8) juv., ad.
Обломки раковин Mollusca sp.		12,2	9,2	—	—	33,3	—	8,4	—
Nereidae . . . . .		6,1 (1)	— —	— —	— —	— —	— —	3,6**	—
Чешуя рыб . . . . .		24,4 (1 : 1—3)	12,5 (1 : 1—2)	— —	20,0 (1)	— —	— —	18,0	—
Serapium . . . . .		20,4	18,7	—	—	—	16,6	16,8	4,9 (от 3 до 12)
Домики бокоплавов . . . . .		16,3	6,2	—	20,0	33,3	—	12,0	—
Битая ракуша . . . . .		40,8	87,5	75,0	40,0	66,6	50,0	53,0	—
Песок . . . . .		67,3	93,7 (много)	50,0	50,0	66,6 (много)	50,0 (много)	69,8	—
Число всех основных компонентов		20	19	8	11	9	10	—	—
включая не-второстепенных		26	8	6	3	0	8	—	—
Всего . . . . .		46	27	14	14	9	18	—	—
Число компонентов на одну актинию . . . . .		(8 : 2—20)	(6 : 4—10)	(3 : 1—7)	(4 : 1—9)	4	(5 : 1—4)	—	—

\* ниж.— нижняя, бок. — боковая поверхности камней.  
\*\* желудочная полость актинии была целиком заполнена червем.

группа IV — растения — 10,9 (6 компонентов);

группа V — непереваримые объекты (гравий, битая ракуша, песок) — 5,4 (3 компонента).

Почти всю группу II без больших сомнений можно признать состоящей из остатков пищеварения. Поэтому правильнее будет считать ее просто неотъемлемой составной частью группы I, т. е. частью, компоненты которой с одинаковой степенью оправданности могут быть отнесены к любому компоненту группы I. А раз так, то остается четыре группы, которые можно объединить в две кормовые категории актиний: 1) обычную, представленную 33 компонентами новой группы I, и 2) подсобную, «мусорную», состоящую из 16 компонентов прежних групп III—V. Иными словами, на вторую, «неудобоваримую», часть пищевого комка *A. equina* приходится  $\frac{1}{3}$  (32,6%) от фактического числа (49) его компонентов.

Т а б л и ц а 5

Количество особей *A. equina*, оставшихся к концу опыта без пищи (% от общего числа подопытных актиний, кормившихся данной группой животных) \*

Названия скармливавшихся организмов	Длительность опыта 18 часов (с 16 ч. до 10 ч.). Температура воды 22,8—24,5° С	Длительность опыта 6 часов (с 09 ч. до 15 ч.). Температура воды 25,1—26,2° С
<i>Rhithropanopeus</i>	75 (большинство переваренных крабов еще не сброшено с ротового диска)	0,0 (все крабы еще перевариваются; их со- членения только начали размягчаться)
<i>Sphaeroma</i> . . .	70	0,0 (у многих изопод уже отпали плавательные ножки и тергиты)
<i>Corbulomya</i> . . .	85	20
<i>Mytilidae</i> . . . .	95	35
<i>Cardium</i> . . . .	100	—
<i>Idothea</i> . . . . .	100	0,0 (только у некоторых изопод раствори- лись соединения тергитов)
<i>Gammaridae</i> . . .	100	60

\* Соленость воды 11,58‰ (по данным мысовской (казантипской) гидрометеостанции).

В 1960 г. я неоднократно наблюдал в гротах актиний, заглатывавших различные водоросли (*Enteromorpha*, *Cladophora*, *Ceramium*), чаще всего *Bryopsis*. Как правило, к таким водорослям были прикреплены органические остатки неизвестного происхождения, но нередко были случаи заглатывания совершенно чистых (на глаз человека) растений. Отнятая у актиний растительная добыча не всегда бралась другой актинией.

*A. equina* заглатывает водоросли только из-за имеющегося на них органического налета. По мнению Н. Белоусова (1896) и Мак-Гинити (1949), актинии неспособны переваривать растения, углеводы. Однако, судя по работе Виндт (Windt, 1959), *Metridium senile* в какой-то степени могут усваивать растительную пищу: 3—10% подопытных особей показывали в опыте выраженную пищевую реакцию на углеводы.

Опыты по кормлению актиний в море (табл. 5) показали, что в общем скорость переваривания пищи азовоморскими *A. equina* соответствует пределам, отмеченным в литературе (5—10 часов — 1 сутки). При этом шкурки от переваренных равноногих ракообразных редко остаются цельными: обычно они состоят из двух половин — *pleotelson* (без *pleopoda*)



и головы с несколькими прилегающими к ней грудными сегментами. Хитин всех поедаемых групп ракообразных нацело не переваривается.

По истечении 8—10 часов для бокоплавов и 12—16 часов для моллюскобрюхоногих моллюсков и крышечки), а от ракообразных — прозрачные, иногда еще несколько окрашенные, панцири.

Сопоставляя данные табл. 5 с наблюдениями в море и при лабораторном содержании *A. equina*, можно основные пищевые компоненты этой актинии расположить в следующий убывающий по скорости переваривания ряд: Gammaridae → Mytilidae → Corbulomya → Cardium → Idothea → Sphaeroma → Rhithropanopeus.

За исключением крабов все дававшиеся животные без каких-либо затруднений заглатывались актиниями, даже крупные, 6—7-миллиметровые *Sphaeroma* — небольшими актиниями с диаметром ротового диска в 8—10 мм. Мелкие крабы беспрепятственно заглатывались во всех случаях, но если ширина их панциря была больше радиуса ротового диска актинии или несколько ног животного касались грунта, то краб нередко после длительной борьбы получал свободу. Крабы шириною в  $\frac{3}{4}$  ротового диска и больше редко удерживались актиниями.

В лабораторных условиях и при многолетнем содержании в аквариуме *A. equina* (и *Cylistaviduata*) наблюдалось, что они плохо удерживают даже мелких активных живых животных и без особых помех заглатывают только малоподвижных моллюсков, Tubificidae, Enchytraeidae, мелких или придавленных, так или иначе поврежденных, более крупных личинок хирономид. Часто бывало, что заглоченные активные животные спустя некоторое время невредимыми выползали между краями рта актинии и спокойно покидали ее, продолжая затем жить как будто с ними ничего не случилось. Как и К. В. Беклемишев (1950), отмечавший «выплывание» непереваренных идотей, я также неоднократно наблюдал это для азовоморских и черноморских актиний при содержании их в лабораторных условиях. Однако помещенные обратно в море эти же особи полностью переваривали свою добычу и восстанавливали присущую им ограниченную способность к захвату определенных групп животных. В связи с изложенным следует с осторожностью переносить результаты наблюдений над актиниями в неволе на объяснение особенностей их жизнедеятельности в море.

### Передвижение

Активное движение актиний вообще и *A. equina* в частности давно известно, однако оно хорошо изучено только в аквариальных условиях. Непосредственно в природе такие наблюдения почти не проводились. Н. Белоусов (1896) пишет, что двигаются актинии мало и в основном по месяцам и неделям неподвижны, хотя отдельные особи иногда передвигаются.

Мне приходилось наблюдать после отпадения азовоморских актиний с грунта светлые, но не голые (лишенные микрообраста) пятна-следы, соответствовавшие общим очертаниям подошвы. В то же время в местах скопления *A. equina* их подошвы часто одновременно прикреплены сразу к нескольким моллюскам или ко дну и моллюску и т. п. Последнее, не сомненно, говорит о наличии постоянного активного движения *A. equina* в этих условиях.

О передвижении актиний в других условиях можно, по-видимому, заключить на основании следующего факта. Однажды, спустя 10 часов после сильного волнения, среди зарослей *Zostera* была найдена взрослая *A. equi-*

на, как бы подвешенная на подопле к трем листьям растения, образовавшим в месте их пересечения подобие упругой арки. Животное было направлено ротовым диском ко дну, но не касалось его, отстоя от песка на 1,5–2,0 см; общая картина очень напоминала *Aiptasia mutabilis* — актинию живущую на листьях *Zostera* в морях с полной соленостью.

*A. equina* способна и к пассивному передвижению, которое для черноморских актиний К. А. Виноградов (1960, стр. 22) описывает так: «В районах, прилегающих к проливам, соединяющим заливы с морем, весьма интересным является своеобразный характер приспособления некоторых форм бентоса к стремительным течениям, возникающим в связи с бризовыми ветрами или в связи со стоно-пагоными явлениями в узкостях то в сторону открытого моря, то в сторону заливов; живущие здесь актинии (*Aetinia equina*) прикрепляются к плавающим в воде листьям zostеры и плавают вместе с ними в толще воды заливов, опустившись головным концом вниз, напоминая актиний, живущих в Саргассовом море».

Все говорит за то, что расстояние, на которое передвигаются актинии, очень мало, а значит численность их в течение всего года, на одном и том же месте, особенно на неподвижном грунте, остается постоянно большой. Поэтому роль этих долговечных животных [актинии живут десятки лет (M'Bain, 1878; Annandale, 1912)] в пищевых цепях моря, по сравнению с другими консументами, в большинстве живущими недолго и совершающими сезонные миграции, несравненно больше. А если еще учесть их тенденцию к всеядности (см. ниже), то не без основания можно полагать, что актинии вместе с двустворчатыми моллюсками, губками и др. создают в прибрежье мощный фильтрующе-осадительно-улавливающий барьер, действующий круглый год. Понятно, что в морях приливных он «работает» с периодическими остановками, уменьшениями интенсивности, а в бесприливных — почти бесперебойно. Что касается исследованного района Азовского моря, иногда замерзающего, то было бы очень интересно проследить передвижение и питание актиний в соответствующие годы; может быть, образование льда и является одной из причин, вызывающих своеобразную неотенную казантйпской популяции *A. equina*.

### ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ ТРОФОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Высказанное в начале статьи соображение о возможной большой роли актиний в общей жизни прибрежья моря можно подкрепить, обратившись, например, к книге Г. Г. Льюиса (1862). Обсуждая питание актиний вообще, автор подчеркивает их всеядность и на стр. 109 пишет, что это животное «все что ни попадаетея ему прямо посылает в желудок, пытается переварить его различными способами и выбрасывает не прежде, как убедившись в его непереваримости». Похожее высказывание приводится и в т. I «Жизни животных» (по Брэму, 1948, стр. 161): «Сильно проголодавшиеся актинии заглатывают все, что им ни попадаетея, и переваримое и непереваримое». В октябре 1958 г. я наблюдал в Азовском море *A. equina*, уже заглотившую старую, разрушенную по краям, створку *Mytilidae*, превосходившую диаметр актинии самое меньшее в полтора раза; оставалось только удивляться, как не прорывались туго натянутые стенки тела животного в местах соприкосновения их с заостренными концами створки, буквально раздиравшей актинию поперек. Помещенная затем в кристаллизатор, актиния через несколько часов отрыгнула створку, оставшись совершенно невредимой и потом больше двух лет жила у меня в условиях аквариума. Многими авторами и ранее отмечалось захватывание актини-

ями, особенно голодными, разных видов крупных, на взгляд человека, явно непереваримых предметов и организмов.

Всеядность актинии подтверждается данными Н. Белоусова (1896), хотя он и пытался говорить обратное. Так, соответственно на стр. 9 и 42 про *A. equina* написано: «При несильном волнении наблюдается, что щупы песком, а между тем стоит только дотронуться каким-либо предметом к щупальцам актинии или к ротовому диску, как тотчас наблюдается захватывание щупальцами предмета; то же происходит, если водой будет принесен какой-нибудь предмет (кусок водоросли, дерева) или животное в неволе. В этом можно убедиться, вскрывая животных; в желудочной камушки, створки раковин, обыкновенно прибрежных ракообразных, иногда еще живых (*Idothea*, *Sphaeroma* и др.), их остатки, червей (из прибрежных *Annelidae*, немертин), — животные, во множестве встречающиеся под камнями и между водорослями, где живут *A. equina*... Растительная пища (водоросли, вареный крахмал, хлеб), введенная в желудочную полость, скоро выносится наружу неизменной». А на стр. 20 он же отмечает, что «вата, промытая в фильтрованной морской воде, не препровождается актинией в желудок... Но случилось однажды, что вата была схвачена щупальцами и медленно отправлена в желудок, откуда через некоторое время была вынесена наружу. Это случилось всякий раз, когда шарик ваты готовился пальцами, которыми я брал пищу (кусочки устрицы)».

Последняя фраза помогает понять своеобразную всеядность *A. equina* (возможно, и других видов), по-видимому, часто хватающей тела, несущие на себе хотя бы какой-нибудь след съедобного. В природе, в условиях водной среды, нет не только частей отмерших или отмирающих организмов, но и тел неорганических, которые не были бы покрыты мало или во все незаметным для человеческого глаза обростом из бактерий, простейших, низших водорослей и т. п. Этот процесс образования живого (или просто органического) налета на неживых телах особенно должен быть энергичным в хорошо прогреваемых участках морского прибрежного мелководья, характеризующегося чрезвычайной насыщенностью жизни, высокой интенсивностью ее процессов и, как следствие, большим количеством всевозможного органического вещества. В этой зоне различные части отмерших организмов беспрерывно разносятся токами воды и оседают везде. Там наблюдается не так называемый «дождь трупов», упоминаемый многими исследователями для большой толщи воды; там «бурлит метель» из всевозможных остатков крупных и мелких организмов, а также из живых представителей микромира.

С высказанной точки зрения становится понятной способность актиний заглатывать не только живые организмы (в том числе и растительные), отдельные их части, даже давно отмершие и входящие в состав уже неживой природы (ракуша, песок), но и тела неорганического происхождения (например, гравий).

Поэтому некоторых актиний, возможно, надо будет выделить в особую группу всеядных животных, способных использовать как пищу самые разнообразные, на первый взгляд человека несъедобные, объекты, — в группу истинных мусориц, в силу своей малой подвижности приспособившихся к частичной утилизации «отбросов жизни». В эту группу должны входить многие формы других животных-обрастателей. Однако возможно избирательное поедание актиниями свежих отбросов, так как многие актинии приурочены к местам, в большой степени насыщенным кислородом.



В частности, для *A. equina* Н. Белоусов (1896) отмечал предпочтение свежей, темного цвета, вымоченной, а Накс и Мюллер (1953) считают эту актинию олигосапробной формой.

Явной тенденцией *A. equina* к питанию всякого рода остатками, отбросами не противоречит и чрезвычайно разнообразный в видовом отношении состав ее пищевого комка: ~60 компонентов против ~20 у обитающего в этих же биотопах хищника-полифага краба *R. harrisii tridentatus* и ~30 — у периодически появляющейся там же животно-растениеядной креветки *Leander adspersus* (Резниченко, 1958 и неопубликованные данные).

В подтверждение вывода о том, что *A. equina* не является только плотоядной актинией и подспорно использует в пищу составные части разнообразной влекаемой на дно и взвешенной в воде смеси, необходимо добавить еще и большую частоту встречаемости в ее популяции особей с пищей — в среднем около 80% (см. табл. 4).

М. Н. Соколова (1954, стр. 339—340), основываясь на том, что для плотоядных животных характерны большой процент особей с пустыми желудками и способность к длительному голоданию, а также на вскрытиях глубоководных актиний, относит последних к хищным беспозвоночным, проникновению которых в «бедную жизнь» абиссаль как раз и способствуют две названные особенности плотоядных животных. Но почему глубоководные актинии должны быть обязательно хищниками или плотоядными? Ведь большой процент среди них особей с пустыми желудочными полостями (в среднем 1 экз. на 150 актиний, т. е. 0,006% — стр. 339 работы Соколовой) нельзя объяснять только физиологическими особенностями и малым развитием жизни на большой глубине.

Во-первых, на соотношении особей глубоководных актиний с пищей и без нее может сказываться не только изменение давления при подъеме животных на палубу судна, но также и отмечавшееся уже влияние фиксации. Во-вторых, известно, что все актинии для дыхания постоянно прогоняют воду через направительные глоточные желобки. Почему при этом не могут захватываться мелкие организмы и различные органические частицы? Ведь отмечает же Мак-Гинити (1949, стр. 129—130) для кораллов с длинными щупальцами питание по способу плотоядных актиний, а для кораллов с короткими щупальцами — путем создания тока воды с выделением слизи для отлавливания планктона. Последним, кстати, питаются и некоторые актинии (Нуман, 1940). Абель же в одной из своих работ (1959, стр. 23) пишет, что *A. equina*, по наблюдениям в аквариуме, способна создавать венцом щупалец сильные турбулентные течения. Одновременно он подчеркивает, что актинии с длинными щупальцами (*Serianthus*, *Anemonia*) не имеют такой способности и их щупальцы свободно свешиваются, колеблясь по течению.

Ответ на эти вопросы, хотя еще и нуждающийся в тщательной и всесторонней проверке, можно получить, опять обратившись к Льюису, который на стр. 216 пишет об актиниях, иллюстрируя это на примере короткощупальцевой *Actinia bellis*: «Постоянное всасывание и изливание морской воды составляют для них необходимое условие существования, ибо на этом только и основывается их питание (курсив Г. Л.)... они будут кормиться и благоденствовать просто одним только поглощением воды, которая содержит в себе и газы, и невидимые органические частицы».

Поэтому при вычислении соотношения наполненных и пустых желудочных полостей актиний надо учитывать, помимо возможных последствий фиксации, и то, что отсутствие пищи отнюдь не всегда означает, что животное не питалось в момент его поимки: пища может быть



или невидимой на первый взгляд, или очень быстро перевариваться без заметных остатков. Это замечание относится и ко многим другим водным беспозвоночным.

Почти по всем литературным данным, стрекочущее действие щупалец различных актиний может быть очень сильным, парализуя (Мак-Гинити, 1949), отравляя (Николь, 1959) или даже убивая (Догель, 1937) добычу. В. А. Догель связывает это с большим числом стрекочущих клеток: например, в одном щупальце *A. equina* их насчитывается до 4 млн. Поэтому и беспозвоночных, но и рыб. О последнем, казалось бы, говорит и тот факт, что даже небольшое количество вытяжки из тканей *A. equina* быстро убивает рыб семейства *Blenniidae* (Абель, 1954).

Однако Мебиус (Möbius, 1866 — цит. по Н. Иванцову, 1896) рассуждал иначе. По его мнению, стрекательные клетки актиний представляют органы *прицепки*, все строение которых весьма благоприятствует их сильному прилипанию. Мебиус был совершенно прав, считая, что мы никогда в точности не узнаем, какие особые ощущения вызывают стрекательные клетки в пойманных актинией животных. Мы можем только заключать из движений их добычи, приводится ли она этими органами в безразличное или неприятное состояние.

Вновь обращаясь к книге Льюса, на стр. 116—117 можно прочесть, что «*анемоны имеют известную способность обжигать подобно крапиве*», но «*не имеют ни малейшей силы парализовать или оглушать других животных*» (курсив Г. Л.). Этой мыслью он заканчивает наблюдения и ряд простых, наглядных опытов, высказывая даже сомнение в способности актиний захватывать подвижную, живую добычу, например, ракообразных. Но если в последнем теперь уже можно не сомневаться, то отравляющее, парализующее или убивающее действие щупалец актиний на добычу еще никем бесспорно не доказано. Лично мне ни разу не посчастливилось увидеть что-нибудь подобное за все годы наблюдений за *A. equina* в море, лабораторных и аквариальных условиях.

В связи со сказанным можно полагать, что *A. equina* (как и некоторые другие виды актиний), не являясь активным хищником, способна успешно захватывать только мелких, малоподвижных или поврежденных, линяющих (недавно слиявших) и других ослабленных животных, а также различные их части.

Следовательно, и вопрос о силе стрекочущего воздействия щупалец актиний (по крайней мере, короткощупальцевых, лишенных чисто механической возможности обхвата, захлеста своей жертвы<sup>1</sup>), несмотря на кажущуюся его логическую ясность, в общем следует считать до конца не решенным. Отчасти это связано с широкой пластичностью актиний, не только анатомические особенности которых и слабо изученная экология, но и физиология (см. например, работу А. В. Жирмунского, 1958) подвержены географической изменчивости. Последняя и является причиной противоречивости литературных данных, относящихся даже к одному виду. Так, мои опыты и непосредственные наблюдения в природе не подтверждают данные Абеля (1954), по которым действие краевых пузырьков при соприкосновении *A. equina* из района биологической станции в Баяньюльсе с особями своего вида вызывает обычно смерть другой актинии. Этим данным также противоречат наблюдения Н. Белоусова (1896) над черноморскими *A. equina*.

<sup>1</sup> Отношение диаметра ротового диска (подошвы) к длине щупалец, вычисленное по данным Андре (1884), составляет для длиннощупальцевого *Seriauthus tembranaeus* 1 : 3, а для *A. equina* — не больше 1 : 0,2 (по моим данным — 1 : 0,5).

Но одной из существующих в настоящее время характеристик актиний по способу захвата пищи и по ее составу (В. Беклемишев, 1952; К. Беклемишев, 1953), эти животные причисляются к охотящимся подстерегающим зоофагам. Эта классификация по отношению к некоторым актиниям, например к *A. equina* нуждается в небольшом уточнении.

Действительно, по В. и К. Беклемишевым, охотящимися считаются животные, активно захватывающие и поедающие отдельные, относительно крупные особи добычи; пасущимися — животные, поедающие неиндивидуализованную пищу (детрит) или смесь мелких особей (или частей особей) добычи. Как видно из приведенного материала, *A. equina* относится также и ко второй группе, но точнее ее следует характеризовать как поджидающее животное, способное захватывать и некоторые относительно крупные организмы, используя для этого волнение.

По составу пищи этими авторами выделяются зоо-, фито- и схизофаги (— трупоеды, в состав пищи которых могут входить также бактерии и грибы). При этом оговаривается наличие в природе эврифагов. *A. equina* следует относить к схизо-зоофагам и факультативным фитофагам, захватывающим растения из-за имеющегося на них органического налета и оброста из бактерий, низших водорослей, грибов, простейших и т. п.

В водной среде живет большое количество детритоедов, которым можно найти такие же, хотя и очень немногочисленные, параллели в фауне наземной, преимущественно почвенной. Но в этих двух последних средах еще не найдено животных, *постоянно* использующих как пищу «голые» скелеты и скелетные образования других животных, что связано с прочностью и неусвояемостью этих остатков. Среди гидробионтов (возможно, и педобионтов) должна была эволюционно выработаться группа животных, способная максимально использовать любые остатки организмов, в том числе и скелетные ткани, усваивая не сами ткани, а образующийся на них налет из микроорганизмов и органического вещества. К названной группе в море, вероятно, относятся некоторые актинии, прежде всего короткощупальцевые.

Прикрепленный образ жизни и наличие большой общей поверхности щупалец актиний уже сами собой ставят под сомнение факт питания этих кишечнополостных только крупной оформленной, преимущественно живой животной пищей: организация истинных хищников, как правило, не связана с увеличением поверхности органов захвата пищи, в то время как поверхность последних у гидробионтов, отфильтровывающих и осаждающих пищу, весьма велика.

## ВЫВОДЫ

1. Помимо изученной казантипской популяции *A. equina* Азовское море (и Сиваш) населяет другая, своеобразная популяция, обитающая на необычных для этого вида, не скалистых подвижных грунтах. Необходимо детальное изучение этой популяции, по которой в настоящее время имеются очень ограниченные сведения.

2. Наибольшее количество *A. equina* в районе Казантипа отмечено под скальными навесами берега, образующими разнообразные гроты. В этих условиях средняя численность актиний на плитняке  $\sim 500$  экз./м<sup>2</sup>, на на камнях  $\sim 200 - 300$  экз./м<sup>2</sup>. Животные чаще расположены на верхних сторонах камней, чем на нижних, и местами образуют непрерывную кайму из вплотную сидящих друг к другу особей. В бухтах и на открытом берегу актинии приурочены к нижне-боковым поверхностям камней, а средняя численность их равна, соответственно,  $\sim 40$  и  $80$  экз./м<sup>2</sup>.

3. Приуроченность азовоморской *A. equina* к затопленным, затененным местам вызвана не защитной реакцией на прямое действие ударной волны, а избирательным прикреплением в местах гидродинамически наиболее активных: в которых происходит наиболее интенсивный размыв грунта и обрастаний, создаются местные микротоки воды, приносящие обильную пищу актиниям.

4. Ранние стадии развития *A. equina*, по-видимому, обладают способностью к более активному передвижению, чем взрослые особи.

5. По ряду признаков казантйпскую популяцию рассмотренного вида следует считать особой, морфологически недоразвитой, самостоятельной географической расой *A. equina*.

6. Выясняя состав пищи прибрежных актиний в природе, надо практиковать не общеупотребляемый метод вскрытий животных после окончания полевой работы, а предварительную обработку актиний непосредственно на месте сбора по новой описанной здесь методике.

7. Особи азовоморской популяции *A. equina*, как, вероятно, и другие короткощупальцевые актинии, имеют небольшие возможности для поимки крупных животных. В основном они питаются малоподвижными взрослыми, молодыми стадиями подвижных, многими мелкими, а также поврежденными, линяющими и другими ослабленными животными.

Не являясь только плотоядной, эта актиния имеет тенденцию к всеядности, выражающейся в намеренном захватывании как растений, так и всевозможных частей влекомой по дну и взвешенной в воде смеси из обломков раковин моллюсков и домиков усоногих ракообразных, личинок шкуркок последних и других животных, рыбьей чешуи, мелкого гравия, песка и т. п. Все эти «мусорные» компоненты составляют в общей сложности  $>30\%$  от общего их числа ( $\sim 60$ ). Средний объем их составляет не больше  $10\%$  от общего объема пищевого комка, однако нередко достигает  $50-100\%$ . Не бывает случаев, чтобы эти компоненты полностью отсутствовали в пищевом комке актиний.

8. *A. equina* следует выделять в особую группу плотоядно-всеядных прибрежных мусорщиков, питание которых находится в тесной связи с движением воды. Роль этой группы консументов в пищевых цепях моря может быть весьма ощутимой как в северных, так и в южных широтах. Об этом, в частности, косвенно свидетельствует большая общая поверхность их щупалец, часто превышающая площадь морского дна в местах значительной численности актиний. Но для точной оценки роли актиний в жизни прибрежья моря необходимы специальные количественные исследования.

9. Первостепенными кормовыми объектами казантйпских *A. equina* являются высшие ракообразные (равноногие, бокоплавы, крабы, кумовые), остракоды и двусторчатые моллюски (*Mytilidae*). Однако состав пищевого комка актиний определяется в основном наличием пищи в данном биотопе.

10. Длительность переваривания пищи у *A. equina* не больше одних суток. Бокоплавы и моллюски перевариваются быстрее, чем равноногие ракообразные и крабы. От моллюсков остаются чистые пустые раковины, от бокоплавов — чаще всего цельные прозрачные шкурки, от равноногих ракообразных — в основном передние, задние части шкурки и разрозненные грудные сегменты, от крабов — все части порознь.

11. Так называемые стрекательные клетки актиний у рассмотренного вида (возможно, и у других) не оказывают отравляющего, парализующего и иного резкого воздействия на жертву. Они в основном служат для удержания захваченного объекта.

12. При изучении состава пищи и питания актиний следует не упускать



на виду и возможную способность их к дополнительному питанию планктоном, отфильтровываемым или осаждаемым с помощью токов воды, создаваемых этими животными.

13. Прибрежные актинии — малоподвижные и легкодоступные беспозвоночные — представляют собою благодарный объект для многих исследований. Необходимо заняться более пристальным изучением актиний и, в частности, вопросами их питания и количественного распределения — вопросами, решение которых может дать новый и важный материал по круговороту органического вещества в море.

\* \* \*

Эта статья была просмотрена в машинописи М. И. Соколовой, Г. М. Беляевым, К. В. Беклемишевым и О. Б. Мокневым. Всем им выражаю признательность за ряд ценных критических замечаний по содержанию и оформлению статьи.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Александров А. 1914. Краткий отчет о поездке на Черное и Азовское моря. — Ежегодник Зоол. муз. имп. Академии наук, т. XIX, № 4.
- Беклемишев В. И. 1952. Основы сравнительной анатомии беспозвоночных. Изд-во «Советская наука».
- Беклемишев К. В. 1950. Питание хищных литоральных беспозвоночных Восточного Мурмана и их пищевые взаимоотношения с промысловыми рыбами и птицами. — Дипломная работа Кафедры зоологии беспозвоночных МГУ.
- Беклемишев К. В. 1952. Питание хищных литоральных беспозвоночных и их пищевые взаимоотношения с промысловыми рыбами и птицами. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. IV.
- Беклемишев К. В. 1953. Очерк по биологии питания некоторых переид. — Там же, т. V.
- Белоусов Н. 1896. К физиологии актиний. — Труды Об-ва испытателей природы при Харьков. ун-те, т. XXIX.
- Бродский С. Я. 1954. Речные раки (Astacidae) Украинской ССР, их биология и промысел. — Автореферат канд. диссертации. Киев.
- Виноградов К. А. 1960. Биомическая характеристика бентоса мелководных заливов северо-западной части Черного моря. — Труды 1-й ихтиол. конф. по изуч. морских лиманов с.-з. части Черного моря. Кишинев.
- Воробьев В. И. 1940. Гидробиологический очерк восточного Сиваша и возможность его рыбохозяйственного использования. — Труды Азово-Черноморского научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, вып. 12.
- Воробьев В. И. 1949. Бентос Азовского моря. — Там же, вып. 13.
- Догель В. А. 1937. Тип кишечнополостных (Coelenterata). — В кн.: «Руководство по зоологии», т. I. М. — Л.
- Жирмунский А. В. 1958. Действие встречающихся в природе и искусственных раздражителей на актиний. — В сб.: «Эволюция функций нервной системы». Медгиз.
- Зенкевич Л. А. 1947. Фауна и биологическая продуктивность моря, т. II. Изд-во «Советская наука».
- Зенкевич Л. А. 1951. То же, т. I.
- Зернов С. А. 1913. К вопросу об изучении жизни Черного моря. — Записки импер. Академии наук, т. XXXII, № 1.
- Иванцов Н. 1896. О строении, способе действия и развитии стрекательных капсул целентерат. Москва.
- Ковалевский А. О. 1874. Наблюдения над развитием Coelenterata. — Известия императорского общества любителей естествознания, антропологии и этнографии, т. X, вып. 2.
- Костюченко В. А. 1955. Биология и состояние промысла осетровых рыб Азовского моря перед зарегулированием стока рек. — Труды Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. XXXI, вып. второй.
- Кузнецов В. В. и Матвеева Т. А. 1948. Материалы к биоэкологической характеристике морских беспозвоночных Восточного Мурмана. — Труды Мурман. биол. станции АН СССР, т. I.
- Льюис Георг Генри. 1862. На берегу моря. Зоологические этюды в Илфраcombe, Tenby, на Сциллийских островах и на Джерзи. М.



- Дуканин В. С. 1957. Продукция хирономид прибойной зоны скалистого побережья Азовского моря.—«Сб. работ студенческого научн. об-ва» [Мосрыбвуз], секция ихтиологии.
- Мартынов А. В. 1925. К познанию реликтовых ракообразных бассейна нижнего Дона, их этологии и распространения.— Ежегодник Зоол. музея АН СССР, т. XXV.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д. 1960. Каталог фауны свободноживущих беспозвоночных Азовского моря.— Зоол. журнал, т. XXXIX, вып. 10.
- Остроумов А. А. 1896. Научные результаты экспедиции «Атманая». — Известия имп. Академии наук, т. IV, № 4.
- Резниченко О. Г. 1958. Питание некоторых донных ракообразных Азовско-хоз-ва и океанографии (ВНИРО) в 1956 г. Сборник первый.
- Резниченко О. Г. 1960. О методике получения материала по питанию водных беспозвоночных в естественных условиях.— Бюллетень Московского об-ва испытателей природы, т. XLV, вып. 4.
- Савилов А. И. 1961. Экологическая характеристика донных сообществ беспозвоночных Охотского моря.— Труды Ин-та океанологии АН СССР, т. XLVI.
- Совинский В. 1896. Ракообразные Азовского моря.— Записки Киев. об-ва естествоисп., т. XIII.
- Совинский В. К. 1904. Введение в изучение фауны Понто-Арало-Каспийского бассейна.— Там же, т. XVIII.
- Сokolova М. Н. 1954. Питание и пищевые группировки глубоководного бентоса дальневосточных морей.— Кандидатская диссертация (архивы Института океанологии АН СССР).
- Старк И. Н. 1955, а. Изменения в бентосе Азовского моря в условиях меняющегося режима.— Труды Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. XXXI, вып. первый.
- Старк И. Н. 1955, б. Некоторые данные по биологии корбулемии и других моллюсков.— Труды Азово-Черномор. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, вып. 16.
- Старк И. Н. 1958. Влияние измененного стока рек на кормовую базу бентосоядных рыб Азовского моря и прогноз будущего ее состояния.— Аннотации к работам, выполненным Всесоюзн. н.-и. ин-том морск. рыбн. хоз-ва и океанографии (ВНИРО) в 1956 г. Сборник первый.
- Ульянин Василий. 1871. Материалы для фауны Черного моря. Отчет о поездках...— Известия императорского общества любителей естествознания, антропологии и этнографии, т. IX, часть 1.
- Щапова Т. Ф., Мокеевский О. Б., Пастернак Ф. А. 1957. Фауна и флора литорали Западного Сахалина.— Труды Ин-та океанологии АН СССР, т. XXIII.
- A Treatise on Zoology. Part II. The Porifera and Coelenterata. London. 1900.
- Abel E. F. 1954. Ein Beitrag zur Giftwirkung der Aktinien und Funktion der Randsäckchen.— Zoologischer Anzeiger, Band 153, Heft 11—12.
- Abel E. F. 1959. Zur Kenntnis der marinen Höhlenfauna unter besonderer Berücksichtigung der Anthozoen.— Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli, Volume 30.
- Andres Angelo. 1884. Le Attinie.— Fauna und Flora des Golfes von Neapel, Monographie IX.
- Annandale N. 1912. Aged Sea Anemones.— Nature, vol. 89, N 2233.
- Bougis Paul, Gabis V. 1952. Observations écologiques sur les variétés vertes et rouges d'*Actinia equina* L.— Vie et milieu, tome III, fasc. IV.
- Carlgren Oskar. 1949. A survey of Ptychodactiaria, Corallimorpharia and Actiniaria.— Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Fjärde Serien. Band 1, № 1.
- Cott Hugh B. 1957. Adaptive Coloration in Animals. London.
- Edmondson Charles Howard. 1946. Reef and shore fauna of Hawaii.— Bernice P. Bishop Museum. Special publ., 22.
- Edwards Milne H. 1857. Histoire naturelle des coralliaires ou polypes proprement dits. Paris.
- Fischer-Piette E. 1960. Le bios intercotidal d'une côte battue, devant une usine métallurgique.— Bulletin de l'institut océanographique, № 1184.
- Hyman Libbie Henrietta. 1940. The Invertebrates: Protozoa through Ctenophora. New York and London.
- Jaworski Ewald. 1938. Untersuchungen über Rassenbildung bei Anthozoen.— Thalassia, Vol. III, № 1.
- Leleup Eugène. 1952. Coelentérés.— (Fauna de Belgique). Bruxelles.
- MacGinitie G. E. a. MacGinitie Nettie. 1949. Natural History of Marine Animals. New York, London, Toronto.

- 
- M' B a i n James. 1874—1878. Notes on *Actinia mesembryanthemum*.— Proceedings of the Royal Physical Society of Edinburgh, vol. IV.
- M ö b i u s C. 1866. Ueber den Bau, den Mechanismus und die Entwicklung der Nesselkapseln einiger Polypen und Quallen. Hamburg.
- N i c o l J. A. 1959. Digestion in sea anemones.— Jour. Mar. Biol. Assoc., v. XXXVIII, № 3.
- P a x F. 1936. Anthozoa (Teil II: Actiniaria, Octocorallia).—Tierwelt der Nord- und Ostsee, Lief. 30, III-er.
- P a x F. u. M ü l l e r L. 1953. Die Anthozoenfauna der Bucht von Kästela bei Split.— Acta adriatica, vol. V, № 1.
- S t e p h e n s o n T. A. 1949. Preface. In.: «A survey of the Ptychodactiaria, Corallimorpharia and Actiniaria» (Carlgren Oscar).
- W i n d t Helga. 1959. Beobachtungen über die Nahrungsaufnahme und das Verhalten der Seenelke *Metridium senile* L. — Kieler Meeresforschungen, Band 15, № 1.
-

Е. Г. СВИРЕНКО

ДЫХАНИЕ И ПИТАНИЕ МОЛОДИ СЕВРЮГИ  
(*ACIPENSER STELLATUS*) В ОПЫТАХ

(Институт океанологии АН СССР; Москва)

Выращивание осетровых в искусственных условиях является одним из важнейших мероприятий, направленных на увеличение рыбной продукции южных морей. Для выяснения наилучших условий, необходимых для эффективного выращивания молоди севрюги, следует знать в первую очередь ее потребность в пище и кислороде в первый период жизни в зависимости от различных стадий развития. Знание этих вопросов поможет рыбоведам установить производственные нормы по снабжению кислородом и кормами молоди осетровых.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Мною в 1938—1939 гг. были поставлены опыты по определению интенсивности дыхания и влиянию различных кормов и кормового режима на последующий рост молоди севрюги (*Acipenser stellatus*), выращенной из икры, привезенной из Светлого Яра (с. Никольское). Развитие всех мальков, по определению Н. Н. Дислера, проходило нормально и процент отхода был небольшой.

В опытах 1938 г. были 1,5—2-месячные мальки весом около 2 г. Часть из них составляли гибриды (*A. guldenstädti* × *A. stellatus*). С ними было проведено 15 опытов по дыханию. Поглощение кислорода мальками определялось в условиях проточности в измененном аппарате Крога. В 1939 г. газообмен определяли в банках с притертыми пробками. Это дало возможность увеличить количество подопытного материала почти до 2 тыс. рыб. Кислород определяли по методу Винклера. Пробы на кислород брали через каждый час. Количество воды, протекающей через прибор с подопытной рыбой, устанавливали в 100 см<sup>3</sup> в 1 мин.

Изучение поглощения кислорода молодью севрюги в зависимости от температуры производили в трех сериях опытов на двух группах мальков одинакового возраста, но разных по упитанности — менее упитанных и более упитанных. Всего в опыте было 14 мальков. Кормили всех мальков дафниями и личинками хирономид (*Chironomus thummi* и *Ch. plumosus*). Но в этот период вследствие низкой температуры (9—7,5°) мальки мало поедали корма. Поглощение кислорода вначале исследовали при температуре 7°. Затем постепенно, через каждые 2—3 час., мальков переносили в воду с более повышенной температурой в 10, 15, 20, 25 и 30°C.

Суточное потребление корма изучали на мальках в возрасте от 10 до 90 дней. В опытах 1938 г. было 15 мальков в 45—55-дневном возрасте.

Восемь из них исследовали по два-три раза в суточных опытах, а у остальных мальков изучали скорость переваривания корма в кратковременных (от 19 до 6 часов) опытах. В 1939 г. было поставлено 12 суточных серий по 10 опытов в каждой (за исключением первой серии, в которой было 5 опытов). В них исследовали 145 мальков. В первых четырех сериях мальков с 10—25-дневного возраста в суточных опытах кормили только *Cladocera* (*Moina*, *Daphnia*). В остальных восьми сериях, начиная с 30-дневного возраста в каждой серии опытов, 5 мальков кормили дафниями и 5 мальков личинками хирономид.

Из общего количества рыб, находящихся в аквариумах (бассейнах), брали по 5 экземпляров для определения суточного потребления корма. В суточном опыте их помещали по одному экземпляру в кристаллизатор. Корм (ракообразные) через каждые 4 часа взвешивали на аналитических весах и давали малькам. По истечении суток мальков отсаживали в другие кристаллизаторы, а остаток корма взвешивали. По разнице определяли общее количество съеденного за сутки корма. При кормлении личинками хирономид давали не всю навеску, а постепенно по пять личинок. Экскременты вынимали тут же по выходе их или через 3—5 мин. По окончании опыта определяли общее количество корма, съеденного за сутки, и брали параллельные навески для определения сухого веса и калорийности.

Для определения азота в экскрементах последние собирали на часовое стекло и высушивали до постоянного веса в термостате при 40—45°, после чего переносили в эксикатор. Затем брали навеску в 3 мг и определяли азот по микрометоду Кьельдаля.

В 1939 г. молодь севрюги до 13—20-дневного возраста кормили недостаточно, т. е. в сутки нормы кормления не достигали 100% по отношению к весу малька.

Это отчасти отразилось на росте мальков. Подопытный материал 1939 г. был более мелкий, чем в 1938 г., но все же молодь в опытах была не мельче волжской молоди, наблюдавшейся в естественных условиях Л. А. Алявдиной (1952).

Т а б л и ц а 1

## Рост молоди севрюги \*

Возраст, дни	Длина, мм	Вес, мг	Возраст, дни	Длина, мм	Вес, мг
1	—	—	9	—	—
	—	12,4		18,2	30,0
2	12,0	11,9	10	18,0	22,6
	—	—		18,7	24,8
3	—	—	13	—	—
	12,7	12,5		20,0	41,0
5	15,0	17,0	15	22,3	43,9
	15,7	19,4		23,0	30,0
8	—	—	17	—	—
	18,7	26,3		25,0	77,5
			20	26,6	82,0
				28,0	61,0

\* Верхние цифры — по данным Л. А. Алявдиной (1952), нижние — по опытам Е. Г. Свиренко.



Как видно из табл. 1, длина молоди всех указанных возрастов в опыте больше длины волжской. Вес молоди, находящейся в опыте, больше веса волжской молоди только на ранних стадиях развития (5—13 дней). Затем вес опытной молоди начинает отставать от веса волжской. В условиях реки вые дни не может обеспечить себя избыточным кормом. Отсюда вес и длина его меньше, чем у мальков, находящихся в условиях опыта, даже при недостаточном кормлении в первые дни их перехода к активному питанию.

20-дневные мальки были крупнее таких же в опытах В. В. Мильштейна (1940), но зато по весу они несколько уступали последним.

Мальки 30—80-дневного возраста были не меньше мальков, выращенных в прудовых условиях Б. С. Москвиным (1938). Так, например, по Москвину длина 53—58-дневных мальков равна 50 мм, а в моих опытах 50—60-дневные мальки имели длину 61—67 мм.

В опытах были созданы условия, исключавшие влияние накопления продуктов обмена. Аквариумы с подопытным материалом хорошо аэрировались. При помощи электрического вентилятора температура в них приравнялась к температуре воды аквариумов, в которых содержался основной материал. За время опытов температура воды колебалась от 22 до 15,5° С в 1939 г. и от 24,4 до 16,5° С в 1938 г.

## ДЫХАНИЕ

В первые дни жизни личинок поглощение кислорода происходит неравномерно — подъем в поглощении чередуется с понижением. Эти данные, полученные на мальках севрюги, находившихся на ранних стадиях развития, полностью соответствуют данным по исследованию морфологических изменений, полученным на подобном же материале Н. Н. Дислером (1949).

Согласно его данным, в первые три дня жизни зародыша<sup>1</sup> преобладает желточное дыхание. Основным органом дыхания является густая сеть кровеносных сосудов, расположенных на желточном пузыре.

Наибольшего развития сосудистая система достигает уже в первые два дня жизни зародыша. В первые часы после вылупления зародыши малоактивны. В соответствии с этим в первую половину дня жизни зародыша я наблюдала небольшое поглощение кислорода на единицу веса. Но начиная со второй половины первого дня и ко второму-третьему дню зародыш становился очень подвижным, интенсивно использовал запасы желточного пузыря, и поглощение кислорода на единицу веса увеличивалось (рис. 1).

К четвертому-пятому дню эта сосудистая система рассасывается, а жаберное дыхание еще не достигает полного развития. Это сопровождается уменьшением поглощения кислорода.

На шестой день жаберные лепестки достигают полного развития и поглощение кислорода увеличивается. В этот же день начинают прорезываться челюстные зубы. К седьмому дню наблюдается полное рассасывание желточного мешка и намечается переход от эндогенного к экзогенному питанию (планктонными организмами) — с зародышевого на личиночное. Происходит полное превращение зародыша в личинку. И в этот день уменьшается поглощение кислорода. К восьмому дню полностью устанавливается

<sup>1</sup> Многие авторы называли личинками рыб на стадии развития до перехода их от эндогенного к экзогенному питанию, но морфологи (Крыжановский, Дислер) эту стадию развития рыб называют зародышевой. В данном случае я придерживаюсь их терминологии.

новый способ активного питания — экзогенный и личинки в этот день усиленно питаются и увеличивается поглощение кислорода.

На девятый день наружножаберные лепестки начинают прикрываться жаберной крышкой и наблюдается уменьшение поглощения кислорода на единицу веса. Личинок в возрасте 11—13 дней Н. Н. Дислер не исследо-

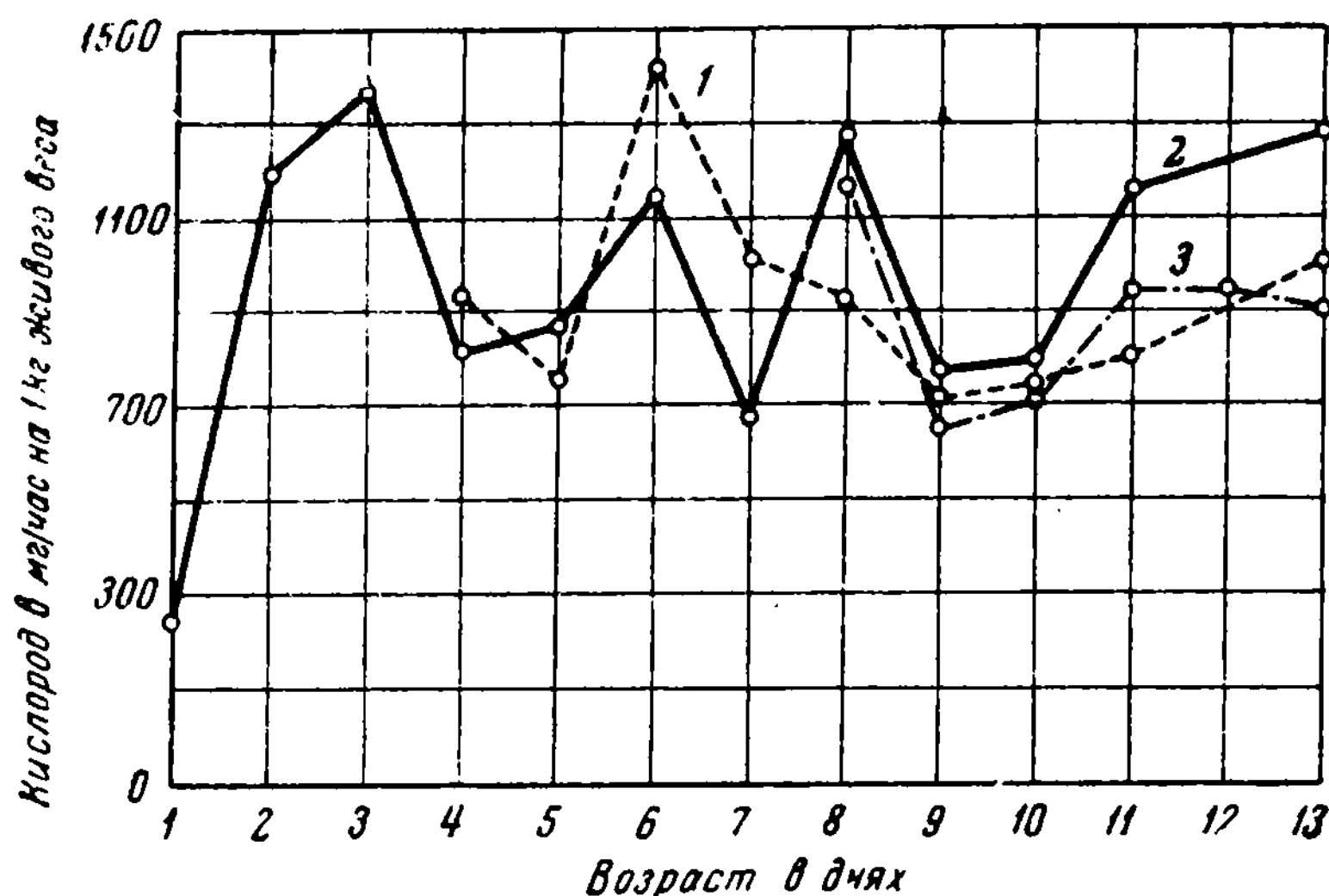


Рис. 1. Поглощение кислорода мальками севрюги в возрасте от 1 до 13 дней

1 — мальки 1-й группы; 2 — мальки 2-й группы; 3 — мальки 3-й группы

вал в морфологическом отношении, поэтому трудно объяснить причины увеличения поглощения кислорода в эти дни.

С переходом к активному питанию и примерно до 40-дневного возраста были частичные нарушения в питании. В связи с этим величина поглоще-

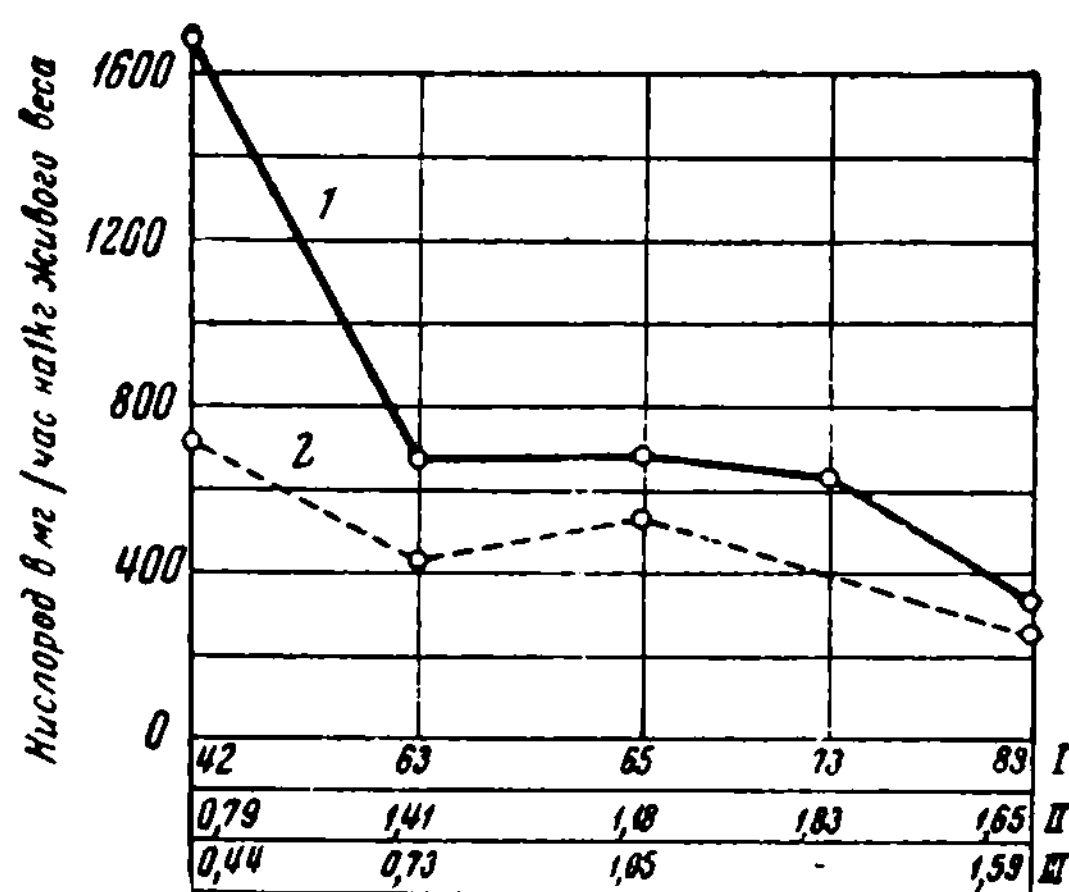


Рис. 2. Поглощение кислорода мальками севрюги в зависимости от корма и возраста

1 — поглощение кислорода мальками, кормившимися личинками хирономид;  
2 — то же, дафниями;

I — возраст мальков в днях; II — вес мальков, кормившихся личинками хирономид;  
III — то же, дафниями

ния кислорода колебалась от 1472 до 672 мг  $O_2$ /час на килограмм живого веса. Начиная с 40-дневного возраста нарушений в питании не было и кривая поглощения кислорода равномерно снижалась с возрастом и весом мальков.

В опытах среднее поглощение кислорода личинками севрюги в возрасте от 5 до 11 дней было уменьшенным вследствие несовершенства дыхательных органов. В. И. Олифан (1940а, б) также наблюдала в этот период уменьшенную интенсивность дыхания у личинок севрюги.

Ступенчатый характер поглощения кислорода молодью севрюги в первые две недели ее развития отмечает и П. А. Коржув (1941). В случае кожного типа дыхания он наблюдал увеличение поглощения кислорода, но более медленное, чем в настоящих опытах.

Исследования С. Г. Крыжановского (1949) показали, что личиночная стадия молоди севрюги от 4—5 до 10—11-дневного возраста характеризуется более слабой дыхательной функцией сети кровеносных сосудов желтка. Исследовали поглощение кислорода в зависимости от корма и возраста. Наблюдения показали, что количество кислорода, поглощенного мальками, кормившимися дафниями, в среднем на 36,4% меньше, чем у мальков, кормившихся хирономидами. Кривые поглощения кислорода при различных кормах идут почти параллельно, снижаясь с возрастом и весом (рис. 2).

Если суммировать данные по поглощению кислорода по возрасту и по весу в опытах 1939 г., то получим величины, представленные в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Поглощение кислорода молодью севрюги в зависимости от возраста и веса в опытах 1939 г.

Возраст мальков, дни	Средний вес мальков, г	Поглощение кислорода одним мальком, мг/час	Поглощение кислорода, мг/кг в час	Температура, °С
1—30	0,164	0,1707	1040	20—21
30—60	0,65	0,3565	548	16—18
60—90	1,75	0,5584	320	16—18

Из табл. 2 видно, что с увеличением веса молоди севрюги поглощение кислорода (на единицу веса) уменьшается у мальков в возрасте 30—60 дней — почти вдвое, а у мальков в возрасте 60—90 дней — почти втрое по сравнению с мальками в возрасте до 30 дней.

Т а б л и ц а 3

Поглощение кислорода молодью севрюги в зависимости от возраста и веса в опытах 1938 г.

Рыба	Вес рыбы, г	Возраст, дни	Среднее поглощение кислорода, мг/кг в час	Ритм дыхания в одну минуту	Температура, °С
Гибрид 1 . . . . .	5,68	55	520	108	23,0
	18,78	74	350	167	24,5
Гибрид 2 . . . . .	4,23	57	1115	147	22,4
	14,45	76	448	123	22,4
	14,78	86	323	150	22,4
Малек 11 . . . . .		48	1285	149	23,0
	2,65	58	934	146	23,0
	4,84	68	705	170	22,0
	10,42				

Изменение в поглощении кислорода мальками в зависимости от возраста и веса в опытах 1938 г. показывает табл. 3.

При сравнении результатов двухлетних опытов заметно большее поглощение кислорода на единицу веса мальками в опытах 1938 г. Причина этого состоит в том, что весь подопытный материал 1938 г., как указывалось выше, был большей упитанности, опыты проводили при более повышенной температуре и в проточной воде.

Данные по исследованию поглощения кислорода молодью севрюги в зависимости от возраста и веса находятся в соответствии с литературными данными по другим видам рыб (Иванова, 1939; Маскудов, 1948; Винберг, 1956).

Мною при изучении поглощения кислорода мальками белорыбицы также обнаружено уменьшение поглощения кислорода с увеличением возраста и веса. Это хорошо видно из табл. 4.

Т а б л и ц а 4

*Изменение поглощения кислорода мальками белорыбицы в зависимости от возраста и веса*

Возраст, дни	Средний вес малька, г	Поглощение кислорода, мг/кг в час	Температура, °С
От 20 до 30	0,01	1336	9,5—10
90	0,97	930	21,2
95	1,72	776	21,2
105	2,51	629	21,2

Несмотря на повышение температуры, происходит явное уменьшение поглощения кислорода с увеличением возраста и веса молоди белорыбицы.

Как у рыб, питающихся дафниями, так и у рыб, питающихся хирономидами, 20—25-часовое голодание уменьшает поглощение кислорода в среднем на 47%. Дальнейшее удлинение сроков голодания (до 46—49 часов) мало влияет на поглощение кислорода (рис. 3).

Полученные результаты находятся в соответствии с литературными данными. Так, например, Смит (Smith, 1935) наблюдал снижение обмена веществ у двоякодышащих тропических рыб *Protopterus aethiops* до 50% и больше вскоре после начала голодания. Сильное снижение обмена, как предполагает автор, является биологическим приспособлением этого вида рыб, так как они в жаркое время года длительное время находятся без пищи.

Опыты по изучению поглощения кислорода молодью севрюги в зависимости от температуры показали, что при температуре в 25° мальки были более подвижны, чем в предыдущих опытах при более низкой температуре. При температуре в 30° рыбы двигались рывками и вообще вели себя ненормально. Поэтому опыт пришлось прекратить. При 30° в течение часа из семи мальков один к концу опыта погиб.

Температура, при которой происходит наибольшее поглощение кислорода, мною названа критической, так как с дальнейшим ее повышением поглощение кислорода уменьшается, а ритм дыхания учащается.

Расхождение между поглощением кислорода и ритмом дыхания я наблюдала как в опытах с севрюгой, так и в опытах со стерлядями (Свиренко, 1937). Это указывает на наступление аноксии, т. е. такого состояния



организма, при котором ткани животного не могут быть в должной мере обеспечены кислородом, в результате чего животное погибает. С. Н. Скадовский (1955) считает вполне обоснованным предположение о том, что основной причиной смерти от апексии при повышении температуры до

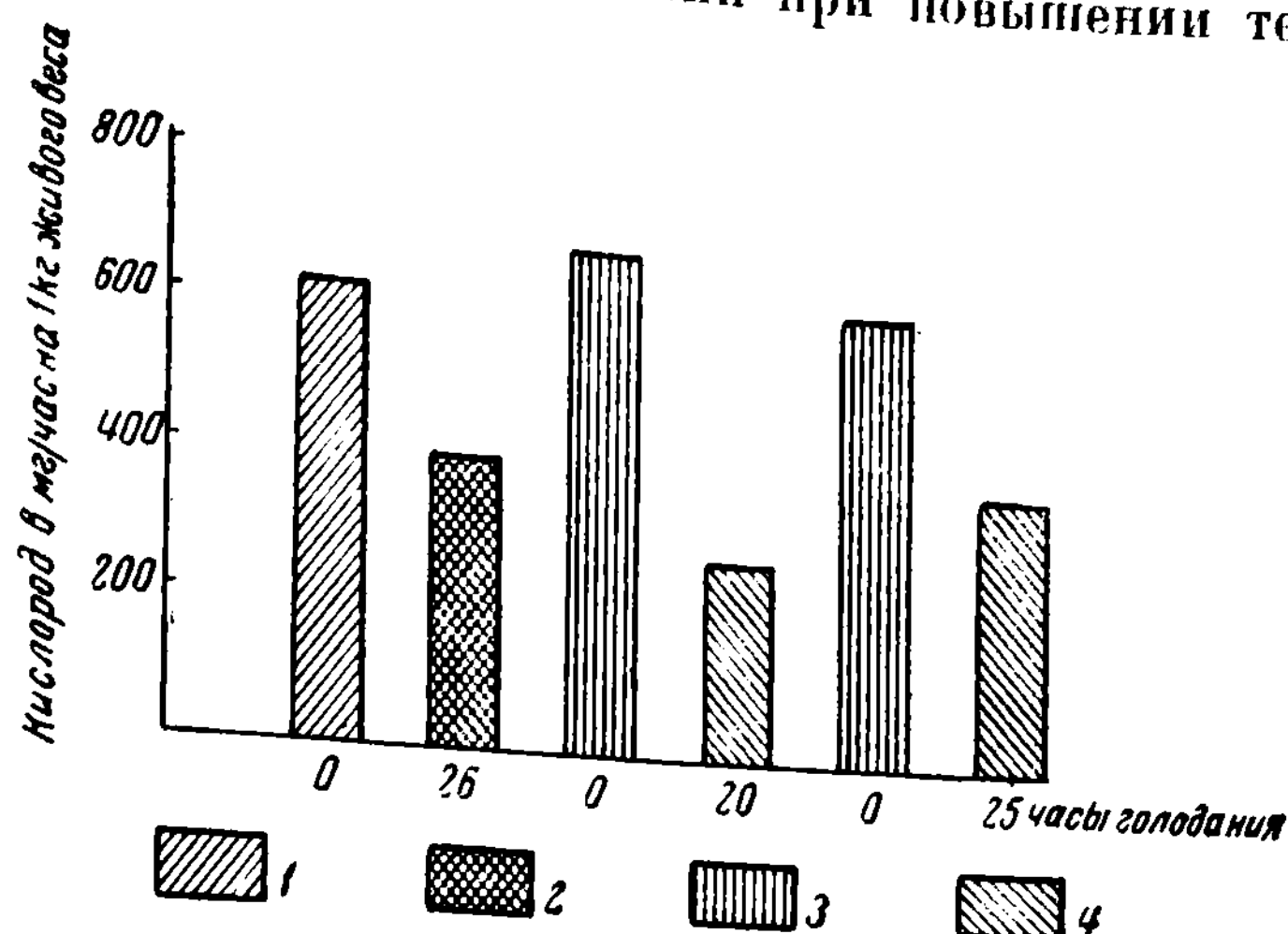


Рис. 3. Поглощение кислорода мальками севрюги в зависимости от их голодания

1 — мальки, кормившиеся дафниями; 2 — они же после 26 часов голодания; 3 — мальки, кормившиеся хирономидами; 4 — они же после 20—25 часов голодания

30—40° является резкое нарушение окислительно-восстановительного обмена.

Как видно из рис. 4, наибольшее поглощение кислорода наблюдалось при температуре 20° у мальков менее упитанных и при 25° — у более

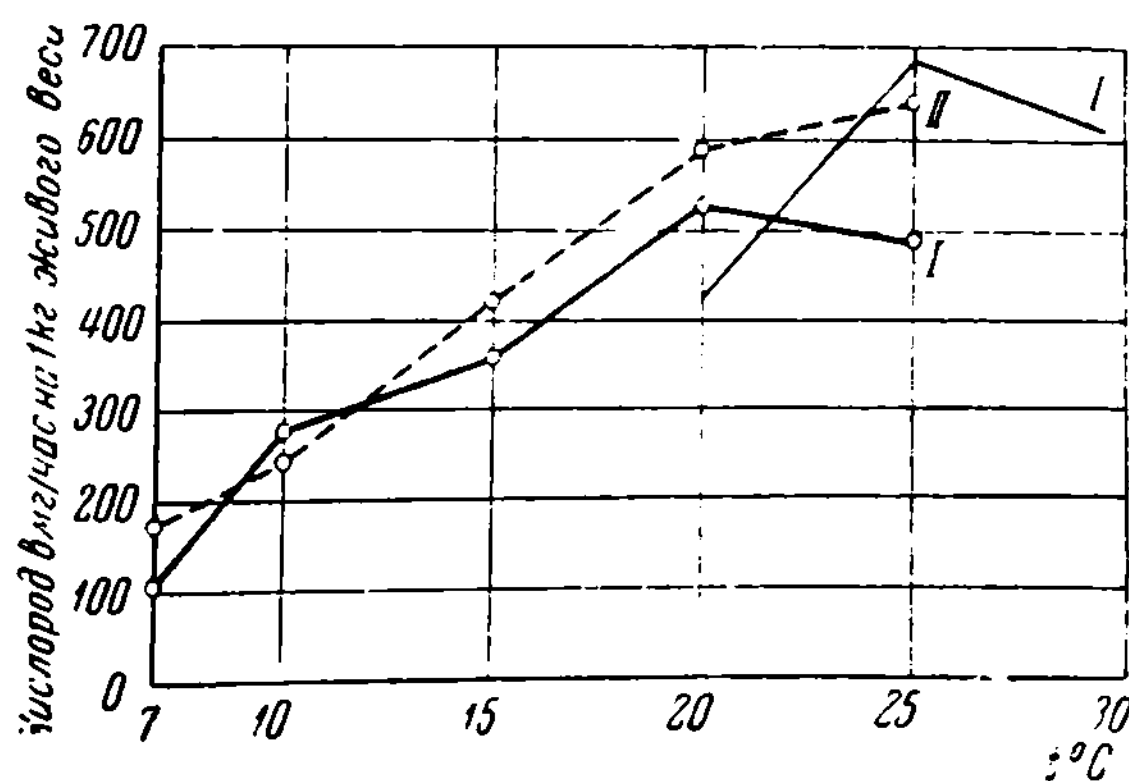


Рис. 4. Поглощение кислорода мальками севрюги в зависимости от температуры

I — мальки менее и II — более упитанные

упитанных. В повторных опытах с первой группой мальков наибольшее поглощение кислорода происходило уже при температуре в 25°. Возможно, в течение полусуток до повторного опыта мальки, находясь в воде с температурой 18°, немного привыкли к более повышенной температуре и критическая температура оказалась равной 25°.

Для обеих групп мальков отмечено обычное уменьшение величины  $Q_{10}$  с увеличением температуры (см. Карзинкин, 1951).

## ПИТАНИЕ

Исследование суточного потребления корма на ранних стадиях развития молоди севрюги в возрасте 10—25 дней (вес 0,05—0,16 г) показало увеличение суточного потребления дафний, в среднем достигающего до 260% веса их тела. С увеличением размеров и веса рыб эта величина уменьшилась в среднем до 100—50%. Ввиду относительно больших размеров личинок хирономид пришлось кормить ими мальков севрюги, начиная с 30-дневного возраста (вес 0,3 г). Но к этому времени мальки еще не приспособились к новому, более крупному корму и за сутки в среднем потребляли 31% корма по отношению к весу своего тела. В следующей

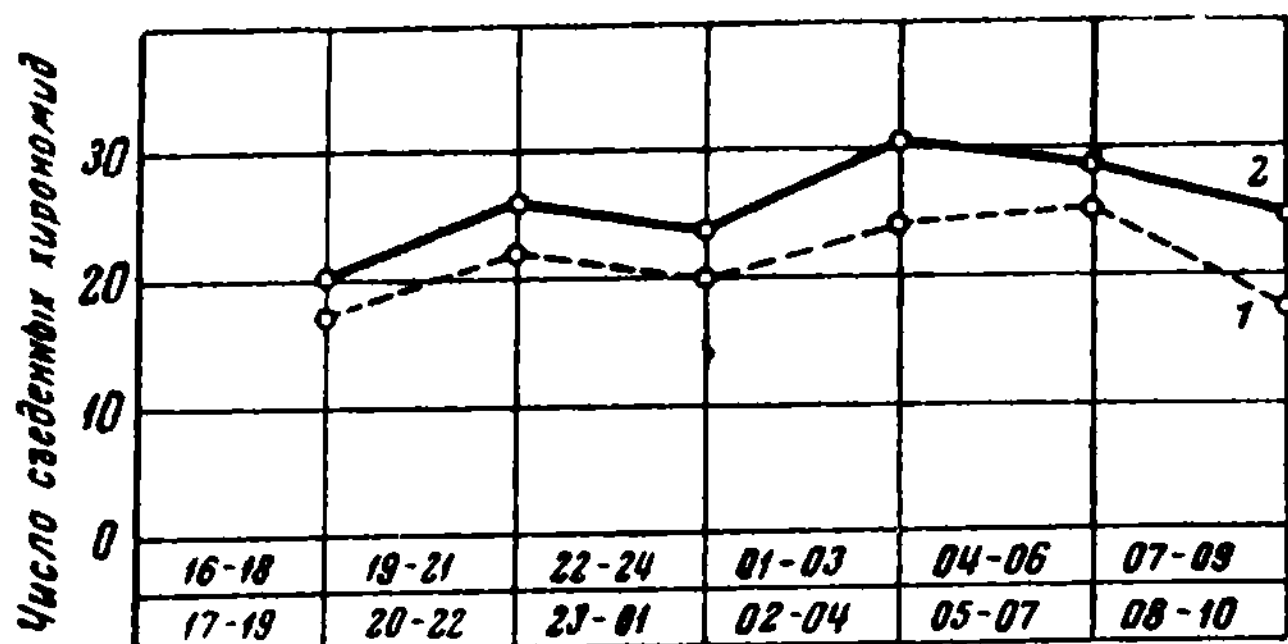


Рис. 5. Поедание корма в течение суток четырьмя мальками севрюги

1 — менее и 2 — более упитанными

На оси абсцисс — время суток; верхний ряд для более упитанных, нижний ряд для менее упитанных мальков

серии опытов эта величина увеличилась до 37,7%, а затем, с увеличением роста мальков, наблюдалось относительное снижение потребления хирономид.

Во всех опытах выявлено, что мальки потребляют корм почти непрерывно. На рис. 5 представлен характер суточного питания двух групп мальков в опытах 1938 г.

Возраст первой группы равен 45 дням при среднем весе в 2,36 г, второй группы — 55 дням при среднем весе в 1,87 г. Потребление корма (личинки хирономид) представлено в штуках для четырех мальков каждой группы за каждые три часа. В общем ритм питания выражен неясно, но некоторая тенденция к увеличению потребления корма наблюдается в периоды от 1 до 7 час. и от 19 до 21 час.

Основываясь на суточных изменениях в дыхании, т. е. на двух подъемах в поглощении кислорода — утром в 5—7 час. и вечером в 18—21 час., В. П. Олифан (1940а) предлагает кормить молодь севрюги в утренние и вечерние часы.

Такое предложение рыбоведам неправильно, так как проведенные суточные опыты по питанию показали, что корм в течение суток поедается непрерывно. Почти полное отсутствие суточного ритма и непрерывное питание в течение суток нельзя объяснить влиянием света, так как серия опытов с затемнением не сказалась на величине потребления корма в ночное время. М. Н. Кривобок (1951) также пришел к выводу, что освещение или затемнение не влияют на количество съеденного корма молодью севрюги.

Отсутствие ярко выраженных подъемов в потреблении корма молодью севрюги, по-видимому, связано с ее придонным образом жизни и способом разыскивания пищи главным образом при помощи органов осязания.

Во всех опытах выявлено, что более упитанные и крупные мальки потребляют корма относительно и абсолютно больше мальков меньших по весу и менее упитанных. В пределах же одной группы мальков одного возраста корма относительно уменьшается закономерно (рис. 6).

Потребление корма зависит также от его качества: личинки хирономид (более калорийный корм) потребляются в количестве меньшем почти вдвое в сравнении с дафниями.

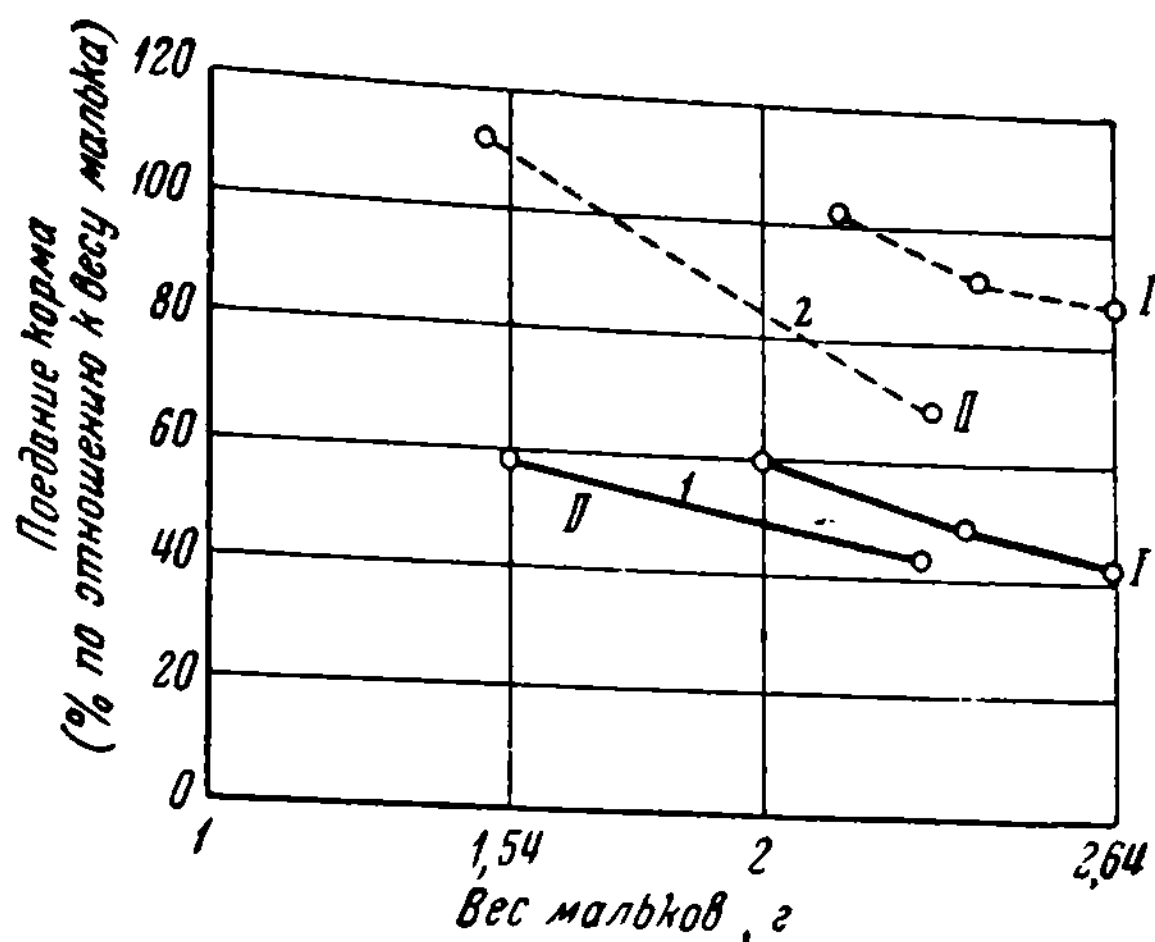


Рис. 6. Поедание корма мальками севрюги в зависимости от их упитанности и качества корма

I — хирономиды; 2 — дафнии; I — более и II — менее упитанные мальки

В опытах 1938 г. оказалось, что при кормлении дафниями 45-дневная молодь севрюги весом 2,08—2,64 г в среднем за сутки (при температуре воды 21—24° С) съедает 100—90% корма по отношению к весу тела малька. Личинок хирономид те же мальки севрюги поедают в сутки 59—43,1% при той же температуре. В опытах 1939 г. молодь севрюги в возрасте от 35 до 87 дней и весом от 0,5 до 5,5 г обнаружила меньшую величину потребления корма: личинок хирономид — от 37,7 до 13,7%, а дафний — от 62 до 42,5%. Причиной этого явилось недостаточное кормление молоди в первые дни ее жизни (после перехода на активное питание), заражение паразитом *Argulus foliaceus* и снижение температуры воды с 24—21 до 20—18° С.

Уменьшенное поедание личинок хирономид мальками в возрасте 30 дней по сравнению с 35-дневными мальками, по-видимому, надо объяснить также тем, что к этому времени мальки еще не полностью овладели новым способом питания и новой разновидностью корма, т. е. личинками хирономид, так как им в день опыта этот корм был дан впервые. По морфологическим же показателям к этому времени мальки должны быть уже готовы к освоению нового корма. По наблюдению Н. Н. Дислера, у мальков севрюги к 25—30 дню меняется способ захватывания пищи, происходит переход от личиночной стадии к мальковой. У личинки пища захватывается и удерживается зубами, а малек всасывает пищу. Зубы к этому времени рассасываются.

В связи с изменением способа питания меняется и состав пищи: малек переходит на донное питание.

Полученные данные по исследованию питания как при кормлении молоди севрюги дафниями, так и при кормлении личинками хирономид

находится в соответствии с данными В. В. Милыштейна (1940), который установил, что при кормлении дафниями суточный рацион молоди севрюга весом в 0,93 г равен 82,78%, а при кормлении личинками хирономид мальков в возрасте 30–35 дней весом в 1,19 г суточные рационы равны 49,8% веса их тела.

Мною установлено, что скорость переваривания корма равна в среднем пяти часам. Поэтому для массового выращивания молоди севрюги необходимо кормление производить 4–6 раз в сутки. Таким распределением корма можно уменьшить потерю его и избежать загрязнения аквариумов продуктами обмена веществ.

Результаты химических анализов показали, что количество азота в теле мальков, кормившихся дафниями, на 4,4%, а калорийность на 5,7% меньше, чем у мальков, кормившихся личинками хирономид. Калорийность находится в прямой зависимости от возраста (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

*Изменение калорийности (в больших калориях) мальков севрюги в зависимости от их возраста и корма*

Возраст, дни	Корм		Возраст, дни	Корм	
	дафнии	личинки хирономид		дафнии	личинки хирономид
35	2,64	3,36	80	—	3,89
40	3,10	3,75	80	—	3,84
50	3,54	3,40	87	—	4,36
60	3,92	3,47	87	—	4,24
70	—	3,47			

Молодь севрюги, отставшая в росте вследствие недостаточного питания в первый этап своей жизни, несмотря на избыточное кормление дафниями впоследствии, плохо прибавляла в весе (68-дневные мальки весили всего 0,30 г). 20 мальков из этой группы со средним весом одного малька в 0,33 г были посажены в банки сначала по 10 экземпляров, а затем по 5 экземпляров в каждую. В течение 40 дней их кормили личинками хирономид. Оказалось, что мальки за 40 дней увеличили свой вес почти в шесть раз — вместо 0,33 весили 1,89 г. Кормовой коэффициент их был равен 2,23–2,8.

В заключение было взвешено 47 мальков, предназначенных для кормления личинками хирономид, и измерено поглощение ими кислорода. То же было произведено с 46-ю мальками, предназначенными для кормления дафниями.

Т а б л и ц а 6

*Влияние корма на рост и поглощение кислорода молодью севрюги (при температуре 16–12° С)*

Корм	Средний вес малька, г		Поглощение кислорода, мг/кг	
	до опыта	после опыта	до опыта	после опыта
Личинки хирономид	1,13	2,3	445,1	375,5
Дафнии . . . . .	1,0	1,58	456,7	300,5



Как показано в табл. 6, мальки, которых кормили личинками хирономид, за 23 дня увеличили свой вес на 100% с небольшим, а мальки, которых кормили дафниями, — всего на 58%. Та же закономерность наблюдается и с поглощением кислорода. Мальки, которых кормили личинками хирономид, уменьшили поглощение кислорода всего на 15,7%, а мальки, которых кормили дафниями, — на 34,2%.

На всем подопытном материале по исследованию питания четко проявилось преимущество кормления личинками хирономид. У мальков, которых кормили личинками хирономид, показатели по темпу роста, усвояемости, обмену веществ и поглощению кислорода повышены.

Хорошие физиологические показатели, полученные в результате кормления молоди севрюги личинками хирономид, находятся в соответствии с литературными данными по исследованию питательной ценности кормов (Е. А. Яблонская, 1935; Г. С. Карзинкин, 1951, 1952; Б. Г. Чаликов, 1951).

### ВЫВОДЫ

1. При наибольшем развитии сети кровеносных сосудов, расположенных на желточном пузыре и служащих органом дыхания, наблюдается увеличенное поглощение кислорода (2—3-й день). Рассасывание желточного пузыря сопровождается уменьшенным поглощением кислорода (4—5 день).

С развитием наружных жаберных лепестков поглощение кислорода увеличивается (6-й день). Переход личинок на новый способ питания — экзогенный — также увеличивает поглощение кислорода (8-й день).

Покрытие жаберных лепестков жаберной крышкой уменьшает поглощение кислорода.

2. С увеличением возраста и веса молоди севрюги относительно уменьшается поглощение кислорода.

3. При кормлении личинками хирономид 45—55-дневные мальки севрюги поглощают кислорода в среднем на 36% больше, чем при кормлении дафниями.

4. При температуре 20—25° С у мальков севрюги нарушается нормальный обмен веществ, что выражается в уменьшении поглощения кислорода и ускорении ритма дыхания.

5. Суточный рацион молоди севрюги в возрасте от 10 до 25 дней при кормлении дафниями достигает до 260% веса тела мальков. При кормлении личинками хирономид суточный рацион мальков в возрасте от 1—2 месяцев достигает 50%. С возрастом наблюдается относительное уменьшение потребления корма на единицу веса при кормлении дафниями — до 100—50%, при кормлении личинками хирономид — до 18%.

6. В течение суток количество поедаемого мальками корма резко не меняется, хотя и наблюдается некоторая тенденция к увеличению потребления корма в ночные, утренние и вечерние часы (соответственно от 1 до 7 и от 19 до 21 час.).

7. Из двух испытанных видов корма — дафний и личинок хирономид — лучшим оказался второй. При кормлении личинками хирономид наблюдаются более быстрый рост (на 39,3%), лучшая усвояемость (на 23%), кормовой коэффициент при этом равен от 2,2 до 3,7.

\* \* \*

Приношу глубокую благодарность Г. С. Карзинкину за ценные указания и советы при выполнении этой работы и Е. З. Никитиной за постоянную помощь в работе при проведении круглосуточных опытов.

## ЛИТЕРАТУРА

- А л а в д и н а Л. А. 1952. К биологии и систематике осетровых рыб на ранних стадиях развития. Труды Саратовского отд. Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. 1.
- В и н б е р г Г. Г. 1956. Питательность обмена и пищевые потребности рыб.—Научные труды Белорусского гос. ун-та. Минск.
- Д и с л е р Н. Н. 1949. Развитие кожных органов чувств латеральной системы севрюги. Труды Ин-та морфологии животных, вып. 1.
- И в а н о в а М. Т. 1939. Дыхание различных видов рыб.—Ученые записки МГУ, вып. 33.
- К а р а н и к и н Г. С. 1951. К нормативам кормления молоди осетровых и белорыбицы. Труды Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. XIX.
- К а р а н и к и н Г. С. 1952. Основы биологической продуктивности водоемов.—Пищепромиздат.
- К р и в о б о к М. Н. 1951. Некоторые физиологические особенности выращивания молоди севрюги.—Труды Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. 19.
- К о р ж у е в П. А. 1941. Потребление  $O_2$  икрой и мальками осетра и севрюги.—Известия АН СССР, отд. биол. наук, № 2.
- К р ы ж а н о в с к и й С. Г. 1949. Эколого-морфологические закономерности развития карповых, вьюновых и сомовых рыб.—Труды Ин-та морфологии животных, вып. 1.
- М а с к у д о в П. Х. 1948. Некоторые наблюдения по физиологии размножения гамбузии.—Зоол. журнал, т. XXVII, вып. 4.
- М и л ь т е й н В. В. 1940. Выращивание молоди осетровых.—Рыбное хозяйство, № 6.
- М о с к в и н Б. С. 1938. Рыбоводные работы по искусственному разведению севрюги на р. Кубани.—Труды Новороссийской биол. станции, т. 2.
- О л и ф а н В. И. 1940а. Экспериментальные физиологические наблюдения при выращивании молоди севрюги.—Рыбное хозяйство, № 12.
- О л и ф а н В. И. 1940б. Суточная ритмичность дыхания личинок рыб.—Доклады АН СССР, новая серия, т. XXIX, № 8—9.
- С в и р е н к о Е. Г. 1937. Поглощение кислорода стерлядью в зависимости от изменения физико-химических факторов внешней среды.—Ученые записки МГУ, вып. 9.
- С к а д о в с к и й С. Н. 1955. Экологическая физиология водных организмов.—Изд-во «Советская наука».
- Ч а л и к о в Б. Г. 1951. Методика выращивания молоди осетровых и белорыбицы.—Труды Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. XIX.
- Я б л о н с к а я Е. А. 1935. К познанию рыбной продуктивности водоемов. Сообщение V. Усвоение естественных кормов зеркальным карпом и оценка с этой точки зрения кормности водоемов.—Труды лимнол. станции в Косине, вып. 20.
- S m i t h H. W. 1935. The metabolism of the young fish. 1. General consideration of the fasting metablism in active fi sh.—J. Cellular and Compar Physiol., v. 6.

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ

Ю. И. СОРОКИН и Л. Б. КЛЯШТОРИН

### ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ В АТЛАНТИЧЕСКОМ ОКЕАНЕ

(Институт океанологии АН СССР; Москва)

В рейсе экспедиционного парусного судна «Седов», проводившего океанографические исследования в Средиземном море и центральной Атлантике по программе Международного геофизического года в феврале — июне 1958 г., было предпринято изучение фитопланктона, а также первичной продукции в морских и океанических водах при помощи изотопного метода  $C^{14}$ . Определение первичной продукции в тропической зоне Атлантического океана до этого не производилось.

Первичная продукция органического вещества является главным источником жизни в океане. Определение ее величины позволяет судить об общей биологической продуктивности тех или иных районов океанов и морей. Такая оценка биологической продуктивности Средиземного моря и Атлантического океана имеет существенное значение для организации возможного рыбного промысла.

Маршрут «Седова» пересек почти все основные течения Атлантического океана. Поэтому определенные нами первичная продукция и видовой состав фитопланктона позволяют создать представление о продуктивности атлантических вод в целом и дают возможность сравнить среднюю продуктивность вод Атлантического и других океанов.

Первые достоверные определения первичной продукции вод центральной части Атлантического океана были выполнены Стиманом Нильсеном и Иенсеном (Steeman Nielsen а. Iensen) в 1952—1953 гг. при помощи изотопной методики в кругосветной океанографической экспедиции датского исследовательского судна «Галатея» (Стиман Нильсен и Иенсен, 1957). Однако маршрут «Галатеи» в Атлантике проходил преимущественно в прибрежных водах у западного побережья Африки, в Саргассовом море и Северо-Атлантическом течении и не захватил тропических вод экваториальных течений. В открытой части Атлантического океана «Галатеей» было сделано всего 12 станций, которые были расположены в основном на разрезе Панама — Англия.

В 1955—1956 гг. Кюри (Gurrie, 1957) на э/с «Дискавери II» сделал семь определений первичной продукции в северо-восточной части Атлантического океана у берегов Португалии и Марокко, причем в открытом океане было сделано всего три определения, а остальные приходились на прибрежную зону.

В рейсе э/с «Седов» было сделано 93 станции с определением суточной величины первичной продукции под  $1 \text{ м}^2$  поверхности воды, из которых 7 станций были расположены в открытой части Атлантического океана 8 находились в прибрежной зоне и 7 — в Средиземном море. Одновременно проводились исследования по особенностям фотосинтеза непосредственно в океане и по выяснению количества и видового состава фитопланктона

### МЕТОДИКА

Первичная продукция фотосинтеза фитопланктона определялась радиоуглеродным методом, предложенным Стиманом Нильсенем (1952). Техника определений и схема постановки опытов для определения суточной продукции под  $1 \text{ м}^2$  поверхности водоема была разработана в процессе изучения первичной продукции волжских водохранилищ (Сорокин, 1956, 1958). Применимость этой схемы для моря была проверена в методическом рейсе экспедиционного судна Института океанологии АН СССР «Витязь» (Сорокин и Кобленц-Мишке, 1958).

Наш метод позволяет определять первичную продукцию фотосинтеза под  $1 \text{ м}^2$  без установки склянок в водоем на каждой станции. Для этого достаточно определить фактическую суточную величину фотосинтеза в пробе воды с поверхности (Сфп) и поправочные коэффициенты, отражающие зависимость скорости фотосинтеза на разных глубинах моря от проникновения света —  $K_t$  и от характера вертикального распределения живого фитопланктона —  $K_p$ .

Для определения Сфп пробы воды заключаются в светлые склянки с притертыми пробками емкостью  $500\text{--}600 \text{ см}^3$ , и в них тут же добавляют по 2 мл рабочего раствора «меченого» карбоната, содержащего радиоактивный углерод  $\text{C}^{14}(\text{Na}_2\text{C}^{14}\text{O}_3)$ . Склянки выдерживаются в течение суток на палубе в большой деревянной бочке, покрашенной изнутри в серо-голубой цвет. Бочка заполняется водой доверху, и температура воды поддерживается близкой к температуре воды в море. Проверкой установлено, что определения фотосинтеза в склянках с одинаковыми пробами воды, выдерживавшихся в море и на палубе в бочке, дают близкие результаты. Так, на станции 12 в склянке, выдерживавшейся в море, фотосинтез был равен  $0,0754 \text{ мг/л}$ , а в склянке из бочки —  $0,0768 \text{ мг/л}$ .

Специальные опыты показали, что применение «предварительных» мембранных фильтров, употребляемых для фильтрования фитопланктона в пресных водах, при определении продукции фитопланктона в море дает ошибку, поскольку эти фильтры частично пропускают мелкие перидиниевые водоросли, составляющие значительную часть морского фитопланктона. Кроме того, предварительные фильтры нестандартны и их плотность значительно колеблется. Для того чтобы беспрепятственно применять фильтры № 5, через которые вода фильтруется гораздо хуже, чем через менее плотные предварительные фильтры, необходимо для фильтрования использовать воронку с наибольшей фильтрующей площадью. Размер же последней, в свою очередь, зависит от площади окна употребляющегося торцового счетчика. Мы определяли активность фильтров под торцовым счетчиком с диаметром окна  $30 \text{ мм}$ . Это позволило использовать для фильтрования проб воронку с диаметром фильтрующей площади  $26 \text{ мм}$ .

Употреблявшаяся нами фильтровальная установка очень удобна при работе на судах в условиях качки (рис. 1). Через прокипяченный перед употреблением фильтр № 5 в воронке с диаметром рабочей поверхности  $25 \text{ мм}$ , как правило, свободно пропускалось  $500\text{--}600 \text{ мл}$  воды. В условиях значительного «цветения» моря объем воды уменьшался приблизительно



до 300 мл, что более чем достаточно для определения величины фотосинтеза.

После фильтрования влажные фильтры переносят на сложенную в несколько слоев фильтровальную бумагу и для удаления с них радиоактивного карбоната смачивают несколькими каплями раствора, содержащего 2%-ную  $\text{HCl}$  и 3%-ный  $\text{NaCl}$ . Кислоту с фильтров удаляют последующим их смачиванием 3%-ным раствором соды. При таком способе удаления карбонатов водоросли обрабатывают еще живыми. Поэтому их содержимое не вымывается кислотой, как это происходит в случае обработки отмерших клеток на высушенных фильтрах.

Обработанные таким образом фильтры просчитывали в строго определенном положении под торцовым счетчиком.

Параллельно с пробамп, выдерживавшимися на свету, аналогичные пробы выдерживали в течение суток в темноте. Измерение радиоактивности фильтров, полученных при фильтровании проб, выдержанных в темноте, давало величину поправки на фиксацию на фильтрах радиоактивного углерода вследствие фиксации  $\text{CO}_2$  водорослями в темноте, адсорбции или загрязнения «рабочего» раствора меченого карбоната органическими частицами, содержащими  $\text{C}^{14}$ . Разность активностей фильтров из аналогичных проб, выдерживавшихся на свету и в темноте, дает величину активности  $\text{C}^{14}$ , усвоенного клетками фитопланктона в процессе фотосинтеза за время опыта.

Величину  $\text{С}_{\text{фп}}$  рассчитывали по формуле:

$$\text{С}_{\text{фп}} = \frac{r \cdot \text{С}_{\text{к}} \cdot 1,06}{R} \text{ мС.л.},$$

где  $r$  — радиоактивность водорослей на фильтре (с введением поправки на темную склянку) после фильтрования всего объема пробы, при условии, что ее объем составляет около 500 мл; коэффициент 1,06 является поправкой на «изотопический эффект» (запаздывание усвоения  $\text{C}^{14}\text{O}_2$  по сравнению с  $\text{C}^{12}\text{O}_2$  при усвоении углекислоты в процессе фотосинтеза, который, по данным Сорокина (1959), составляет около 6%);  $R$  — общая радиоактивность бикарбонатов и  $\text{CO}_2$  в воде после внесения в нее рабочего раствора изотопа;  $\text{С}_{\text{к}}$  — общее количество углерода  $\text{CO}_2$  и бикарбонатов в воде, в мг С/л.

В случае невозможности профильтровать всю пробу воды измеряется ее объем и объем профильтрованной воды и по этим данным вычисляется радиоактивность водорослей во всей пробе.

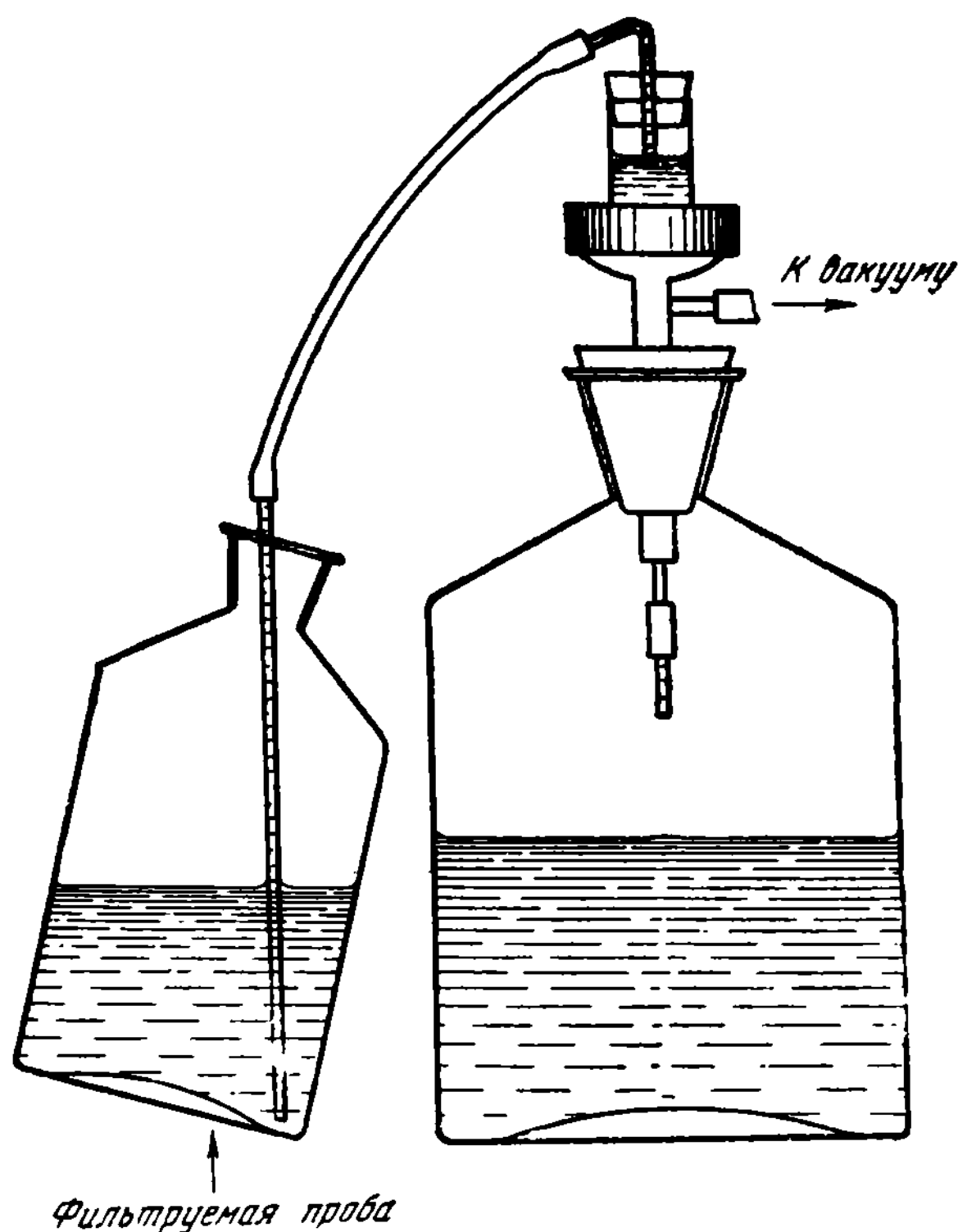


Рис. 1. Схема установки для фильтрования

Величину  $R$  определяли периодически несколько раз за время экспедиции. Для ее определения 2 мл «рабочего раствора» меченого карбоната (см. ниже) разводили до 500 мл водопроводной водой; 2 мл разведенного раствора вносили в пробирку с 4 мл 0,1  $N$  KOH. В пробирку затем добавляли 1 мл 1%-ного раствора  $NH_4Cl$  и 1 мл 10%-ного раствора  $BaCl_2$ . После нагревания при температуре 80° C в течение 10 мин. выпавший осадок  $BaCO_3$  отфильтровывали на мембранный фильтр № 2 в той же воронке, которую употребляли для отфильтровывания проб при определении  $r$ . Радиоактивность осадка  $BaCO_3$  на фильтре с введением поправки на самонагревание (см. Стиман Нильсен, 1952), помноженная на 500, даст величину  $R$ .

Общее количество углерода  $CO_2$  и бикарбонатов рассчитывали по несколько упрощенной нами формуле, приведенной в книге Х. С. Харвер (1948), исходя из величин  $t^\circ$ , pH и  $S\text{‰}$  морской воды, которые определяли на каждой станции химики и гидрологи экспедиции.

Рабочий раствор радиоактивного карбоната готовили путем разведения концентрированного продажного препарата в 0,005  $N$  растворе KOH. В рабочий раствор в качестве «носителя» добавляли 100 мг/л  $Na_2CO_3$ . Перед употреблением отдельные порции рабочего раствора профильтровывали через мембранный фильтр № 1 или 2, дважды прокипяченный в дистиллированной воде и укрепленный в плексигласовой фильтровальной воронке. Фильтрование рабочего раствора очищает его от органических частиц (главным образом бактерий), содержащих  $C^{14}$ . Такой фильтрованный рабочий раствор мы использовали в течение двух-трех суток спустя после его фильтрования, а затем профильтровывали новую порцию.

В зависимости от количества фитопланктона употребляли рабочие растворы со следующими величинами активности: в прибрежных водах с большим количеством водорослей —  $0,5-0,8 \cdot 10^6$  *имп/мл*, а в водах открытого океана, бедных фитопланктоном, —  $1-3 \cdot 10^6$  *имп/мл*.

Как указывалось выше, для расчета продукции под 1  $m^2$  поверхности воды необходимо было определить на разных горизонтах водной толщи поправочные коэффициенты  $K_t$  и  $K_r$ , которые позволяют рассчитывать скорость фотосинтеза в толще воды. Техника определения  $K_t$  и  $K_r$  описана в предыдущих работах (Сорокин, 1957; 1958).

Коэффициенты  $K_r$  (зависимость продуктивности фотосинтеза от вертикального распределения фитопланктона) определяли в настоящем рейсе на каждой дрейфовой станции. Для их определения пробы воды, взятые с разных горизонтов водной толщи, помещали в светлые склянки. В склянки добавляли равные объемы рабочего раствора изотопа, после чего их выдерживали на палубе в тени при равномерной умеренной освещенности в течение 2—4 часов. Контролем служили две затемненные склянки с пробами с двух горизонтов — с поверхности и с 75 м. Затемненная склянка с пробой из поверхностного слоя служила контролем для проб с глубин от 0 до 50 м; затемненная склянка с пробой с 75 м служила контролем для проб с горизонта 50—150 м. После указанного срока воду из склянки быстро профильтровывали через мембранные фильтры. Отношение активности фильтров, полученных после фильтрования проб с разных глубин (за вычетом соответствующего контроля), к активности фильтра из пробы с поверхности и дает величину  $K_r$  для этих глубин.

С тем чтобы наиболее правильно выбрать горизонты для определения  $K_r$ , не пропустив при этом слоев с наибольшей концентрацией фитопланктона, в настоящем рейсе перед отбором проб гидрологи научной группы Института океанологии АН СССР производили определение вертикального распределения температуры воды при помощи электротермобатизонда.

В случае обнаружения температурной стратификации в слое скачка температуры, кроме проб со стандартных горизонтов, брали дополнительные (Семина, 1957), а также наши данные по определению Кр в Тихом океане (Сорокин, 1957) показывают, что фитопланктон обычно концентрируется в слое температурного скачка. Учащая горизонты взятия проб в зоне выясняющие влияние температурной стратификации на характер вертикального распределения фитопланктона в толще воды и на продукцию под 1 м<sup>2</sup> поверхности моря.

Стандартные горизонты для определения Кр были выбраны в соответствии с горизонтами, принятыми в Институте океанологии АН СССР для взятия проб осадочного планктона, а именно: 0, 10, 25, 35, 50, 75, 100 и 150 м.

Коэффициенты Кт определяли на суточных станциях, поскольку при их определении требуется длительная экспозиция склянок в море. Для определения коэффициентов Кт бутыл емкостью 20 л наполняли водой, взятой с поверхности или с двух разных горизонтов (0 и 50 м). Воду тотчас же разливали в светлые склянки емкостью около 0,55 л, попарно укрепленные в специальные держатели с зажимом для прикрепления к тросу. Это позволяло для каждого горизонта иметь материал в двух параллельных склянках.

В закрепленные в держателях склянки в затемненном помещении добавляли по 2 мл рабочего раствора изотопа. Снаряженные таким образом склянки с пробами выносили на палубу в плотном ящике, предохраняющем их от засвечивания. Затем держатели со склянками поодиночке быстро вынимали из ящика, поочередно укрепляли зажимами на тросе и погружали в океан на определенном расстоянии одна от другой. На конце троса укрепляли груз весом 50—75 кг для уменьшения угла наклона троса. Контролем служили склянки, выставленные на палубу для засвечивания на срок, равный времени, затраченному на постановку и снятие опыта, а в остальное время их выдерживали в темноте.

Опыты по определению Кт ставили на срок 0,5 суток или 1 сутки. Склянки выдерживали в океане обычно на следующих глубинах: 0, 5, 10, 15, 25, 35, 45, 60, 90, 120, 150 м. На суточных станциях одновременно с определением Кт сотрудники Института океанологии АН СССР В. Гринберг и В. Снопков определяли подводную освещенность гидрофотометром. Поскольку коэффициенты Кт являются величинами сравнительно постоянными для больших районов океана со сходными свойствами водных масс (Сорокин, 1957), величины Кт, полученные на суточных станциях, использовали для вычисления продукции под 1 м<sup>2</sup> поверхности океана на соседних дрейфовых станциях. Перемножение между собою коэффициентов Кт и Кр (см. табл. 1 в приложении), найденных для совпадающих горизонтов<sup>1</sup>, позволяет рассчитать относительную скорость фотосинтеза на разных глубинах (Кс) и графически найти коэффициент Кф (отношение площадей ABC и ABCD, рис. 2), при помощи которого суточную продукцию под 1 м<sup>2</sup> поверхности океана (Сф) можно рассчитать по формуле (Сорокин, 1957, 1958):

$$C_{\phi} = C_{\phi n} \cdot l \cdot K_{\phi} \text{ г/м}^2,$$

где  $l$  — глубина (в м), до которой проводили измерения Кт и Кр.

<sup>1</sup> В случае несовпадения глубин, взятых для определения Кт и Кр, величины Кт, соответствующие горизонтам, на которых определялись Кр, мы находили графически.

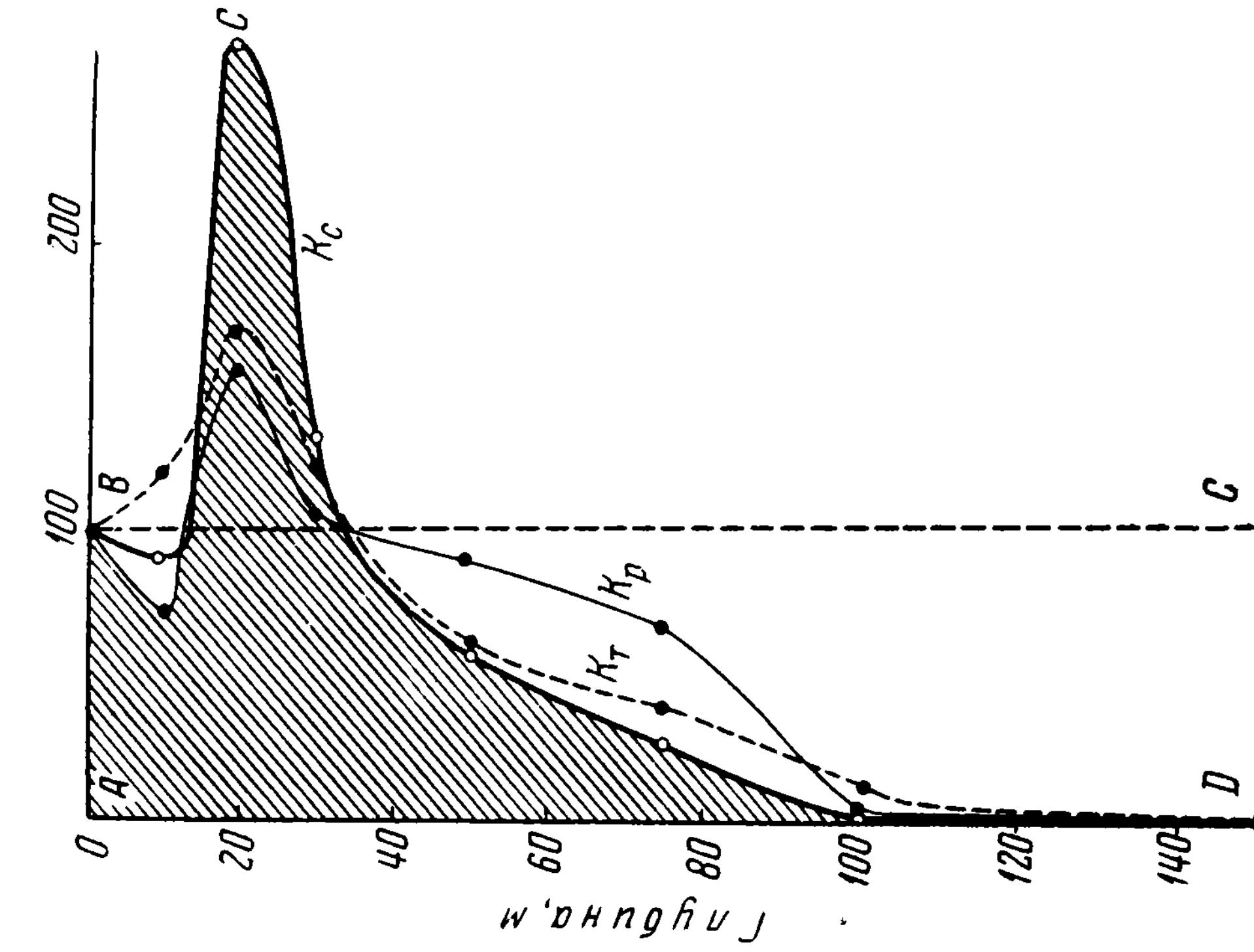


Рис. 2. Графическое изображение поправочных коэффициентов  $K_p$ ,  $K_t$ ,  $K_c$ , измеренных на станции 6

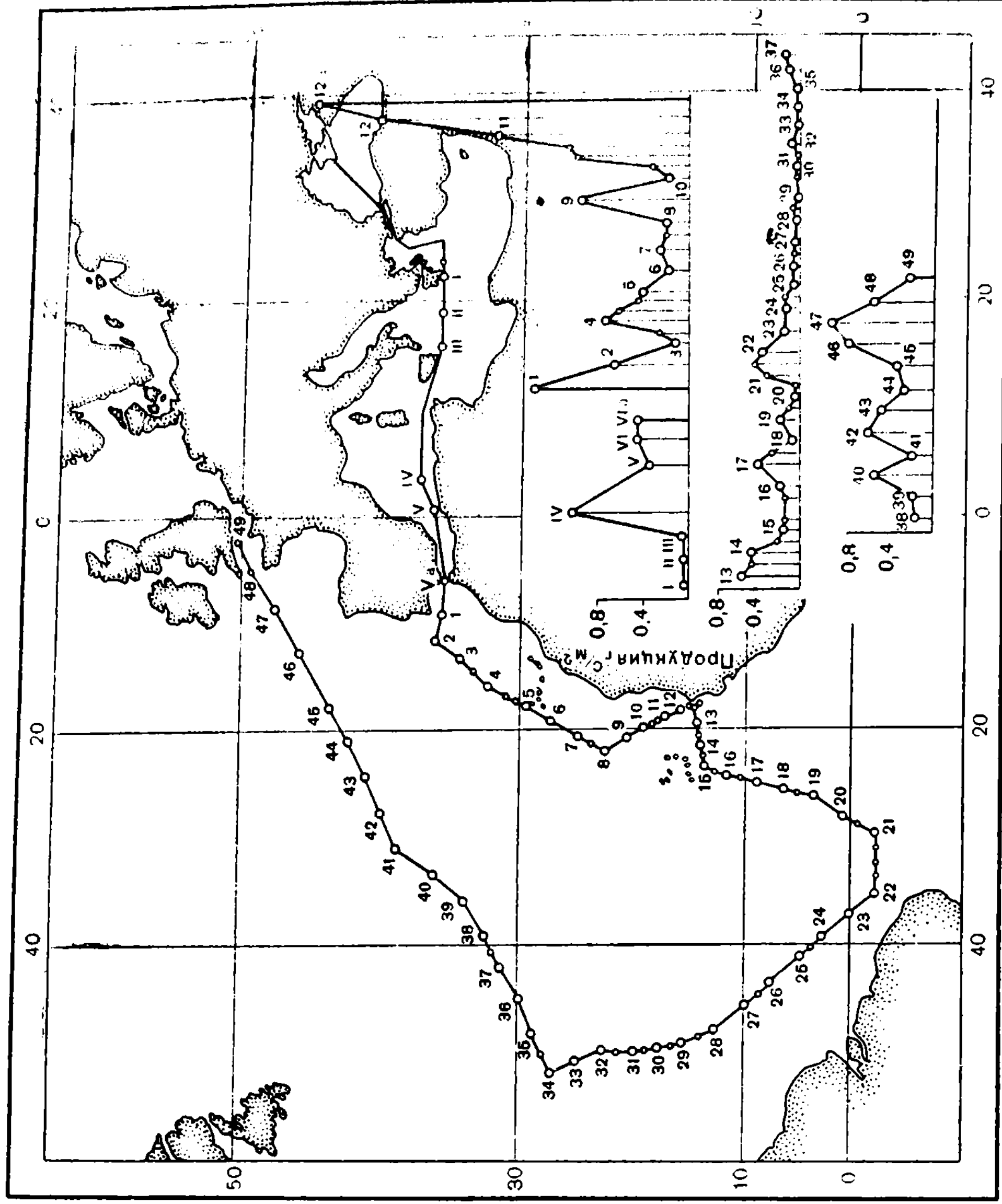


Рис. 3. Схема маршрута э/с «Седов» и ход изменения первичной продукции на протяжении маршрута



Сборы осадочного планктона для количественного учета производили согласно общепринятой методике на стандартных горизонтах (см. выше). Объем отстаивающихся проб — 1 л. Видовой состав планктона изучали как в сетных сборах, так и в осадках с мембранных фильтров № 5 и предыдущего объема воды.

Для учета биомассы зоопланктона производили лов сетью Джеди с диаметром входного отверстия 37 см, шелковое сито № 38. Из стакана сети пробу сливали в специальный сосуд, где зоопланктон оседал в его суженной части. При помощи вакуумного насоса воду из сосуда отсасывали трубкой с отверстием, затянутым шелковым ситом, после чего измерялся объем осевшего зоопланктона.

Суточная величина первичной продукции фотосинтеза фитопланктона под 1 м<sup>2</sup> поверхности океана была определена в рейсе «Седова» на всех суточных и дрейфовых станциях. На суточных станциях 2 и 39 она определялась трижды. Кроме того, в промежутках между дрейфовыми станциями на ходу судна брали пробы воды с поверхности для определения первичной продукции в 1 л воды (Сфп, см. выше). Используя полученные при этом величины Сфп и поправочные коэффициенты Кт и Кр, измеренные на ближайшей дрейфовой или суточной станциях, можно было рассчитать продукцию под 1 м<sup>2</sup> на этих промежуточных станциях. Всего в течение рейса было сделано 93 определения продукции под 1 м<sup>2</sup> поверхности (см. рис. 2, 3 и приложение).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Восточная и средняя части Средиземного моря в начале маршрута характеризовались необычайно малой первичной продукцией (0,02—0,03 г/м<sup>2</sup>). Фитопланктон находился здесь в это время еще в состоянии зимнего количественного минимума: его численность не превышала 60 000 кл./м<sup>3</sup>.

Основными видами фитопланктона были диатомовые водоросли *Thalassiosira gravida*, *Bacteriastrum hyalinum* и перидиниевые водоросли *Peridinium ovum*, *Oxytoxum scolopax*, *Pyrocystis pseudonostiluca*. Воды этой части Средиземного моря очень бедны биогенными элементами. Количество солей азота и фосфора здесь гораздо меньше, чем в открытой части Атлантического океана (Thomsen, 1931), что, по-видимому, и является причиной слабого развития фитопланктона. Бедность жизни, и в частности фитопланктона, в восточной части Средиземного моря отмечают и другие авторы (Jespersen, 1937).

В западной части Средиземного моря (станции III, IV, V, Va) при более низкой температуре (14° вместо 15,5° С в восточной части) наблюдалось резкое увеличение первичной продукции — до 1 г/м<sup>2</sup> у берегов Алжира. В планктоне появляются в большом количестве мелкие перидиниевые водоросли.

Первые две станции (1 и 2) в Атлантическом океане были расположены недалеко от берегов Португалии. Первичная продукция здесь была также довольно большой, особенно на станции 1 (1,39 г/м<sup>2</sup>). Количество фитопланктона достигало здесь 1,45 млн. кл./м<sup>3</sup>. Изменился и его видовой состав. Диатомовые численно преобладали над перидиниевыми водорослями. Из первых в заметном количестве присутствовали *Rhizosolenia alata*, *Chaetoceros coarctatus*, *Rh. hebetata*, из перидиней — *Pyrocystis lusiformis*, *Ceratium carriense*, *C. contortum*, *Pyrocystis lunula*.

При удалении от берегов, на станциях 2а, 3, 3а, в водах Канарского течения первичная продукция уменьшается до  $0,1 \text{ г/м}^2$ . Стиман Нильсен и Иенсен (1957) также отметили очень малую продукцию в этом районе. У островов Канарских и Мадейра (станции 4, 5) продуктивность вод увеличивается до  $0,4 - 0,7 \text{ г/м}^2$ , что, очевидно, связано с существованием завихрений Канарского течения около систем островов, которые выносят

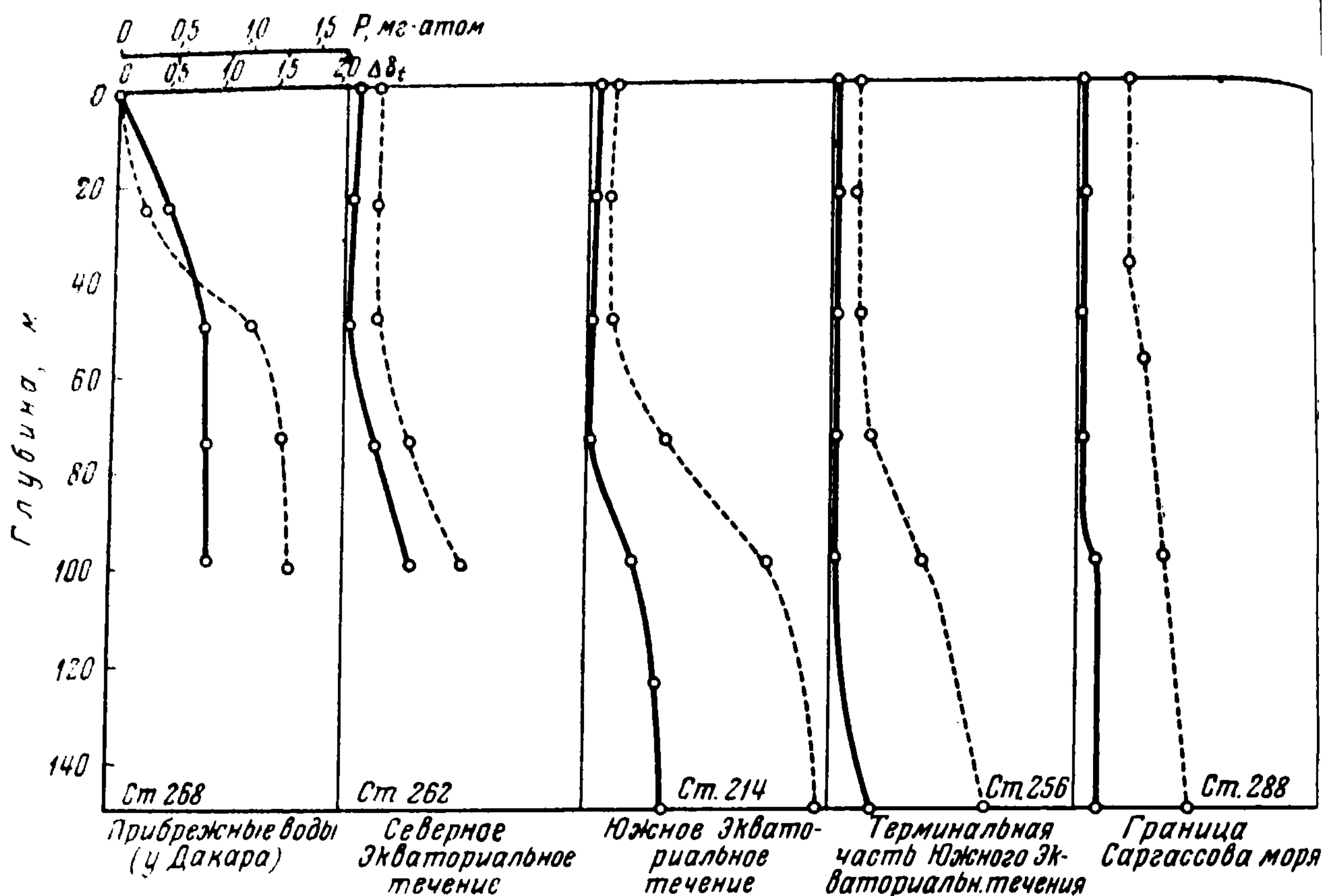


Рис. 4. Вертикальное распределение фосфатов (сплошная линия) и изменение плотности воды ( $\Delta\delta_t$ ) в разных районах Атлантики (по Гентшелю и Ваттенбергу, 1930)

к поверхности глубинные воды, богатые биогенными веществами. На станциях 6, 7 и 8 первичная продукция держалась на уровне, характерном для тропических вод экваториальных течений ( $0,2 - 0,3 \text{ г/м}^2$ ).

Далее маршрут «Седова» приближался к зоне выхода к поверхности холодных глубинных вод в районе западного побережья Африки у Зеленого мыса. Приближение к поверхности глубинных вод у западных берегов Африки вызывается действием северо-восточного пассата, сгоняющего теплые поверхностные воды, которые замещаются глубинными водами. Скачок температуры здесь выражен очень резко и расположен на глубине 20—30 м, т. е. в зоне фотосинтеза (рис. 4). Глубинные воды, поднимаясь в зону фотосинтеза, обогащают поверхностный слой воды солями азота и фосфора, что в свою очередь обуславливает бурное развитие фитопланктона в этих районах. Продукция фотосинтеза на станциях 11 и 12, расположенных в 150—50 милях от Зеленого мыса, возросла до  $1,4 - 3,4 \text{ г/м}^2$ . Наибольшая продукция ( $3,8 \text{ г/м}^2$ ), отмеченная Стиманом Нильсеном и Иенсеном за время кругосветного плавания «Галатеи», была также указана для района западного побережья Африки (Walvis Bay),

который эти авторы считают одним из наиболее продуктивных в Мировом океане<sup>1</sup>.

Развитие фитопланктона в районе Зеленого мыса достигало силы «цветения». Количество клеток в 1 м<sup>3</sup> составляло 13,35 млн. Прозрачность уменьшилась до 10 м и вода имела желто-зеленый цвет. Этот район был самым южным по численному преобладанию диатомовых водорослей над перидинеями. Из диатомовых здесь в большом количестве встречались *Rhizosolenia alata*, *Rh. delicatula*, *Nitzschia* sp., *Thalassiotrix delicatula*, *Stephanodiscus palmeriana*, *Thalassiosira subtilis*.

Перидинеи были представлены в основном следующими видами: *Ceratium carriense*, *C. furca*, *Peridinium depressum*, *Pyrocystis pseudonociluca*. Реже встречались *Bacteriastrum* sp., *Rhizosolenia stolterlothii*, *Leptocylindrus danicus*, *Dinophysis caudata*.

В районе островов Зеленого мыса первичная продукция вод также довольно велика (0,4—0,5 г/м<sup>2</sup>). При вступлении в зону тропических вод Экваториального противотечения и Южного пассатного течения первичная продукция уменьшается до 0,1—0,3 г/м<sup>2</sup>. Некоторое ее увеличение внутри этой зоны наблюдалось в районе конвергенции Экваториального противотечения (станции 17, 18) и при пересечении быстрой части Южного пассатного течения, которое может заносить фитопланктон из района Бенгуэльского течения (станции 21б, 21в, 22).

Основу фитопланктона в зоне тропических вод Экваториального течения и противотечения составляют перидинеи *Ceratium carriense*, *C. massiliense*, *C. fusus*, *C. furca*, *Pyrocystis pseudonociluca*, реже *C. teres*, *Ornithocercus quadratus*. Численность водорослей в этих водах была около 11 000 кл./м<sup>3</sup>.

В зоне тропических вод с разреженным океаническим планктоном встречались районы с большим количеством сине-зеленой водоросли *Oscillatoria thiebautii*, образующей колонии диаметром до 1—2 мм. По данным Гентшеля (Hentschel и Wattenberg, 1930; Hentschel, 1933), эта водоросль в большом количестве встречается в водах Антильского течения. Отсюда она попадает в круговорот Саргассова моря и выносится частично в Атлантику. В виде отдельных нитей *O. thiebautii* встречалась почти по всему маршруту: в Канарском течении, Саргассовом море и всей тропической зоне.

При переходе в зону с высокой температурой в части Северного пассатного течения (станции 25—30) первичная продукция уменьшается до ничтожной величины (0,01—0,06 г/м<sup>2</sup>) с наименьшей на станции 28—0,008 г/м<sup>2</sup>. В поверхностном слое воды на последней станции суточная первичная продукция едва достигала 0,1 мг С/м<sup>3</sup>. Такая небольшая интенсивность фотосинтеза в этом районе связана, очевидно, с явлением «старения» поверхностных вод экваториальных течений (Sverdrup и др., 1946). Эти воды проходят огромный путь в течение долгого времени, почти не смешиваясь с холодными глубинными водами. При этом они сильно обедняются солями азота, фосфора, кремния, которые поглощаются водорослями и уносятся в глубинные слои при погружении последних после отмирания (см. рис. 4).

Приближаясь к Американскому материку, поверхностные воды начинают погружаться в глубину, заполняя все большую толщу воды. Скачок температуры размещается при этом на глубине 100—150 м, а затем на

<sup>1</sup> Измерения первичной продукции в районе стыка теплого течения Кюросио и холодного течения Ойясио у берегов Японии, выполненные в 1957 г., дали большую величину — до 6 г/м<sup>2</sup> (Сорокин и Кобленц-Мишке, 1958).

границе Саргассова моря исчезает вовсе из зоны фотосинтеза (см. рис. 4). В этих условиях исключается даже слабый приток биогенных веществ, который дает конвекционное перемешивание в тех тропических водах, где температурный скачок находится в освещенной продуктивной зоне.

Вследствие того, что в самом Саргассовом море имеется замкнутый круговорот одних и тех же поверхностных вод с тенденцией их постепенного опускания (Sverdrup *а. о.*т., 1946), биогенные элементы почти полностью исчезают из огромной толщи воды.

Количество фосфора на южной границе Саргассова моря в слое 0—100 м близко к нулю (рис. 4). Концентрацию фосфора в 0,5 мг/атом в 1 м<sup>3</sup> в самом Саргассовом море можно обнаружить лишь на глубине нескольких сот метров (Thomsen, 1937).

На рис. 5 показано вертикальное распределение фосфора в Саргассовом море и в водах Северо-Атлантического течения. Мы видим, что в зоне фотосинтеза в Саргассовом море фосфор полностью отсутствует, тогда как в районе Северо-Атлантического течения он имеется в самом поверхностном слое и количество его быстро возрастает с глубиной.

Отсутствие биогенных веществ в толще поверхностных вод, вызванное особыми гидрологическими условиями, и служит причиной необычайной бедности жизни в водах Саргассова моря, уже ранее отмечавшейся исследователями фитопланктона (Lohmann, 1920; Jespersen, 1937). Несмотря на значительную прозрачность воды и большую толщину активного слоя (до 130 м, см. рис. 6), продукция фотосинтеза здесь в среднем равна 0,01—0,06 г/м<sup>2</sup> (станции 30—36). В 1 м<sup>3</sup> поверхностных вод она не превышала десятых долей миллиграмма. На станциях 28а—30, расположенных на границе Саргассова моря, наблюдалось заметное развитие сине-зеленой водоросли *Oscillatoria thiebautii*.

В общем же численность фитопланктона в поверхностном слое воды Саргассова моря была ничтожно малой — всего 20 0—3000 кл./м<sup>3</sup>, что вполне соответствует незначительной продукции. Развитие в Саргассовом море плавающих саргассовых водорослей и колоний сине-зеленых водорослей, возможно, связано с поселяющимися на их поверхности симбиотическими бактериями, которые усваивают молекулярный азот, избавляя таким образом водоросли от потребности в этом биогенном элементе.

Стиман Нильсен и Иенсен (1957), определившие на нескольких станциях первичную продуктивность в Саргассовом море в то же время года, что и мы, получили цифры того же порядка (0,04—0,05 г/м<sup>2</sup>). Это были наименьшие величины первичной продукции, наблюдавшиеся ими на всем протяжении кругосветного плавания «Галатеи».

На северной границе Саргассова моря наблюдалось постепенное увеличение количества фитопланктона, которое происходило за счет появления перидиней *Ceratium carriense*, *C. karsteni*, *C. contortum*, *C. furca*, *C. pentagonum*, *Peridinium steinii*. При выходе из Саргассова моря, начиная со станций 36—39, первичная продукция возрастает в 5—10 раз, достигая 0,1—0,4 г/м<sup>2</sup>. В планктоне начинают появляться диатомовые

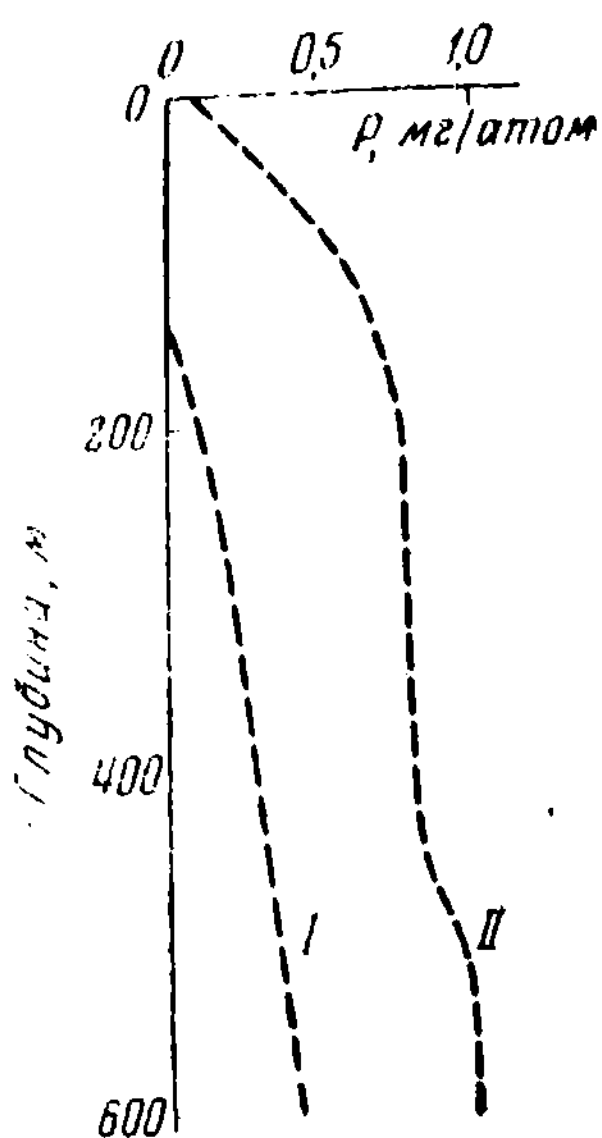


Рис. 5. Вертикальное распределение фосфора в Саргассовом море (станция «Даны» № 3542 — кривая I) и в Северо-Атлантическом течении (станция «Даны» № 4158 — кривая II), (Thomsen, 1937)



водоросли *Thalassiosira subtilis*, *Th. rotula*, *Rhizosolenia hebetata*, *Rh. alata*, *Rh. castracanei*.

На станциях, расположенных в водах Северо-Атлантического течения (станции 42—49), первичная продукция устойчиво держится на уровне 0,25—0,6 г/м<sup>2</sup>. Примерно такие же величины (0,25—0,47 г/м<sup>2</sup>) наблюдали в этом районе Стиман Нильсен и Йенсен (1957). В фитопланктоне к перечисленным выше видам прибавляются мелкие перидинии *Peridinium ovatum*, *P. depressum*, *Ceratium declinatum*, *Goniaulax polyedra* и *G. ros-*

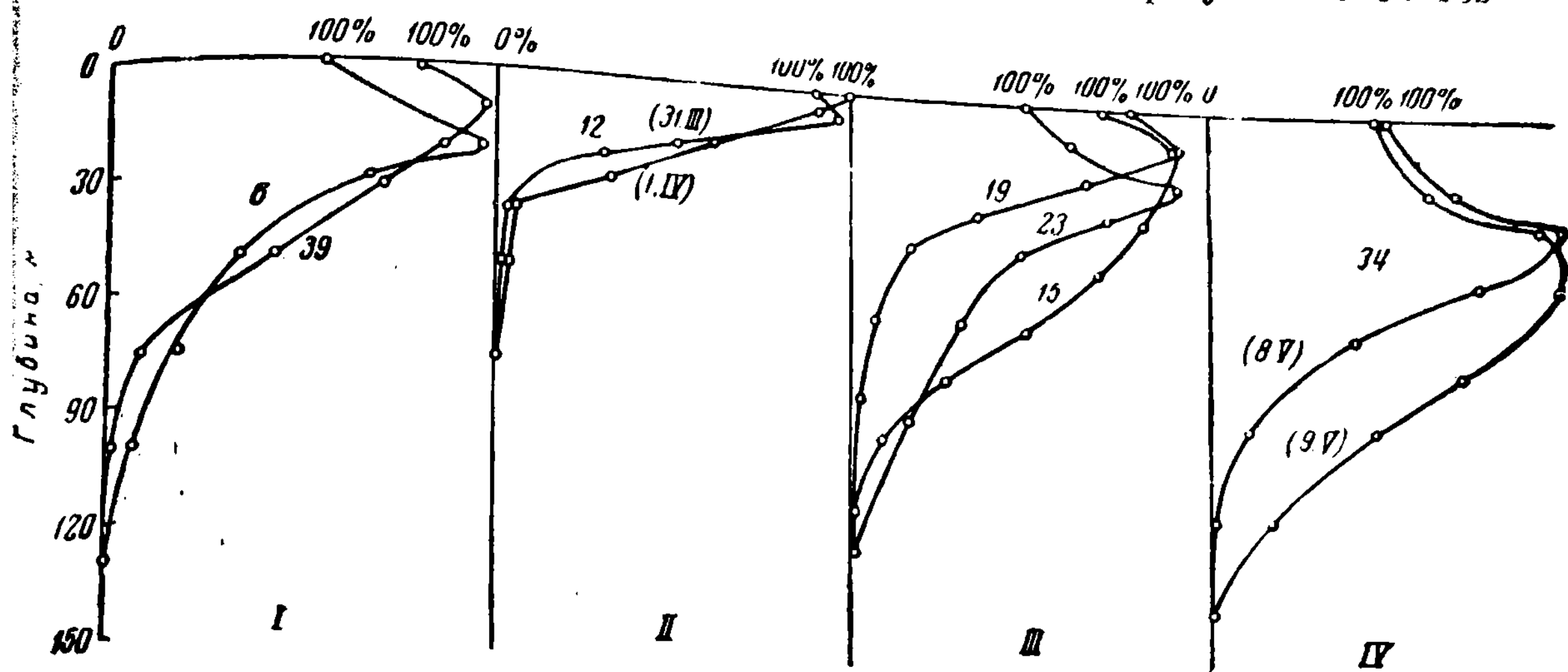


Рис. 6. Зависимость скорости фотосинтеза от проникновения света ( $K_t$ ) в различных районах Атлантического океана

На станциях 48—49а, расположенных в Ла-Манше, первичная продукция достигла 0,88—1,8 г/м<sup>2</sup>. Здесь мы наблюдали весеннюю «вспышку» в вегетации фитопланктона. Основную массу составлял *Phaeocystis pouchetii* — обычная массовая форма в «цветении» северных морей. Кроме нее, в большом количестве встречались *Rhizosolenia setigera*, *Rh. alata*, *Chaetoceros socialis*, *Lauderia borealis*, *Ceratium tripos*, *Coscinodiscus asteromphalus*, *Dinophysis norvegica*, *Peridinium ovatum*. Вода в Ла-Манше приобрела бурый цвет и своеобразный запах от густого скопления планктона. Прозрачность уменьшилась до 8 м.

При выходе в Северное море против устья Темзы (станция 49б) продукция была наибольшей — 3,5 г/м<sup>2</sup>. В самом Северном море она опять уменьшается до того же уровня, который наблюдался в Северо-Атлантическом течении — в открытой части Атлантики.

Как видно из табл. 2 (в приложении), наибольшая разница между величиной фотосинтеза в поверхностном слое и первичной продукцией под 1 м<sup>2</sup> (и соответственно — наибольший коэффициент  $K_f$ ) наблюдается в большинстве случаев на станциях, расположенных в прозрачных тропических водах Северного и Южного Экваториальных течений, в которых ясно выражен температурный скачок. Величина фотосинтеза в 1 м<sup>3</sup> поверхностного слоя воды была здесь в 100—800 раз меньше, чем в столбе воды под 1 м<sup>2</sup> поверхности, а коэффициент  $K_f$  равнялся 0,75—5,7. На станциях же, расположенных в Средиземном море, в водах Канарского и Северо-Атлантического течений, эта разница, как правило, не была больше, чем в 30—75 раз, а коэффициент  $K_f$  большей частью не превышал 0,5.

Отмеченная закономерность связана с тем, что в тропической зоне экваториальных течений фитопланктон скапливается в зоне температур-

ного скачка, находящегося в этих водах в освещенной зоне. Поэтому наибольший эффект фотосинтеза проявляется не в зоне лучшей освещенности (10—20 м), а на глубине 40—60 м — в зоне скачка плотности, где концентрируется жизнедеятельный фитопланктон. В самых же поверхностных

водах, обедненных фитопланктоном, первичная продукция была значительно уменьшена (рис. 7).

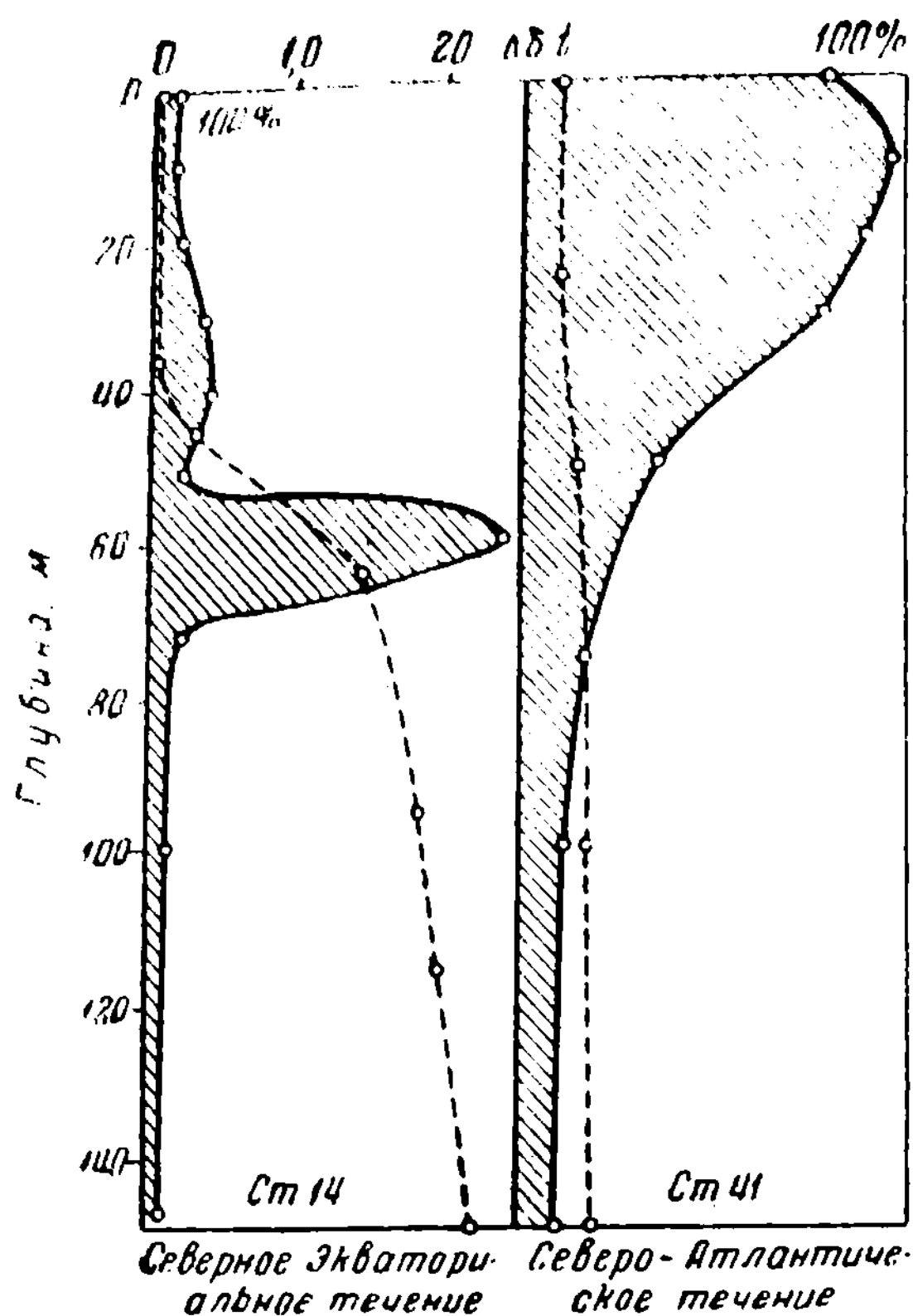
Скопление фитопланктона над слоем скачка в тропических водах экваториальных течений выражено очень ярко. Так, на некоторых станциях (13, 14) его концентрация в слое скачка была больше, чем в поверхностном слое, в 30—50 раз (рис. 7). Причина такого распределения фитопланктона, как нам кажется, заключается не только в задержке оседающих под действием силы тяжести клеток водорослей в слое скачка плотности, но также, по-видимому, и в том, что фитопланктон размножается на границе скачка гораздо интенсивнее, чем в поверхностном слое. Как видно из рис. 4, в поверхностном слое вод экваториальных течений фосфаты появляются как раз на границе скачка температуры и плотности, куда они попадают за счет конвекционного перемешивания теплых и поверхностных вод с холодными глубинными водами на границе их непосредственного соприкосновения.

Рис. 7. Вертикальное распределение активного фитопланктона

(кр) — сплошная линия и изменение плотности воды ( $\Delta \sigma_t$ ) в водах Северного Экваториального (слева) и Северо-Атлантического течений

На всех суточных станциях, а также на дрейфовой станции 19 была определена зависимость фотосинтеза в толще воды от подводной освещенности (коэффициент  $K_t$ ). На станции 12 эти определения удалось сделать трижды, а на станции 34 — дважды. Такое подробное изучение толщины слоя фотосинтеза проводится в тропической зоне океана впервые. Как видно из рис. 6, на прибрежной станции 12, при изобилии фитопланктона и небольшой прозрачности (11 м), фотосинтез быстро убывает с глубиной и на горизонте 15 м составляет всего 50% от наибольшей освещенности. На океанических же станциях с прозрачными синими и голубыми водами эффект фотосинтеза наибольший на горизонтах 30—40 м (станции 6, 23, 34).

Из приведенных данных следует, что коэффициенты  $K_t$ , полученные для океанических вод субтропической зоны (станции 6, 39) и тропической приэкваториальной зоны (станции 23, 15, 19), имеющих сходные прозрачность и цвет воды, очень близки между собой. Фотосинтез в самом поверхностном слое угнетается избыточной освещенностью, значительно превышающей лучшую для фотосинтеза освещенность. Зона наиболее эффективного фотосинтеза находится в этих водах на глубине 20—30 м. Глубже, из-за недостаточной освещенности начинается его уменьшение, на глубине 100—120 м он вовсе прекращается. На станции 19, располо-



женной вблизи экватора в зоне затишья и постоянной густой облачности, скорость фотосинтеза быстрее уменьшается с глубиной, чем на других станциях, расположенных в тропических водах.

Наибольшая толщина зоны фотосинтеза была отмечена 9 мая в Саргассовом море на станции 34. В этот солнечный день прозрачность воды достигала 35 м. Наибольший эффект фотосинтеза был на глубине 45 м; на глубине 100 м он составлял 20% от предыдущих данных и 40% — от

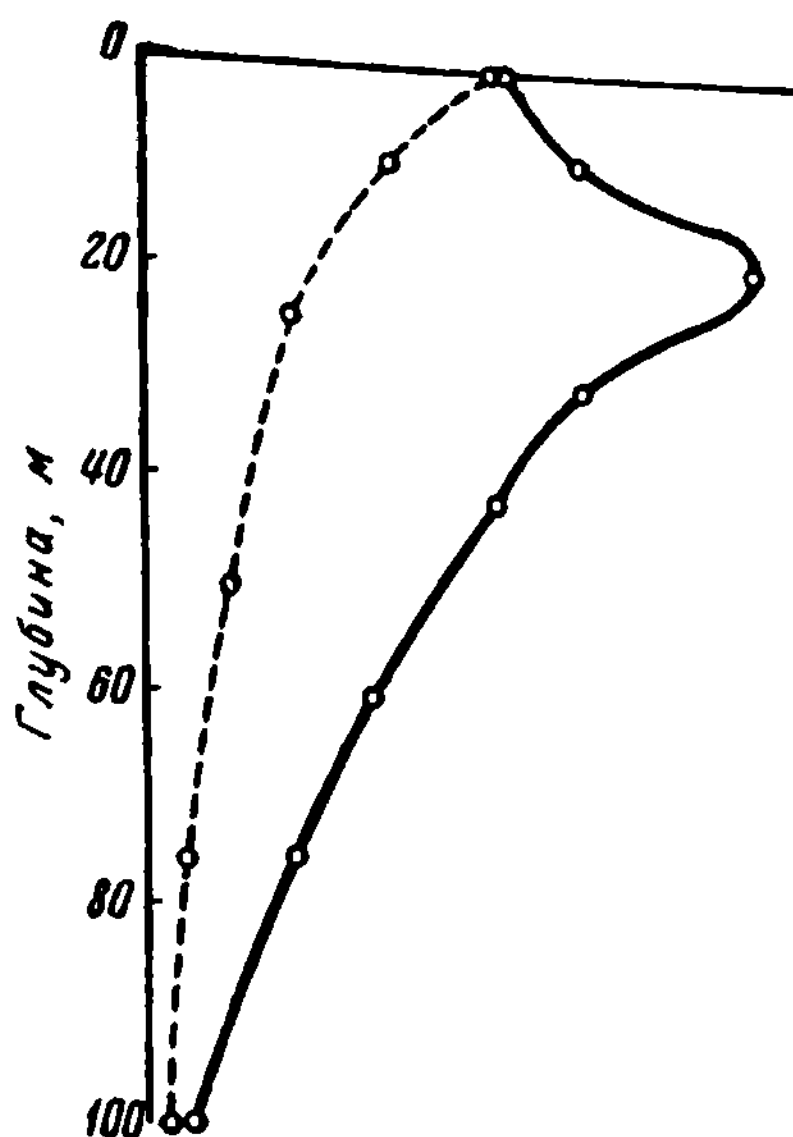


Рис. 8. Зависимость фотосинтеза от проникновения света ( $K_t$ ) — сплошная линия и коэффициенты подводной освещенности ( $\eta$ ) на станции 6

скорости фотосинтеза у поверхности. Определение  $K_t$  для этой же станции в облачный день 8 мая показало, что зона наибольшей скорости фотосинтеза находилась на глубине 30 м, а на глубине 110 м фотосинтеза фактически не было.

Приведенные результаты подтверждают сделанный нами в результате работ на э/с «Витязь» вывод о том, что зависимость вертикального распределения скорости фотосинтеза от подводной освещенности (коэффициент  $K_t$ ) не испытывает существенных колебаний в больших районах океана с близкими показателями прозрачности воды. Поэтому величины  $K_t$ , измеренные на одной из суточных станций, можно применять для вычисления продукции фотосинтеза в толще воды больших районов океана со сходными гидрологическими показателями. Полученные в рейсе «Седова» поправочные коэффициенты  $K_t$  могут быть использованы другими экспедициями при изучении первичной продукции в Атлантическом и других океанах.

Одновременно с определением коэффициентов  $K_t$  на многих станциях В. М. Гринбергом были выполнены наблюдения за величинами подводной освещенности с помощью гидрофотометра. Из рис. 8 видно, что до определенной глубины существует обратная зависимость между фотосинтезом и подводной освещенностью, т. е. наблюдается эффект угнетения фотосинтеза в поверхностном слое. На горизонте, где освещенность составляет 30—50% от освещенности на поверхности и является для водорослей лучшей, скорость фотосинтеза наибольшая. На горизонтах глубже «перегиба кривой» скорости фотосинтеза последняя начинает уменьшаться параллельно с подводной освещенностью.

В рейсе э/с «Витязь» удалось установить, что в Японском море и северо-западной части Тихого океана весной полностью отсутствует свето-

вое угнетение фотосинтеза в поверхностном слое. Здесь наблюдается прямая зависимость между подводной освещенностью и скоростью фотосинтеза в толще воды, начиная с самой поверхности (Сорокин и Козлянинов, 1957). В случае наличия светового угнетения эта зависимость может быть проанализирована, лишь начиная от горизонта наибольшей скорости фотосинтеза и глубже. На рис. 9 представлен график, на который нанесены коэффициенты  $K_t$  и коэффициенты подводной освещенности, найденные В. М. Гринбергом. Коэффициенты  $K_t$  при этом определялись как отношение скорости фотосинтеза на разных горизонтах к принятой за единицу наибольшей скорости фотосинтеза. Для вычисления коэффициента

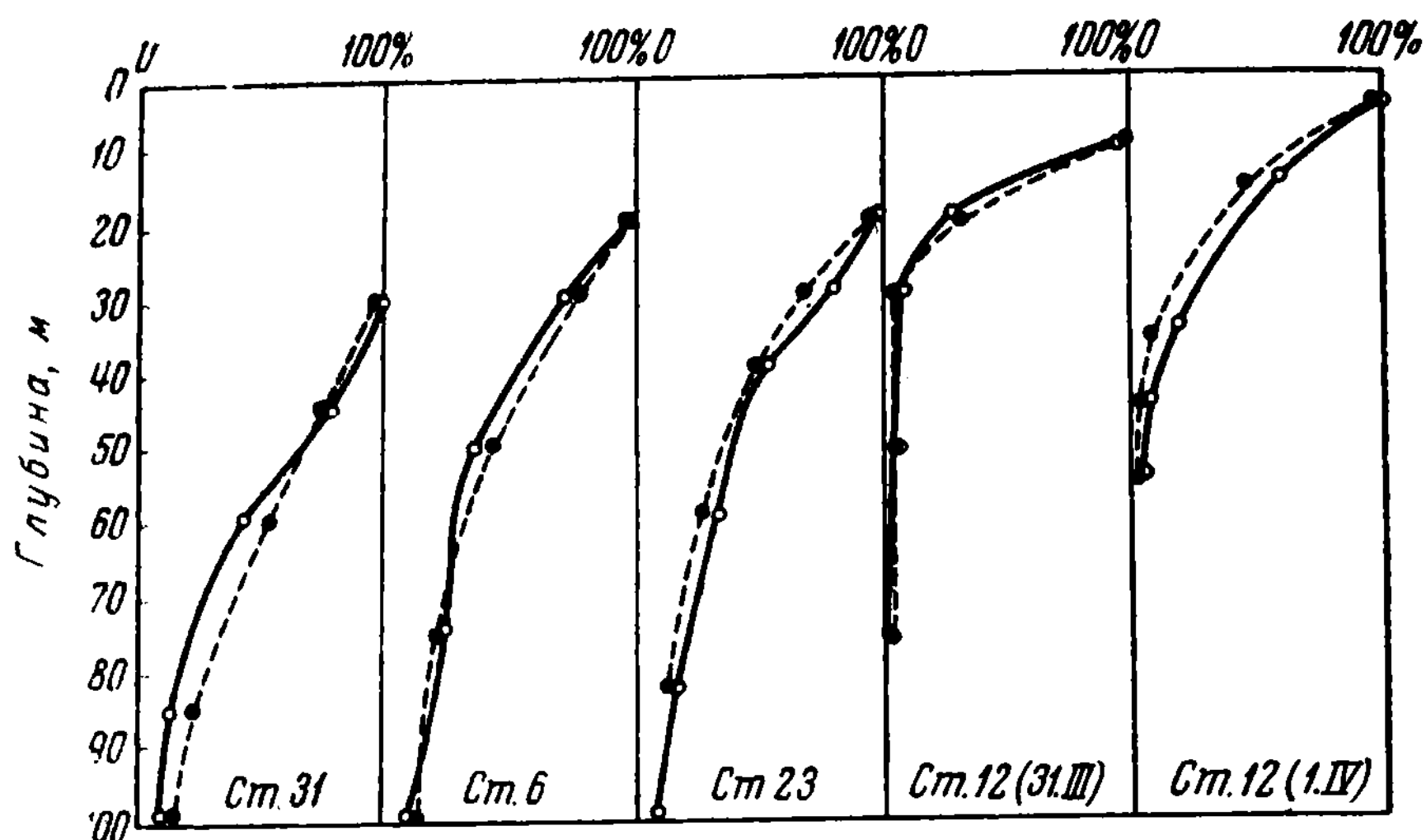


Рис. 9. Зависимость фотосинтеза от проникновения света ( $K_t$ ) — сплошная линия и коэффициенты подводной освещенности ( $\eta$ ), рассчитанные начиная от горизонта наибольшей скорости фотосинтеза

подводной освещенности за единицу также принималась освещенность на горизонте наибольшей скорости фотосинтеза. Как видно из графика, изменение скорости фотосинтеза ниже слоя его светового угнетения находится в прямой зависимости от изменения подводной освещенности.

Таким образом, прямая зависимость между подводной освещенностью и скоростью фотосинтеза, установленная в северных водах, где отсутствует световое угнетение, существует также и в тропических водах, где она проявляется ниже слоя наибольшей скорости фотосинтеза.

Стиман Нильсен и Иенсен (1957) обнаружили тесную взаимозависимость между полученными ими в различных районах океана величинами первичной продукции и общей биомассой зоопланктона, определявшейся приблизительно в тех же районах другими авторами. Эта взаимозависимость особенно четко проявилась в теплых олиготрофных водах, где сезонные колебания количества зоо- и фитопланктона незначительны.

В рейсе «Седова» на целом ряде станций, расположенных в водах экваториальных течений, и на всех станциях по разрезу Саргассово море — Английский канал одновременно с определением первичной продукции производились определения биомассы зоопланктона в слое 0—200 м.

Как видно из рис. 10, между первичной продукцией и биомассой зоопланктона действительно наблюдается тесная взаимозависимость, которая наиболее ярко выражена в тропических водах с незначительной продукцией фотосинтеза (станции 23—39). На станциях с большой пер-



вичной продукцией эта связь также выражена достаточно четко, хотя относительные колебания продукции и биомассы зоопланктона здесь больше.

### ВЫВОДЫ

Результаты определений суточной величины продукции органического вещества за счет фотосинтеза фитопланктона под  $1 \text{ м}^2$ , выполненных в рейсе э/с «Седов», позволяют выделить в Атлантическом океане следующие зоны, различающиеся по своей продуктивности.

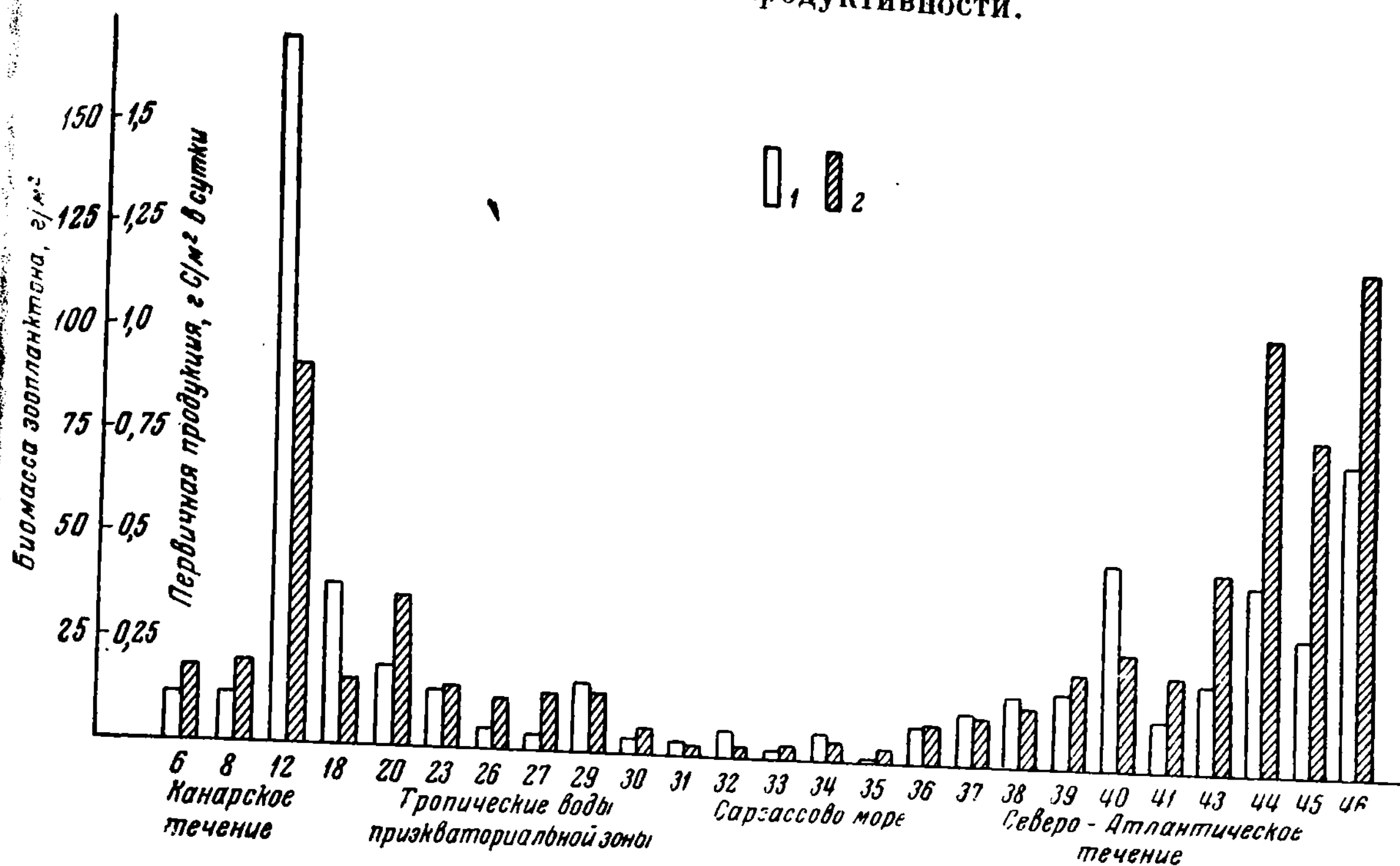


Рис. 10. Результаты одновременного определения первичной продукции и биомассы зоопланктона в Атлантическом океане

1 — первичная продукция под  $1 \text{ м}^2$  поверхности воды; 2 — биомасса (в г) зоопланктона под  $1 \text{ м}^2$  поверхности воды в слое 0—200 м

1. Зона вод побережья с первичной продукцией  $0,8—3,7 \text{ гС/м}^2$  (станции 1, 12, 12а, 47, 49, 49б). В этой зоне массовое развитие фитопланктона достигает сильного «цветения». Прозрачность воды — не выше 6—8 м. Вода зеленоватая и имеет специфический планктонный запах. Причиной интенсивного развития фитопланктона в этой зоне является обилие биогенных элементов. Последние могут поступать в прибрежные воды со стоком с суши и пылью с материка (станции 1, 49, 49а, 49б) или за счет приближения к поверхности глубинных вод под действием пассатных ветров, сгоняющих верхний нагретый слой воды (станции 11, 12). Количество фосфатов в освещенном поверхностном слое воды толщиной 0—50 м составляет в водах этой зоны  $0,2—0,6 \text{ мг-атома Р в } 1 \text{ м}^3$ . Часто в поверхностном слое вследствие большого количества фитопланктона фосфаты полностью исчезают и фосфор находится в телах водорослей. Однако количество фосфатов быстро увеличивается с глубиной, и фитопланктон тогда развивается в слое 20—40 м гораздо интенсивнее, чем на поверхности. В фитопланктоне этой зоны по составу и численности преобладающее значение имели диатомовые водоросли.

2. Зона вод открытого океана с первичной продукцией  $0,25—0,52 \text{ гС/м}^2$ .

Сюда можно отнести умеренные воды Северо-Атлантического и Канарского течений (станции 42—46 и 2—7), а также тропические воды быстрой части Южного Экваториального течения (станции 21б, 21в, 22) и Экваториального противотечения (станция 18). Развитие фитопланктона поддерживается здесь тем, что в зону фотосинтеза попадает некоторое количество биогенных элементов из глубинных слоев. В умеренных водах с неустойчивыми водными массами и почти полным отсутствием термической стратификации в поверхностном слое биогенные элементы попадают в зону фотосинтеза за счет конвекционного перемешивания. Количество фосфатов в слое 0—120 м составляет 0,1—0,2 мг-атома Р/м<sup>3</sup>. В тропических водах со средней продуктивностью примерно такое же количество фосфатов в освещенной зоне поддерживается турбулентным перемешиванием поверхностных вод с глубинными водами благодаря завихрениям течений поверхностных вод в зоне конвергенции Экваториального течения и противотечения. Количество фосфатов в этом районе у самой поверхности колеблется от 0 до 0,1 мг-атома Р/м<sup>3</sup>.

В фитопланктоне этой зоны по составу и численности преобладающее значение имели диатомовые водоросли, а также сине-зеленая *Oscillato-gia thiebautii*.

3. Зона тропических вод с первичной продукцией 0,1—0,2 гС/м<sup>2</sup>. Такие воды несут экваториальные течения Северное (станции 14—17) и Южное (станции 23—36). Теплые поверхностные воды этих течений проходят долгий путь, не смешиваясь с глубинными холодными водами, и очень бедны биогенными элементами. Количество фосфатов в слое 0—50 м близко к полю. Однако глубинные холодные воды находятся здесь на расстоянии 60—80 м от поверхности, и отсюда биогенные элементы в небольшом количестве попадают в вышележащие слои за счет турбулентного перемешивания движущихся поверхностных вод с глубинными на границе их соприкосновения.

4. Зона прозрачных голубых океанических вод с ничтожной первичной продукцией: менее 0,06 гС/м<sup>2</sup>. К этой зоне можно отнести воды с высокой температурой Северного Экваториального течения и район круговорота вод Саргассова моря. В этой зоне толща воды от поверхности до глубины около 400 м заполнена «старыми» тропическими водами экваториальных течений, в которых почти полностью отсутствуют биогенные элементы, причем пополнение их запасов за счет перемешивания с глубинными водами почти исключено.

В фитопланктоне этой зоны преобладающее значение имели перидиней.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Семина Г. И. 1957. К вопросу о закономерностях вертикального распределения планктона. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. VIII.
- Сорокин Ю. И. 1956. О применении С<sup>14</sup> для определения первичной продукции. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. VII.
- Сорокин Ю. И. 1957. Results and prospects of use isotopis carbon for the investigation of carbon cycle in water basins. Congr. Internat. Conf. on Radioisotopes. Paris.
- Сорокин Ю. И. 1958. Первичная продукция органического вещества в водной толще Рыбинского водохранилища. — Труды биол. станции «Борок» АН СССР, т. III.
- Сорокин Ю. И. и Кобленц-Мишке О. И. 1958. Первичная продукция Японского моря и части Тихого океана... — Доклады АН СССР, т. 122, № 6.
- Сорокин Ю. И. и Козлянинов М. В. 1957. Определение зависимости

фотосинтеза фитопланктона от освещенности водной толщи в Японском море и Тихом океане.— Доклады АН СССР, т. 116, № 5.

С о р о к и н Ю. И. и К о б л е н ц - М и ш к е О. И. 1958. Первичная продукция Японского моря и части Тихого океана, прилегающей к Японии весной 1957 г.— Доклады АН СССР, т. 122, № 6.

Х а р в е й Х. С. 1948. Биохимия и физика моря.— Изд-во иностр. лит-ры.

G u r g i e r R. I. 1957. Some observations on organic production in the northeast Atlantic.— Rapp. et procès-verbaux réunions, v. 144.

H e n t s c h e l E. 1933. Allgemeine Biologie des Südatlantischen Ozeans.— Meteor, Bd. 11.

H e n t s c h e l E. u. W a t t e n b e r g H. 1930. Plankton und Phosphat in der Oberflächenschicht des Südatlantischen Ozeans.— Ann. Hydrogr. u. Mat. Meteorol., Bd. 58.

J e s p e r s e n. 1937. Quantitative investigation on the distribution of macroplankton in different oceanic regions.— «Dana»-Rep., N 7.

L o h m a n H. 1920. Die Bevölkerung des Ozeans mit Plankton nach den Ergebnissen der Zentrifugenfänge während der Austreise der «Deutschland», 1911, zugleich ein Beitrag zur Biologie des Atlantischen Ozeans.— Arch. Biontol.

S t e e m a n n N i e l s e n E. 1952. The use of radio-active carbon (C<sup>14</sup>) for measuring organic production in the sea.— J. conseil., v. 18.

S t e e m a n n N i e l s e n E. a. J e n s e n A. 1957. Primary oceanic production.— «Gallathea»-Rep., v. 1.

S v e r d r u p H. U., J o h n s o n M. W. a. F l e m i n g K. H. 1946. The oceans, their physics, chemistry and general biology.— N. Y.

T h o m s e n H. 1931. Nitrate and phosphate contents of Mediterranean water.— Danish Oceanogr. Exped. 1908—1910, v. 3, N 6.

T h o m s e n H. 1937. Hydrographical observations made during the «Dana» expedition.— «Dana»-Rep., N 12.

## П Р И Л О Ж Е Н И Е

Т а б л и ц а 1

Пример расчета суточной продукции фотосинтеза на станции 6 под 1 м<sup>2</sup> поверхности моря по первичным данным  
(Ск = 27,0 мгС/л, r = 240 имп/л, R = 3,36 · 10<sup>6</sup> имп/л)

Глубина, м	Зависимость фотосинтеза от вертикального распределения фитопланктона (Кр)		Зависимость скорости фотосинтеза от подводной освещенности (Кт)		Относительная скорость фотосинтеза Кс (Кт × Кр)	Окончательный поправочный коэффициент (Кф)	Суточная продукция в пробе с поверхности, мг/л	Суточная продукция под 1 м <sup>2</sup> поверхности
	радиоактивность водорослей на фильтрах (имп/л)	Кр	радиоактивность водорослей на фильтрах (имп/л)	Кт				
0	176	1,00	100	1,00	1,00	0,545	0,00204	0,167
10	128	0,73	120	1,2	0,86	—	—	—
20	280	1,59	172	1,72	2,73	—	—	—
30	192	1,09	124	1,24	1,35	—	—	—
50	160	0,91	62	0,62	0,56	—	—	—
75	116	0,66	42	0,42	0,004	—	—	—
100	8	0,04	12	0,12	—	—	—	—
150	0	0	0	0	—	—	—	—

Т а б л и ц а 2

Результаты определения величины первичной продукции фотосинтеза  
в Средиземном море и Атлантическом океане

Местоположение станции (море, океаническое течение)	Номер станции	Величина коэффициента, рассчитанного до глубины 0—150 м	Суточная продукция в пробе воды с поверхности, мгС/л	Суточная продукция под 1 м <sup>2</sup> водной поверхности, гС/м <sup>2</sup>
Средиземное море	I	—	0,0013	0,034
	Ia	0,177	0,00076	0,023
	II	0,229	0,00059	0,0203
	III	0,207	0,0027	0,08
	IV	0,32	0,0206	1,02
	V	0,129	0,0296	0,436
	Va	—	0,0297	0,44
Северо-Атлантиче- ское течение	1	0,241	0,038	1,39
	2	0,312	0,0135	0,67
Канарское течение	2a	—	0,0027	0,11
	3	0,14	0,0050	0,11
	3a	—	0,0057	0,124
	4	0,47	0,0105	0,76
	4a	—	0,0087	0,62
	4b	—	0,0061	0,431
	5	0,543	0,0053	0,0432
	6	0,545	0,00204	0,167
	7	0,362	0,0048	0,261
	7a	—	0,00165	0,206
Северное Экваториальное течение	8	0,426	0,0027	0,173
	9	0,615	0,0106	0,98
	10	0,213	0,00434	0,158
	10a	—	0,0098	0,358
	10b	—	0,028	1,022
	10в	—	0,296	1,085
	11	0,435	0,022	1,43
	11a	—	0,0495	1,76
	12	0,23	0,0486	1,68
	12a	0,203	0,73	2,81
	12b	0,78	0,0292	3,41
	13	5,7	0,00058	0,495
	13a	—	0,0022	0,415
	14	1,24	0,00227	0,424
	14a	—	0,00255	0,185
	15	0,511	0,00184	0,133
	15a	—	0,00211	0,092
	16	0,292	0,00167	0,073
	16a	—	0,0036	0,114



Т а б л и ц а 2 (продолжение)

Местоположение станции (море, океаническое течение)	Номер станции	Величина коэффициента, рассчитанного до глубины 0—150 м	Суточная продукция в пробе воды с поверхности, мгС/л	Суточная продукция под 1 м <sup>2</sup> водной поверхности, гС/м <sup>2</sup>
Экваториальное противотечение	17	0,207	0,0063	0,197
	18	0,312	0,0078	0,37
Южное Экваториальное течение	18a	—	0,00117	0,141
	19	0,8	0,00092	0,051
	19a	—	0,0008	0,16
	20	1,52	0,00083	0,189
	20a	—	0,00143	0,028
	21	0,481	0,000475	0,032
	21a	—	0,00035	0,024
	21b	—	0,0044	0,311
	21в	—	0,0059	0,401
	22	0,347	0,000605	0,347
	23	0,91	0,00102	0,141
	24	0,751	0,0012	0,136
	24a	—	0,0013	0,156
	25	0,77	0,00056	0,064
	26	0,77	0,000505	0,057
	26a	—	0,0011	0,0315
Северное Экваториальное течение	27	0,188	0,0013	0,0294
	28	0,55	0,000097	0,008
	28a	—	0,00071	0,086
	29	0,815	0,00131	0,172
	29a	—	0,00097	0,0585
Саргассово море	30	0,426	0,0066	0,040
	30a	—	0,0008	0,051
	31	1,4	0,00018	0,038
	31a	—	0,000109	0,0099
	32	0,61	0,00092	0,085
	33	0,64	0,000134	0,0138
	34	0,63	0,00069	0,065
	34a	—	0,00056	0,029
	35	0,346	0,00019	0,010
	36	0,67	0,00134	0,102
Северо-Атлантическое течение	36a	—	0,0045	0,45
	37	0,73	0,00124	0,136
	37a	—	0,00264	0,326
	38	0,83	0,00136	0,17
	39	0,37	0,00162	0,09
	39a	0,43	0,00292	0,19

Т а б л и ц а 2 (окончание)

Местоположение станции (море, океаническое течение)	Номер станции	Величина коэффициен- та, рассчи- танного до глубины 0—150 м	Суточная продукция в пробе воды с поверхности, мгС/л	Суточная продукция под 1 м <sup>2</sup> водной поверхности, гС/м <sup>2</sup>
Северо-Атлантиче- ское течение	40	0,63	0,0057	0,54
	41	0,56	0,00125	0,114
	42	0,395	0,0036	0,216
	43	0,57	0,00535	0,455
	43а	—	0,007	0,33
	44	0,29	0,0057	0,25
	44а	—	0,0046	0,27
	45	0,376	0,0054	0,308
	45а	—	0,013	0,57
	46	0,335	0,0153	0,765
	47	0,135	0,435	0,88
Английский канал	48	0,26	0,129	0,51
	49	0,18	0,017	0,32
	49а	—	0,067	1,8
	49б	—	0,131	3,5
Северное море	49в	—	0,0134	0,36

А. П. ЩЕРБАКОВ

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ЖИВОТНОГО НАСЕЛЕНИЯ  
ПРИБРЕЖНЫХ ЗАРОСЛЕЙ ГЛУБОКОГО ОЗЕРА**

*(Биологическая станция на Глубоком озере Института морфологии  
животных АН СССР; Москва)*

Изучение продуктивности животного населения зарослей вообще очень отстало по сравнению с изучением продуктивности планктона и бентоса. Если планктону и бентосу посвящено множество работ, то можно назвать лишь несколько исследований, в которых уделяется специальное внимание продуктивности животного населения зарослей макрофитов (Барышева, 1938; Бут, 1940; Липин и Липина, 1949; Масан, 1949).

В последнее время во вновь возникших рыбоводных водоемах многочисленных нерестово-вырастных хозяйств наряду с планктоном и бентосом также стали систематически учитывать и животное население зарослей макрофитов (Яблонская, 1953; Баклановская, 1953, 1956; Мордухай-Болтовской 1954а; Хорошко, 1956). Кроме этих исследований, есть довольно много работ, авторы которых проводили количественный учет животных в зарослях, но не с целью определения продуктивности, а для решения главным образом биоценологических вопросов (например, Карзинкин, 1926—1927). Данные других авторов, пытавшихся характеризовать продуктивность зарослей, приведены в такой форме, что не могут быть использованы для сравнительных целей (Krecker, 1939; Rosine, 1955).

Для Глубокого озера довольно детально освещена биологическая продуктивность открытой его части (Щербаков, 1951, 1953, 1955, 1956, 1957). Гораздо слабее изучена в этом отношении прибрежная зона водоема, занятая в основном зарослями водных растений. В ней пока исследованы только продуктивность растительных сообществ (Щербаков, 1950) и водорослевых обрастаний макрофитов (Ассман, 1953).

В настоящей работе сделана попытка охарактеризовать продуктивность животного населения прибрежных зарослей Глубокого озера.

При этом все внимание сосредоточено на изучении фауны собственно зарослей, т. е. животных, обитающих в свободной воде между растениями на растениях; бентос же остался почти не затронутым, хотя некоторый материал для ознакомления с ним был собран. Первые же наблюдения показали, что фауна зарослей Глубокого озера бедна крупными животными, а потому для правильной характеристики ее продуктивности пришлось обратить внимание на более мелкие организмы, главным образом на веслоногих (исключая науплиусов) и ветвистоусых ракообразных.

Количественный учет фауны зарослей водных растений связан с гораздо большими трудностями, чем количественный учет зоопланктона

и зообентоса. Это обусловлено прежде всего сложностью видового состава животного населения макрофитов. Помимо бентоса на дне и планктона в участках свободной воды, в зарослях все подводные части растений покрыты перифитоном, в состав которого входят многочисленные, по большей части микроскопические, организмы, а в тканях растений живут минирующие формы. Наконец в зарослях обычно встречаются различные сравнительно крупные животные, которые не входят в состав ни одной из упомянутых группировок (моллюски, крупные личинки разных насекомых, клещи, пиявки, личинки и мальки рыб)<sup>1</sup>. Если учесть при этом, что сами водные растения весьма разнообразны (полупогруженные, подводные и плавающие на поверхности воды), то станет очевидной невозможность предложить какой-либо один универсальный метод количественного учета фауны зарослей.

Имеющийся в этом отношении опыт далеко еще недостаточен, поэтому для более полного охвата названной фауны приходится применять разнообразные приемы как сбора материала, так и его обработки. В сущности сейчас идут только еще поиски соответствующих методов, и почти каждый исследователь пользуется своими приемами. В связи с этим придется довольно подробно описать примененную в настоящей работе методику.

### МЕТОДИКА

Для выбора наиболее удовлетворительных приемов сбора и обработки материала были проведены ориентировочные наблюдения в течение 1954 г. На протяжении следующих двух лет был собран и обработан основной материал, причем в 1955 г. главное внимание уделялось фауне зарослей полупогруженных растений — хвоща и тростника (обработано, соответственно, 47 и 40 проб), а в 1956 г. — фауне растений с плавающими листьями — кубышки (обработано 68 проб). Эти заросли были выбраны как наиболее распространенные на Глубоком озере. По данным исследования, проведенного на Глубоком озере в 1946 г. (Щербаков, 1950), биомасса хвоща, тростника и кубышки вместе составляла по сырому весу более 90% всей массы макрофитов.

При работе в зарослях полупогруженных растений крупные и мелкие животные собирали порознь.

В первом случае при помощи деревянной рамки отграничивали участок площадью 0,5 м<sup>2</sup>. Затем растения внутри рамки подрезали у самого дна, обычно небольшой острой косой, после чего весь объем воды в пределах намеченного участка облавливали сетью из очень редкого мельничного сита, с площадью входного отверстия 0,5 м<sup>2</sup>. При этом сетью захватывались и все срезанные растения. Не вынимая сеть полностью, а только приподняв из воды верхний обруч, энергичным взбалтыванием промывали ее содержимое. Потом растения выбирали, а сеть извлекали из воды и весь улов переносили в большой кристаллизатор. Полученную пробу сортировали по частям, при этом пинцетом отбирали всех легко видимых невооруженным глазом животных. Собранный материал фиксировали 10%-ным формалином. Дальнейшая обработка его состояла в подсчете и взвешивании на торсионных весах организмов по систематическим группам.

<sup>1</sup> Личинок и мальков рыб не учитывали. Они отличаются большой подвижностью и для их количественного учета требуются особые приемы, из которых наиболее перспективны мечение радиоактивными изотопами и статистический анализ уловов при повторном вылове меченых особей.



Во втором случае применяли несколько видоизмененный прибор Ляхновича (Щербаков, 1959). Цилиндр этого прибора имел площадь поперечных Глубокого озера можно было облавливать весь столб воды в предглубже 120 см. При взятии проб в свободной воде между растениями прибор погружали с таким расчетом, чтобы нижнее его отверстие не доходило до дна на 10—15 см. Это необходимо, чтобы при закрывании прибора крышка его не взмучивала грунт. Закрытый прибор поднимали в лодку, воду переливали в ведро, процеживали через планктонную сеть и полученную пробу также фиксировали 10%-ным формалином. Дальнейшую обработку таких проб проводили, подобно планктону, в камере Кольквитца.

При сборе фауны обрастаний надводную часть растения осторожно обрезали<sup>1</sup>; а на подводную часть надевали цилиндр прибора так, чтобы его нижний конец отстоял от дна на 10—15 см. Затем резким рывком вверх рукоятки прибора нижнее отверстие его закрывали крышкой; при этом острый край цилиндра перерезал стебель. Таким образом удавалось захватить не только стебель полупогруженного растения, но и мягкие погруженные растения, главным образом элодею, которая росла на облавливаемом участке. (При работе в зарослях тростника во вторую половину лета, когда стебли оказывались очень твердыми, их приходилось перед закрыванием прибора предварительно перерезать у дна.) Затем в лодке воду вместе с растениями переливали из прибора в ведро. В лаборатории весь перифитон с растений счищали мягкой зубной щеткой, сгущали процеживанием через планктонную сеть и фиксировали 10%-ным формалином. Просмотр и выборку животных проводили под лупой. Пробу с очень большим количеством организмов переливали в широкую чашку Петри с дном, разграфленным на восемь равных секторов. И только после равномерного распределения осадка по дну чашки в одном или нескольких секторах выбирали пипеткой всех животных. Отобранные организмы сортировали по систематическим группам и подсчитывали, как планктон.

В зарослях кубышки отдельно собирали животных с черешков, нижней поверхности листьев и из толщи свободной воды между растениями. Для сбора черешков кубышки с обитающими на их поверхности животными использовали прибор Ляхновича (после удаления листа). Во втором случае под лист очень осторожно подводили кристаллизатор, затем перерезали черешок и отделенный лист быстро поднимали с сосудом и некоторым объемом воды в лодку. Дальнейшую работу с этими пробами проводили так, как это описано для обрастаний. Животных в толще свободной воды между растениями тоже собирали прибором Ляхновича, при этом всегда брали две пробы: одну в том месте, где поверхность воды свободна от растений, а вторую — под листьями кубышки. В последнем случае облавливали столб воды у самого черешка сразу после осторожного, но быстрого удаления листа. Две пробы оказывались необходимыми потому, что обитающие в толще воды ракообразные нередко более многочисленны под листьями, чем на участках свободной воды, что было обнаружено еще С. Д. Муравейским (1923).

Из сказанного должно быть ясно, почему пришлось отказаться от применения таких орудий количественного сбора фауны в зарослях, как

<sup>1</sup> Как показали предварительные наблюдения, отрезать надводную часть растений и плавающие листья следует очень осторожно, избегая рывков и толчков, так как иначе многие животные, находящиеся на стеблях и в обрастаниях, уплывают.

драга В. И. Бута (1938) или зарослесчерпатель А. И. и Н. Н. Лициных (1939). Первый не позволяет сразу обловить растения во всей толще воды, а второй хорошо работает только в зарослях мягких, погруженных макрофитов, которые слабо представлены на Глубоком озере.

Летом 1954 г. пришлось столкнуться с примерами резкой неравномерности горизонтального распределения *Polyphemus pediculus*, когда в пределах небольшой заросли хвоща в одних пробах он совсем отсутствовал, а в других, взятых в совершенно сходных условиях, его численность достигала 400 экз/л. Однако *P. pediculus* составляет в этом отношении исключение; другие животные распределены более равномерно.

Все сообщаемые ниже данные получены на основании изучения соответствующих объединенных средних количественных проб, состоящих из двух, а иногда трех проб, взятых на разных глубинах в пределах заросли определенного типа. При этом цифры характеризуют только население собственно зарослей, так как организмы бентоса, встречающиеся на дне среди макрофитов, не учитывали. В составе микроскопической фауны зарослей не были учтены коловратки, простейшие, нематоды, гастротрихи.

Средняя густота зарослей хвоща, по многочисленным подсчетам в разных участках, составляла 200 стеблей на 1 м<sup>2</sup>. В действительности даже в одной и той же точке зарослей число стеблей на единицу площади не остается постоянным: в начале лета оно увеличивается, а во вторую половину уменьшается. Это происходит потому, что после вскрытия озера подводные части прошлогоднего отмершего хвоща оказываются целыми. Таким образом, первое время заросль состоит из одних мертвых стеблей. Потом появляются стебли молодого хвоща, но старый еще сохраняется; в результате число стеблей на единицу площади увеличивается почти вдвое (в среднем до 350 на м<sup>2</sup>). Затем, по мере разложения мертвых стеблей и их погружения на дно, густота заросли уменьшается до такой, какая наблюдалась сразу после вскрытия озера. При взятии проб прибором Ляхновича облавливался столб воды сечением 1/200 м<sup>2</sup>, следовательно, численность фауны на 1 м<sup>2</sup> зарослей хвоща можно получить простым умножением на 200 среднего числа животных в пробе.

Несколько сложнее были расчеты для зарослей тростника, до июня состоявших только из прошлогодних стеблей, среднее число которых равнялось 30 экз/м<sup>2</sup>. Когда появились молодые растения, средняя густота зарослей (старых и молодых вместе) составила 65 стеблей и оставалась неизменной до конца сезона, так как на Глубоком озере прошлогодние стебли тростника почти полностью сохраняются до глубокой осени. Для получения данных о численности фауны на 1 м<sup>2</sup> зарослей тростника, кроме числа животных в пробах самого растения, следовало учитывать их в пробах, взятых в участках свободной воды между стеблями тростника. Это достигалось складыванием произведения от умножения среднего числа животных в пробах тростника в мае и первой половине июня на 30 с произведением от умножения среднего числа животных в пробах свободной воды на 170; с появлением молодых стеблей коэффициенты изменялись соответственно на 65 и 135.

Среднюю численность фауны на 1 м<sup>2</sup> зарослей кубышки тоже вычисляли складыванием произведений от умножения средних чисел животных, отловленных на листе, черешке и в свободной воде между растениями, на соответствующие им средние числа, т. е. на 13, 16 (число черешков больше числа листьев на 1 м<sup>2</sup>, так как учитывали и цветы) и 184 (не 200 потому, что на 1 м<sup>2</sup> облавливаемого столба приходилось 16 черешков). При подсчете ракообразных в смывах с поверхности листьев кубышки

пелагические виды не учитывали, так как они попадали в пробы с водой, зачерпывавшейся кристаллизатором при извлечении листьев из озера. Биомассу мелких животных во всех пробах вычисляли по таблицам стандартных весов, опубликованным С. Н. Уломским (1951, 1955) и Ф. Д. Мордухай-Болтовским (1954б). Для этого в процессе подсчета таких животных (мелкие личинки хирономид и олигохеты, самые молодые стадии личинок ручейников и поденок, а также все ракообразные) окуляр-микрометром измеряли длину, а у личинок хирономид и олигохет и ширину 30—40 экз. и вычисляли средние размеры. Для веслоногих и некоторых ветвистоусых ракообразных вес определяли по ранее найденным формулам (Щербаков, 1952, 1956).

### КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАРОСЛЕЙ И ИХ ФАУНЫ

Прибрежные заросли на Глубоком озере занимают около 8% всей его площади. При исследовании продуктивности этих зарослей в 1946—1947 гг. было найдено 16 видов водных растений (Щербаков, 1950), но по биомассе и по занимаемой площади господствующими были хвощ *Equisetum heliocharis* Ehrh., тростник *Phragmites communis* Trin. и кубышка *Nuphar luteum* Sm. От общей биомассы всех макрофитов на долю первого вида приходился (по сырому весу) почти 71%, второго — 14,5% и третьего — 5,5%. Таким образом, все остальные виды растений вместе составляли менее 10%. Поэтому при изучении животного населения зарослей Глубокого озера все внимание было сосредоточено на зарослях, в которых господствуют именно эти три вида.

Со времени обследования зарослей в 1946 г. в озере произошло широкое расселение элодеи (*Elodea canadensis* L. C. Rich.). До того она была найдена только в виде небольшой куртинки на песчаном дне как раз против биологической станции. Ранее, при специальном исследовании водной растительности (Воронков и Троицкий, 1907; Филиппов, 1910), элодею в Глубоком озере вообще не отмечали. К 1954 г. она распространилась по всем зарослям хвоща и тростника, а кое-где образовала небольшие участки чистых зарослей. Поэтому сейчас доля погруженных растений в общей биомассе макрофитов Глубокого озера должна быть значительно большей, чем 10%; значительно больше стала благодаря развитию элодеи и общая продукция макрофитов.

Вдоль всего восточного берега главного плеса озера и залива, а также против северо-западного берега главного плеса и северного берега залива тянутся с небольшими перерывами заросли хвоща и тростника. Они приурочены к тем местам, где грунт образован песком разной степени заиленности, при этом тростник лучше развивается на сравнительно чистом и грубом песке с примесью камней, а хвощ — в местах более заиленных. В настоящее время уже почти нигде не осталось участков чистых зарослей этих растений, так как везде до глубины 0,6—0,8 м среди хвоща и тростника расселилась элодея. Помимо элодеи, обычно на более глубоких местах, к хвощу и тростнику примешиваются и другие плавающие и погруженные гидрофиты, которые заходят на большие глубины, чем погруженные растения, образуя внешнюю кайму зарослей.

Вдоль западного и юго-западного берегов главного плеса тянутся заросли растений с плавающими листьями. Такие же заросли, но отдельными пятнами, встречаются против западного берега залива и южного берега главного плеса; эти заросли приурочены к заболоченным, резко обрывающимся в воду берегам. Грунт там везде образован перекрытым торфом с примесью крупных древесных остатков. Господствующим видом



в этих зарослях оказывается кубышка, но во многих местах к ней припе­шиваются другие растения с плавающими листьями, главным образом гречиха земноводная (*Polygonum amphibium* L.). Погруженных растений нет.

Фауна зарослей Глубокого озера в видовом отношении изучена до сих пор недостаточно. Не выяснен систематический состав ряда важных групп: личинок хирономид, жуков, стрекоз и поденок; для ручейников есть небольшой список А. В. Мартынова (1907), составленный только для взрослых стадий. Лучше изучена фауна моллюсков (Сидоров, 1907; Козловская, 1956), олигохет (Удальцов, 1907; Малевич, 1940; Сокольская, 1951), а также ветвистоусых ракообразных (Новиков, 1907; Муравейский, 1923). Довольно обширный список животных, найденных в зарослях Глубокого озера, приведен С. Н. Дуплаковым (1933) в монографии, посвященной перифитону Глубокого озера. Но этим автором достаточно полно перечислены только микроскопические формы, а более крупные, случайные в перифитоне, но типичные в фауне зарослей, отмечены не были.

Обработка материалов 1954—1956 гг. в систематическом отношении еще не закончена, а потому ограничусь некоторыми общими замечаниями о фауне зарослей Глубокого озера. Эта фауна в общем бедна формами крупными — легко видимыми невооруженным глазом. Совершенно отсутствуют высшие ракообразные. Разнообразные в видовом отношении моллюски настолько малочисленны, что они совсем не учитывались, так как даже в пробах, взятых с площади 0,5 м<sup>2</sup>, они далеко не всегда попадались. Количественно бедны все водные личинки насекомых (за исключением хирономид). Особенно малочисленны личинки крупных видов жуков, стрекоз, ручейников и поденок. Из ручейников в перифитоне довольно регулярно встречаются лишь очень мелкие личинки из рода *Orthotrichia*. Количественно богаты и разнообразны по видовому составу в зарослях личинки хирономид, но по численности среди них господствуют только *Cricotopus* ex gr. *silvestris* F., *Tanytarsus* spp., *Corynoneura* sp. и *Psectrocladius* sp. Личинки хирономид живут в основном среди перифитона, однако некоторые минируют растения. Наряду с личинками хирономид многочисленны в зарослях олигохеты; это разнообразные представители семейства *Naididae*, среди которых наиболее обычно *Stylaria lacustris* L. и *Ripistes parasita* (O. Schm.). Из микрофауны в основном учитывали низших ракообразных (исключая науплиусов). К микрофауне следует, в сущности, отнести также мелких личинок хирономид и мелких олигохет, которые, как и ракообразные, подсчитывались под микроскопом.

Фауна ракообразных в зарослях богата видами и числом особей и составляет значительную часть животного населения зарослей. Она складывается из двух различных групп.

Одну составляют пелагические виды, попадающие в заросли из открытого озера. Из веслоногих это *Diaptomus graciloides* Lill. и *Mesocyclops leuckarti* (Claus), а из ветвистоусых — *Daphnia cucullata* Sars, *Bosmina longirostris* (O. F. M.), *Diaphanosoma brachyurum* (Liévin) и *Ceriodaphnia pulchella* Sars. Все эти виды и в зарослях ведут планктонный образ жизни, населяя пространство свободной воды между растениями.

Другую группу образуют зарослевые формы, которые ограничены в своем распространении зоной прибрежных зарослей и в открытом озере не встречаются; они тесно связаны с макрофитами и покрывающим их перифитоном. В видовом отношении эта группа очень разнообразна, но значительного количественного развития достигают лишь *Eucyclops macrurus* (Sars), *Alona* spp., *Alonella nana* Baird, *Acroperus harpae* Baird, *Chydorus sphaericus* O. F. M., *Graptoleberis testudinaria* (Fischer), *Pera-*



канта truncata O. F. M. и Polyphemus pediculus L. К перечисленным видам следует добавить малочисленных Macrocylops albidus (Jur.), Eurycercus lamellatus O. F. M. и Sida crystallina O. F. M., которые из-за крупных размеров иногда заметно увеличивают общую биомассу. Harpacticoida и Ostracoda количественно

Naupacticoida и Ostracoda заметно увеличивают общую биомассу. не находят в Глубоком озере количественно бедны; последние, вероятно, минерализации воды и довольно высоких условий из-за очень низкой ществ.

Эта общая характеристика животного населения прибрежных зарослей составлена на основании наблюдений 1954—1956 гг. В отдельные годы в составе фауны, а главное в количестве отдельных ее представителей, наблюдаются большие отклонения. Так, *Polyphemus pediculus* был очень многочислен в 1954 г., а в 1955 и 1956 гг. он встречался лишь единично. Совсем не упомянутые в общей характеристике мипанки иногда бывают очень обильны. Например, в конце лета 1952 г. в очень большом количестве встречались колонии *Cristatella mucedo* Cuvier преимущественно на стеблях *Potamogeton natans*, а также и на других макрофитах, но в меньшем количестве. В отдельные годы очень пышно развиваются на микрофитах бадяги (*Spongillidae*).

## ЧИСЛЕННОСТЬ И БИОМАССА ЖИВОТНЫХ

В зарослях хвоща наблюдения были начаты в первые же дни после вскрытия озера. На отмерших стеблях прошлогоднего хвоща сразу очень пышно начинает развиваться перифитон, представленный почти исключительно одними водорослями. Быстрому и обильному их развитию в это время способствуют благоприятные световые условия, так как у мертвого хвоща нет надводной части, оказывающей затеняющее действие.

Несмотря на обильный растительный перифитон, фауна прошлогодних зарослей хвоща в мае оказывается количественно беднее, чем в первой половине июня, когда молодой хвощ настолько подрастает, что его верхушки почти везде приближаются к поверхности воды и заросли достигают наибольшей густоты. В это время общая биомасса животных не превышает  $2 \text{ г/м}^2$ , а численность — нескольких десятков тысяч экземпляров на  $1 \text{ м}^2$ . Резкое возрастание численности и биомассы животных происходит с конца июня, главным образом за счет личинок хирономид и ракообразных. С этого периода и до середины сентября общая численность животных измеряется сотнями тысяч экземпляров на  $1 \text{ м}^2$ , а биомасса не бывает меньше  $6 \text{ г/м}^2$ . С конца сентября наблюдается отчетливое уменьшение количества животных (табл. 1 и 2).

Кажущееся несоответствие между изменениями численности и изменениями биомассы животных той или иной группы объясняется тем, что в ряде случаев на величину биомассы сильно влияют единичные редкие находки крупных форм с большим весом. Так, значительная биомасса группы «прочие насекомые» 11 июня объясняется наличием в пробе всего одной, но очень крупной личинки плавунца весом 0,35 г. Большая биомасса ветвистоусых ракообразных 15 октября получилась благодаря сравнительно немногочисленному, но достигшим к этому времени крупных размеров *Eurysercus lamellatus*.

В зарослях тростника наблюдения были начаты также сразу после вскрытия озера. В отличие от хвоща весенний перифитон на стеблях пропудного тростника беден. Численность и биомасса животных в это время в зарослях тростника меньше, чем в хвоще, в среднем в два и четыре раза соответственно. Лишь в конце июня, когда густота зарослей тростника

Т а б л и ц а 1

Численность животных в зарослях хвоща Глубокого озера  
(тыс. экз/м<sup>2</sup>)

Организмы	Дата										
	18.V	31.V	11.VI	26.VI	7.VII	25.VII	12.VIII	26.VIII	11.IX	30.IX	15.X
Личинки хирономид	3,2	2,1	3,9	72,0	42,0	29,3	20,1	13,3	14,3	17,0	19,2
Прочие насекомые	0,07	0,02	0,18	0,02	0,46	0,03	0,90	0,70	0,50	0,60	0,16
Ракообразные	9,3	24,6	69,6	381,0	298,3	257,1	170,4	177,7	195,6	56,1	128,3
Олигохеты	1,2	3,9	4,6	10,5	12,0	7,6	8,3	7,8	13,5	7,9	13,5
Пиявки	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	—	—
Клещи	0,03	0,03	0,04	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03
Всего	13,8	30,7	78,3	463,5	352,8	294,1	199,7	199,5	223,9	81,6	161,2

Т а б л и ц а 2

Биомасса животных в зарослях хвоща (сырой вес, г/м<sup>2</sup>)

Организмы	Дата										
	18.V	31.V	11.VI	26.VI	7.VII	25.VII	12.VIII	26.VIII	11.IX	30.IX	15.X
Личинки хирономид	0,44	0,58	0,34	2,72	3,93	3,62	2,91	1,79	1,17	2,10	1,34
Прочие насекомые	0,12	0,21	0,70	0,22	0,24	0,73	0,56	1,63	1,77	0,70	0,91
Ракообразные	0,15	0,24	0,70	5,46	1,86	1,85	1,84	1,39	3,11	0,68	2,66
Олигохеты	0,10	0,35	0,12	0,37	0,29	1,45	1,93	0,78	3,78	0,48	0,81
Пиявки	0,32	0,48	0,11	0,03	0,07	0,07	0,08	0,36	0,27	—	—
Клещи	0,09	0,16	0,21	0,07	0,04	0,07	0,05	0,02	0,08	0,10	0,07
Всего	1,22	2,02	2,18	8,87	6,43	7,79	7,37	5,97	10,18	4,06	5,79

значительно увеличилась вследствие появления молодых растений и когда на последних полностью развился перифитон, численность и биомасса животных заметно возросли. В дальнейшем количество животных еще несколько увеличилось главным образом за счет ракообразных, а к концу сентября наметилось уже заметное снижение обоих показателей (табл. 3, 4).

Большая биомасса животных, объединенных в группу «прочие насекомые», обусловлена 23 августа наличием в пробе крупной личинки плавунца весом 0,48 г.

Сравнение приведенных четырех таблиц показывает, что численность и биомасса как всех животных вместе, так и по отдельным группам значительно меньше в зарослях тростника, чем в зарослях хвоща. Это в первую очередь обусловлено меньшим числом стеблей тростника, а следовательно, и меньшей поверхностью растительного субстрата под водой (0,7—1,5 м<sup>2</sup> в зарослях тростника против 2,5—4,3 м<sup>2</sup> в зарослях хвоща).

Численность животных в зарослях тростника Глубокого озера  
(тыс. экз/м<sup>2</sup>)

Т а б л и ц а 3

Организмы	Дата									
	16.V	31.V	15.VI	27.VI	12.VII	9.VIII	23.VIII	8.IX	30.IX	17.X
Личинки хирономид	0,9	0,5	3,4	7,7	18,1	9,2	5,6	4,7	2,4	0,8
Прочие насекомые и клещи . . . . .	0,05	0,04	0,06	0,07	0,17	0,11	0,26	0,10	0,06	0,04
Ракообразные . . . . .	3,4	18,9	40,2	60,7	161,8	144,2	92,5	102,1	52,2	44,3
Олигохеты . . . . .	0,2	1,8	2,1	1,7	9,1	5,4	3,3	1,4	0,8	0,2
В с е г о . . . . .	4,5	21,2	45,8	70,2	189,2	158,9	101,7	108,3	55,5	45,3

Т а б л и ц а 4

Биомасса животных в зарослях тростника (сырой вес, г/м<sup>2</sup>)

Организмы	Дата									
	16.V	31.V	15.VI	27.VI	12.VII	9.VIII	23.VIII	8.IX	30.IX	17.X
Личинки хирономид	0,08	0,17	0,21	0,66	0,77	0,71	0,58	0,60	0,42	0,25
Прочие насекомые и клещи . . . . .	0,14	0,17	0,15	0,59	0,62	0,79	1,37	0,44	0,27	0,17
Ракообразные . . . . .	0,06	0,11	0,38	0,64	1,23	1,42	0,97	0,89	0,56	0,61
Олигохеты . . . . .	0,02	0,05	0,08	0,15	0,27	0,17	0,09	0,07	0,05	0,02
В с е г о . . . . .	0,30	0,50	0,82	2,04	2,89	3,09	3,01	2,00	1,30	1,05

на 1 м<sup>2</sup> площади зарослей), необходимого для существования зарослевой фауны. Кроме того, на стеблях как прошлогоднего, так и нового тростника перифитон гораздо слабее развит, чем на стеблях хвоща, на что указывал еще Г. С. Карзинкин (1926—1927). Возможно, что меньшая продуктивность зарослей тростника обусловлена также и тем, что прошлогодний отмерший тростник выделяет в воду токсические для животных вещества, как это было показано Ф. А. Гуревичем (1948) и В. С. Ивлевым (1950). В зарослях тростника, как и в хвоще, руководящими группами фауны являются ракообразные и личинки хирономид, причем вторые уже в основном уступают первым и по биомассе, а не только по численности, как в зарослях хвоща. Олигохет еще меньше, чем в хвоще, а пиявки в зарослях тростника так редки, что никакой роли в образовании биомассы не играют.

Видовой состав животных, населяющих заросли тростника и хвоща, по-видимому, одинаков. Впрочем, пока это можно утверждать с уверенностью только в отношении ракообразных, так как виды других групп фауны полностью еще не определены.

В зарослях кубышки сборы были начаты в начале июня, когда основная масса листьев достигла поверхности воды и развернулась, и продолжались до середины октября, когда значительная часть листьев уже сгнила и заросли сильно поредели. В отличие от зарослей хвоща и тростника для зарослей кубышки характерно, что в фауне и по численности и по биомассе господствуют только одни ракообразные, среди которых на первом месте стоят веслоногие.

Это объясняется тем, что для зарослей кубышки особенно характерно наличие большого объема свободной воды. В целом ее листья и черешки создают весьма небольшую поверхность подводного растительного субстрата (0,9 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>2</sup> площади зарослей), а потому роль животных, входящих в состав перифитона и вообще связанных с твердым субстратом, в зарослях этого растения оказывается гораздо меньшей, чем в зарослях погруженных макрофитов. Зато организмы пелагиали не встречают серьезных препятствий к проникновению в заросли. Действительно, среди веслоногих господствуют планктонные *Diaptomus graciloides* и *Mesocyclops leuckarti*.

Как видно из табл. 5 и 6, численность всех групп фауны в зарослях кубышки меньше, чем в зарослях тростника и тем более хвоща. Так, их

Т а б л и ц а 5

Численность животных в зарослях кубышки Глубокого озера (тыс. экз/м<sup>2</sup>)

Организмы	Дата									
	10.VI	16.VI	28.VI	9.VII	27.VII	10.VIII	24.VIII	9.IX	21.IX	15.X
Личинки хирономид	1,1	1,4	3,2	5,2	6,8	3,2	3,2	4,0	1,7	0,5
Прочие насекомые и клещи . . . . .	0,03	0,02	0,04	0,07	0,12	0,06	0,07	0,08	0,07	0,04
Ракообразные . . . . .	36,0	41,0	84,7	78,4	45,3	69,3	33,2	54,1	34,7	10,6
Олигохеты . . . . .	0,7	0,9	0,5	4,6	1,5	0,4	0,9	0,7	0,6	0,2
Всего . . . . .	37,8	43,3	88,4	88,2	53,7	72,9	37,4	58,9	37,1	11,3

Т а б л и ц а 6

Биомасса животных в зарослях кубышки (сырой вес, г/м<sup>2</sup>)

Организмы	Дата									
	10.VI	16.VI	28.VI	9.VII	27.VII	10.VIII	24.VIII	9.IX	21.IX	15.X
Личинки хирономид	0,02	0,07	0,17	0,36	0,82	0,56	0,32	0,05	0,08	0,04
Прочие насекомые и клещи . . . . .	0,17	0,09	0,73	0,08	0,53	0,21	0,31	0,19	0,17	0,08
Ракообразные . . . . .	0,25	0,42	1,03	1,05	1,24	1,66	0,56	0,43	0,21	0,30
Олигохеты . . . . .	0,02	0,03	0,01	0,09	0,16	0,06	0,12	0,08	0,07	0,02
Всего . . . . .	0,46	0,61	1,94	1,58	2,75	2,49	1,31	0,75	0,53	0,44



общая численность за все время наблюдения ни разу не достигла 100 тыс. экз/м<sup>2</sup>, а общая биомасса лишь в конце июля и начале августа была больше 2 г/м<sup>2</sup>, но ни разу не достигала 3 г/м<sup>2</sup>.

Животное население зарослей кубышки по видовому составу значительно беднее, чем зарослей полупогруженных растений, причем это справедливо по отношению ко всем изученным группам организмов. Из насекомых в зарослях кубышки почти не встречаются личинки поденок, стрекоз и жуков-плавунцов, но зато личинки вислокрылок, хотя и в небольшом количестве, но приурочены именно к этим зарослям. Ракообразные представлены почти всеми пелагическими видами, свойственными эпилимниону Глубокого озера; среди зарослевых видов в заметном количестве встречаются лишь немногие: *Sida crystalina*, *Peracantha truncata* и *Graptoleberis testudinaria*. Как известно, *S. crystalina* принадлежит к наиболее характерным обитателям зарослей растений с плавающими листьями. На Глубоком озере этот вид почти не встречается в зарослях хвоща и тростника.

### СРАВНЕНИЕ БИОМАССЫ ЖИВОТНЫХ В ЗАРОСЛЯХ РАЗЛИЧНЫХ МАКРОФИТОВ И РАЗНЫХ ВОДОЕМОВ

Уже из сказанного выше ясно, что продуктивность животного населения в зарослях разных водных растений на Глубоком озере очень различна. Еще отчетливее это различие выступает при непосредственном сопоставлении среднемесячных величин общей биомассы животных в зарослях хвоща, тростника и кубышки (см. рисунок).

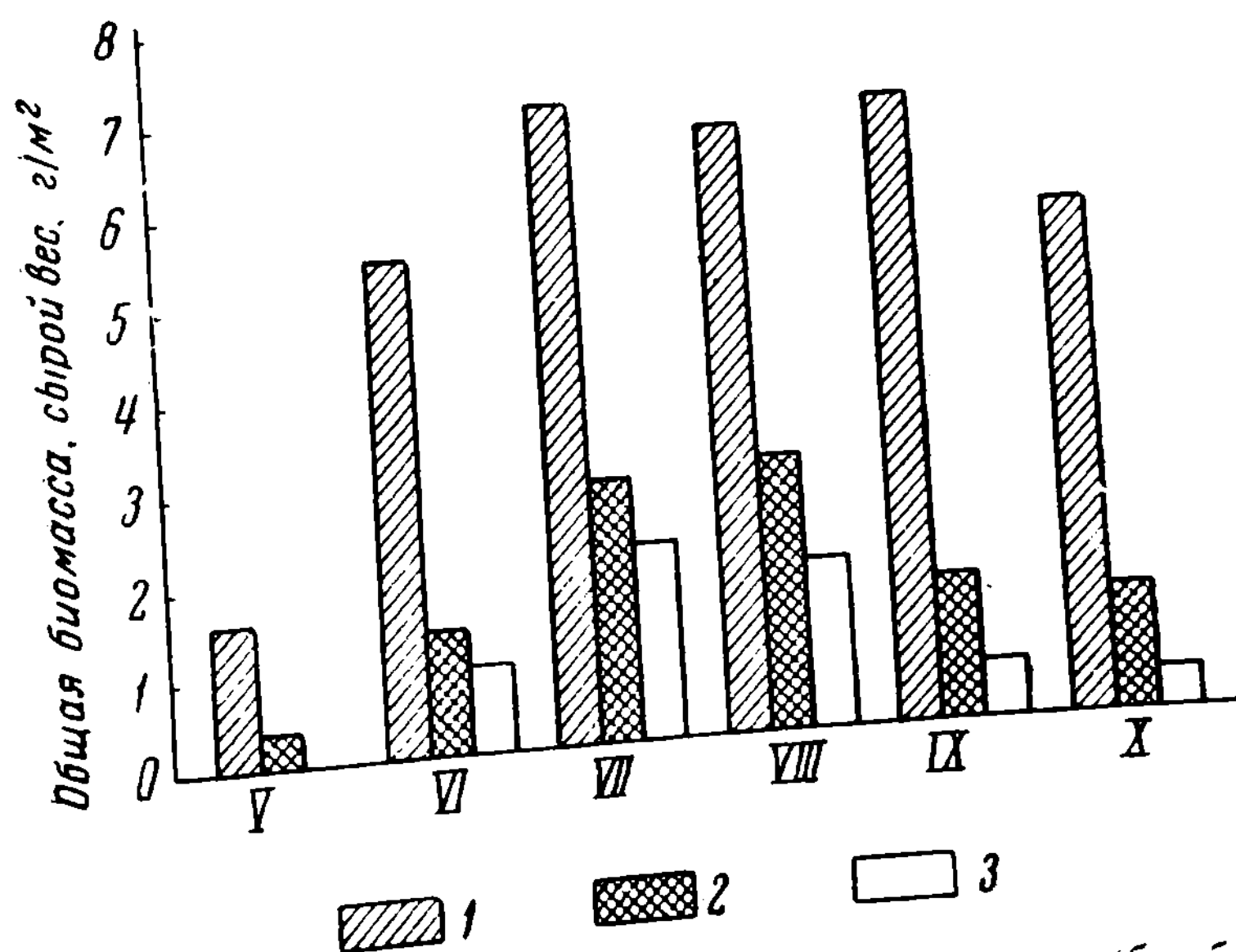


Рис. 1. Сезонные изменения общей биомассы животных (без бентоса) в зарослях Глубокого озера

1 — хвощ; 2 — тростник; 3 — кубышка

В табл. 7 приводятся сравнительные данные о биомассе животных в зарослях Глубокого озера и некоторых других водоемов, в которых был проведен количественный учет фауны зарослей тех же видов макрофитов.

Рассматривая табл. 7, приходится сделать вывод о количественной бедности фауны зарослей Глубокого озера, тем более, что в этом озере она в значительной части состоит из ветвистых и веслоногих ракооб-

разных, которые в других водоемах не были учтены. Из таблицы видно также, какое большое влияние оказывает на величину общей биомассы зарослевых животных присутствие в водоеме моллюсков и высших ракообразных.

Небольшая величина биомассы фауны зарослей тростника в рыбхозах дельты Волги, вероятно, объясняется временным характером водоемов в этих рыбхозах.

Т а б л и ц а 7

*Средняя биомасса (г/м<sup>2</sup>) животных в зарослях Глубокого озера и других водоемов*

Вид заросли	Название водоема	Все животные	Животные без моллюсков и Asellus	Источник
Тростник	Рыбхоз «Азово-Долгий»	2,64	0,26 *	Яблонская, 1953
	» «Горелый» . . .	1,43	1,43	Баклановская, 1953
	» «Танатарка» . .	0,2—0,45	0,2—0,45	» »
	Оз. Коломенское . . . .	4,98	2,64	Липин и Липина, 1950
	» Удомля . . . . .	17,6	5,4	» »
	» Глубокое . . . . .	1,70	1,70	Щербаков
Хвощ	Оз. Коломенское . . . .	49,43	14,30	Липин и Липина, 1950
	» Удомля . . . . .	30,3	4,6	» »
	» Глубокое . . . . .	5,66	5,66	Щербаков
Кувшинковые То же (кубышка)	Оз. Коломенское . . . .	39,67	24,51	Липин и Липина, 1950
	» Глубокое . . . . .	1,29	1,29	Щербаков

\* Также без мшанок.

Однако к сравнению приводимых в табл. 7 данных следует подходить с большой осторожностью, так как по фауне зарослей хвоща, тростника и кубышки сведения особенно скудны, а результаты исследований разных авторов трудно сравнимы из-за различий в методике.

## ВЫВОДЫ

1. Животное население зарослей Глубокого озера бедно крупными формами. В его составе совершенно отсутствуют высшие ракообразные, крайне малочисленны моллюски, редки крупные личинки жуков, стрекоз, ручейников и поденок. По численности господствуют низшие ракообразные, на втором месте после них стоят личинки хирономид, на третьем — олигохеты; эти же три группы вместе составляют большую часть биомассы животных в зарослях.

2. Видовой состав животных в зарослях тростника и хвоща очень сходен: в количественном соотношении отдельных групп наблюдаются небольшие различия. Фауна зарослей кубышки сильно отличается от фауны зарослей полупогруженных растений.

3. Как по численности, так и по биомассе наиболее богато животное население зарослей хвоща, значительно уступают ему в этом отношении заросли тростника и еще больше — кубышки. Эти различия стоят в прямой связи с разной величиной общей поверхности подводных частей макрофитов и количеством развивающегося на них перифитона.

4. За время наблюдений (период открытой воды) биомасса животных (без бентоса) составляла по сырому весу в зарослях хвоща от 1,2 до 0,4 до 2,7 г/м<sup>2</sup>, а в среднем по всем зарослям 3,6 (1,2—4,8) г/м<sup>2</sup>.

5. При сравнении с немногими другими изученными в этом отношении водоемами биомасса животного населения зарослей Глубокого озера оказывается небольшой, что в первую очередь зависит от бедности фауны зарослей озера крупными формами животных.

## ЛИТЕРАТУРА

- А с с м а н А. В. 1953. Роль водорослевых обрастаний в образовании органического вещества в Глубоком озере. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. V.
- Б а к л а п о в с к а я Т. Н. 1953. Бентос и перифитон нерестово-вырастных хозяйств хоз-ва и океанографии, т. XXIV.
- Б а к л а н о в с к а я Т. Н. 1956. Фауна зарослей аванделы Волги и ее значение в питании молоди карповых рыб. — Труды Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. XXXII.
- Б а р ы ш е в а К. П. 1938. Смена населения и динамика биомассы Раздоринских пойм дельты Волги. — Труды Московского техническ. ин-та рыбн. хоз-ва и промышленности, вып. 1.
- Б у т В. И. 1938. Количественная драга для исследования бентоса зарослей в водоемах. — Доклады АН СССР, т. 21, № 3.
- Б у т В. И. 1940. Биоценозы бентоса зарослей пойменного водоема. — Труды Донецкой гидробиол. станции, вып. 1.
- В о р о н к о в Н. В. и Т р о и ц к и й В. В. 1907. Съемка Глубокого озера. — Труды гидробиол. станции на Глубоком озере, т. II.
- Г у р е в и ч Ф. А. 1948. К вопросу о взаимоотношениях между водными растениями и эмбрионами пресноводных животных. — Доклады АН СССР, т. 59, № 3.
- Д у п л а к о в С. Н. 1933. Материалы к изучению перифитона. — Труды лимнол. станции в Косине, вып. 16.
- И в л е в В. С. 1950. Влияние тростниковых зарослей на биологию и химический режим водоемов. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. II.
- К а р з и н к и н Г. С. 1926—1927. Попытка практического решения понятия «биоценоз». — Русск. зоол. журнал, т. VI, вып. 4 и т. VII, вып. 1—2.
- К о з л о в с к а я Л. С. 1956. Субфоссильные комплексы моллюсков как показатели состояния озер в голоцене. — Труды лаборатории сапропел. отложений, вып. VI.
- Л и п и н А. Н. и Л и п и н а Н. Н. 1939. К методике гидробиологических работ. — Труды лаборатории генезиса сапропеля, вып. 1.
- Л и п и н А. Н. и Л и п и н а Н. Н. 1949. Макрофлора стоячих водоемов и связь ее с гидрофауной. — Труды Всероссийск. научно-исслед. ин-та прудов. рыбн. хоз-ва, т. V.
- М а л е в и ч И. И. 1940. Материалы к фауне Oligochaeta рек СССР. — Бюллетень Моск. об-ва испытателей природы, отд. биол., т. XLIX, вып. 3—4.
- М а р т ы н о в А. В. 1907. Trichoptera Глубокого озера. — Труды гидробиол. станции на Глубоком озере, т. II.
- М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д. 1954а. Гидробиологический режим опытного нерестово-вырастного хозяйства в низовьях Дона. — Труды проблемных и тематических совещаний Зоол. ин-та АН СССР, вып. II.
- М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д. 1954б. Материалы по среднему весу водных беспозвоночных бассейна Дона. — Труды проблемных и тематических совещаний Зоол. ин-та АН СССР, вып. II.
- М у р а в е й с к и й С. Д. 1923. К вопросу о горизонтальном распределении планктонных организмов в прибрежной зоне. — Труды гидробиол. станции на Глубоком озере, т. VI, вып. 1.
- Н о в и к о в А. В. 1907. Cladocera Глубокого озера и его окрестностей. — Труды гидробиол. станции на Глубоком озере, т. II.
- С и д о р о в С. А. 1907. К познанию фауны слизняков Глубокого озера. — Труды гидробиол. станции на Глубоком озере, т. II.
- С о к о л ь с к а я Н. Л. 1951. Список Oligochaeta Глубокого озера. Рукопись.
- У д а л ь ц о в А. Д. 1907. К фауне Naididae Глубокого озера. — Труды гидробиол. станции на Глубоком озере, т. II.

- У д о м е к и й С. Н. 1951. Роль ракообразных в общей биомассе планктона озер. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. III.
- У д о м е к и й С. Н. 1955. Планктон внутренних водоемов Крыма и его биомасса. — Труды Карадагской биол. станции, вып. 13.
- Ф и л и п п о в Ю. 1940. Очерк растительности Глубокого озера. — Труды гидробиол. станции на Глубоком озере, т. III.
- Х о р о ш к о Н. П. 1956. Зоопланктон авандельты Волги и его роль в питании молоди леща. — Труды Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. XXXII.
- Щ е р б а к о в А. П. 1950. Продуктивность прибрежных зарослей макрофитов Глубокого озера. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. II.
- Щ е р б а к о в А. П. 1951. Продуктивность макробентоса Глубокого озера. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. III.
- Щ е р б а к о в А. П. 1952. Соотношение размеров и веса пресноводных планктонных рачков. — Доклады АН СССР, т. 84, № 1.
- Щ е р б а к о в А. П. 1953. Продукция органического вещества фитопланктона в Глубоком озере. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. V.
- Щ е р б а к о в А. П. 1955. Динамика численности и биомассы некоторых представителей микробентоса Глубокого озера. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. VI.
- Щ е р б а к о в А. П. 1956. Продуктивность зоопланктона Глубокого озера. Сообщение I. Рачковый планктон. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. VII.
- Щ е р б а к о в А. П. 1957. Продуктивность зоопланктона Глубокого озера. Сообщение II. Планктонные коловратки. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. VIII.
- Щ е р б а к о в А. П. 1959. Модификация прибора Ляхновича для количественного учета микрофауны зарослей. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. IX.
- Я б л о н с к а я Е. А. 1953. Бентос нерестово-вырастного хозяйства Азово-Долгий. — Труды Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. XXIV.
- K r e s k e r F. H. 1939. A comparative study of the animal population of certain submerged aquatic plants. — Ecology, v. 20.
- M a s a n T. T. 1949. Survey of a moorland fishpond. — J. Animal Ecology, v. 18, N 2.
- R o s i n e W. N. 1955. The distribution of invertebrates on submerged aquatic plant surfaces in Muskee lake, Colorado. — Ecology, v. 36, N 2.
-



В. П. Л Я Х Н О В И Ч

## СООТНОШЕНИЕ КОРМОВОЙ БИОМАССЫ И РЫБОПРОДУКЦИИ В КАРПОВЫХ ПРУДАХ

(Белорусский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства; Минск)

Чтобы подойти к решению задачи управления продукционным процессом в рыбоводных прудах, прежде всего необходимо знать те факторы, которые обуславливают ту или иную величину рыбопродукции, в частности, нужно найти количественные выражения соотношения рыбопродукции с теми звеньями пищевой цепи, которые предшествовали ее образованию. Необходимость таких работ осознана гидробиологами уже давно, но предпринимавшиеся в этом направлении попытки, ввиду большой сложности задачи и ее трудоемкости, редко давали отчетливые результаты.

В свое время Альм (Alm, 1923, 1924) предпринял попытку найти количественную зависимость между биомассой бентоса (В) и рыбопродукцией (F) озер, выразившуюся в установлении F/В-коэффициента. Впоследствии Лундбек (Lundbek, 1927) проделал расчеты возможной продуктивности прудового бентоса, взяв за основу F/В-коэффициент, равный в среднем 3 : 1, и кормовой коэффициент бентоса для карпа, равный 3. Основываясь на этих данных и на ряде допущений, Лундбек установил П/Б-коэффициент (отношение продукции к биомассе) прудового бентоса равным 30, откуда получалось, что на одну весовую единицу рыбопродукции приходится 10 весовых единиц вычисленной продукции бентоса, тогда как для озер это отношение, по его расчетам, равно 1/15—1/20 и даже 1/200.

Основным недостатком этих сопоставлений является то, что для расчетов используются только данные по бентосу, тогда как рыбопродукция в карповых прудах получается далеко не только за счет использования бентоса. Хорошо известно, что как в выростных, так и в нагульных прудах карпы питаются смешанной пищей, в составе которой важную роль играет зоопланктон.

В опытах по удобрению прудов в Саксенгаузене, проводившихся под руководством Цунтца, велись тщательные исследования планктона, определение его видового состава и численности (Pauly, 1919). Попытка установить зависимость между планктоном и рыбопродуктивностью не увенчалась успехом. Не больше дали и результаты трехлетних наблюдений Кройтнера (Kreutner, 1934) за зоопланктоном 10 прудов опытного хозяйства в Силезии. Автор пришел к выводу, что его материалы не дают возможности установить зависимость между видовым составом, количеством зоопланктона и рыбопродуктивностью. В этих сопоставлениях совершенно не учитывался зообентос и, кроме того, для сопоставления брались не-

сопоставимые величины: с одной стороны рыбопродукция, выраженная в  $кг/га$ , с другой — число особей той или иной формы или всего планктона в  $экз/л$  или, что то же самое, в тыс.  $экз/м^3$ .

Как показали опыты Смита и Свингли (Smith a. Swingle, 1939; Swingle a. Smith, 1939), между численностью зоопланктона и рыбопродукцией окупенных рыбоводных прудов США (Штат Алабама) также не существует количественной связи. В противоположность этому авторы нашли прямую зависимость между средним за вегетационный период весом органического вещества всего планктона и рыбопродуктивностью прудов. Вес органического вещества планктона в работе этих авторов определялся потерей при прокаливании общих проб планктона.

М. Ф. Ярошенко и А. И. Набережный (1955) на примере рыбоводных прудов Молдавии рассчитали продуктивность зоопланктона и зообентоса, положив в основу расчетов некоторые наблюдения за развитием изолированной в садке культуры зоопланктона и целый ряд положений и умозрительных заключений. Так, они полагают, что среднесуточный П/Б-коэффициент зоопланктона в прудах Молдавии равен 1. Иными словами, за сутки биомасса зоопланктона удваивается. Зообентос в течение вегетационного периода дает продукцию, в 8 раз превышающую среднюю величину учтенной за данный сезон биомассы. По этим расчетам получается очень большая продукция кормовой биомассы. По непонятным причинам авторы не сопоставили вычисленных ими цифр с величинами рыбопродукции, фактически получаемой из этих прудов, а вместо этого рассчитали возможную, по их мнению, рыбопродуктивность. Оказалось, что она намного выше фактической. В названной работе интересно то, что ее авторы стали на путь количественного учета и сопоставления всей кормовой биомассы, выраженной в весовых единицах.

В течение 1951—1954 гг. на типичных карповых прудах производственных рыбхозов БССР «Волма», «Красная звезда», «Белое» и экспериментального селекционно-племенного рыбоводного хозяйства Белорусского научно-исследовательского института рыбного хозяйства «Изобелино» мною проводились исследования изменения количества кормовой базы рыб и учет рыбопродукции. Ежедекадно или один раз в две недели в течение всего сезона эксплуатации на прудах отбирали пробы зоопланктона и зообентоса.

Для сбора зоопланктона применяли специальный прибор, позволяющий одновременно облавливать всю толщу воды в данном пункте (Ляхнович, 1955). Каждую пробу зоопланктона собирали не менее чем в десяти точках, равномерно распределенных по всей площади пруда. Фиксированный зоопланктон обрабатывали счетным методом, с последующим вычислением биомассы по стандартным весам (Харин, 1948; Уломский, 1951; Мордухай-Болтовской, 1954).

Зообентос собирали на постоянных станциях дночерпателем Петерсена ( $1/40 м^2$ ), промывали через сито из шелкового газа № 23 и обрабатывали счетно-весовым методом в большинстве случаев в живом виде и лишь частично — фиксированным в 10%-ном растворе формалина. При осеннем облове прудов А. И. Щелкановой был произведен тщательный учет полученной рыбопродукции.

Все количественные результаты выражались в  $кг/га$ . Это позволило сравнивать биомассу зоопланктона и зообентоса, которая всегда исчисляется по отношению к площади дна. Кроме того, и рыбопродукция в прудовом хозяйстве выражается так же.

В рыбхозе «Волма» наблюдения проводили в 1951 г. на двух выростных и двух нагульных прудах. В рыбхозе «Красная звезда» в течение 1952—

1953 гг. исследовали шесть выростных и два нагульных пруда. В рыбхозе «Белое» в 1953 г. материал собирали на двух выростных и двух нагульных прудах. В этом хозяйстве весь материал собран и частично обработан Н. А. Дунке. В селекционном хозяйстве «Изобелино» в 1954 г. наблюдения вели на двух выростных прудах.

Все пруды, на которых проводили наблюдения, одамбованные, спускаемые, на зиму осушаются. Площадь выростных прудов колеблется от 1,50 до 14,84 м<sup>2</sup>, средняя глубина 0,4—0,7 м. Площадь нагульных прудов — 25—50 га, средняя глубина 0,7—0,9 м.

На всех прудах в большей или меньшей степени проводили интенсификационные мероприятия: известкование, выкашивание растительности, удобрение суперфосфатом и органическими веществами. В большинстве прудов, кроме того, применяли кормление рыбы искусственным кормом. Во всех случаях оборот хозяйств двухлетний.

Естественную кормовую базу молоди карпа в выростных прудах составляют в основном организмы зоопланктона и зообентоса. В состав зоопланктона входят многочисленные представители ветвистоусых и веслоногих ракообразных и коловратки. В зообентосе господствуют личинки хирономид, составляя от 80 до 100% общей биомассы бентоса. Соотношение отдельных групп в зоопланктоне разных прудов различно и в одном и том же пруду резко изменяется в течение вегетационного периода. В общей биомассе зоопланктона выростных прудов основную роль играют ракообразные. Значение коловраток в общей биомассе зоопланктона, даже при максимальной их численности, не составляет более 10% общего веса зоопланктона. Изменение общей численности и биомассы зоопланктона во всех прудах, на которых проводились наблюдения, характеризовалось резкими колебаниями в широких пределах, причем периоды наибольшего и наименьшего количества зоопланктона в различных прудах между собою не совпадали.

Не останавливаясь на подробной характеристике этих в общем широко известных особенностей изменения количества прудовой гидрофауны, отмечу, что для всех выростных прудов характерна наименьшая кормовая биомасса в середине вегетационного периода. Однако, чтобы выявить причины этого явления и найти методы его устранения, необходимо в ближайшее время произвести специальные исследования.

На основании обработки собранного материала рассчитаны средние величины биомассы зоопланктона и зообентоса (см. табл. 1).

Удельный вес зоопланктона в кормовой биомассе, по средним данным, оказался значительно выше, чем удельный вес зообентоса. Исключение составляет только выростной пруд 2 рыбхоза «Волма», на котором не проводили интенсификационные мероприятия. В нем планктон составлял лишь немногим более 24% кормовой биомассы. Но уже в пруду 3 того же рыбхоза биомасса зоопланктона составляла 66,5% общей биомассы кормовых организмов. В выростных прудах 9а, 10 и 11 рыбхоза «Красная звезда» в 1952 г. биомасса зоопланктона составляла от 61 до 79% кормовой биомассы, а в прудах 3, 5, 7 в 1953 г. — от 88,5 до 94%. В выростных прудах рыбхоза «Белое» в 1953 г. удельный вес зоопланктона в кормовой биомассе был еще больше (96—97%), чем в прудах рыбхоза «Красная звезда». В прудах рыбхоза «Изобелино» биомасса зоопланктона составляла 60—70% от общей биомассы кормовых организмов.

Обозначив буквой «Б» среднюю величину кормовой биомассы и буквой «Р» величину рыбопродукции, я вычислил величину Б/Р-коэффициента для каждого из 12 исследованных прудов. Этот коэффициент показывает, для каждого из 12 исследованных прудов. Этот коэффициент показывает, сколько единиц кормовой биомассы данного водоема приходится на еди-

Таблица 1

Соотношения кормовой биомассы и рыбопродукции выростных прудов рыбхозов  
Белоруссии

Рыбхоз	Год	Номер пруда	Площадь, га	Кормовая база, кг/га			Рыбопродукция, кг/га			Отношение Б/Р	П/Б-коэффициент
				зоопланктон	зообентос	всего (Б)	естественная (Р)	за счет кормления	общая		
«Волма»	1951	2	11,0	15,3	48,4	63,7	196,0	—	196,0	0,32	13,8
	1951	3	8,0	75,7	38,1	113,8	259,0	76,0	335,0	0,44	10,2
«Красная звезда»	1952	9-а	6,1	90,0	33,6	123,6	170,0	250,6	420,6	0,72	6,2
	1952	10	4,9	88,3	23,7	112,0	373,0	609,8	982,8	0,30	15,0
	1952	11	14,8	53,8	34,5	88,3	150,0	137,8	287,8	0,59	7,7
	1953	3	8,0	304,6	31,1	335,7	565,3	638,7	1204,0	0,59	7,6
	1953	5	1,5	234,7	30,0	264,7	488,0	220,6	708,6	0,54	8,3
	1953	7	3,0	423,5	26,2	449,7	727,3	669,7	1397,0	0,62	7,3
«Белое»	1953	2	11,0	136,5	5,8	142,3	380,0	74,0	454,0	0,37	12,0
	1953	3	3,0	144,5	6,2	150,7	610,0	517,0	1127,0	0,25	18,2
«Изобелино»	1954	2	5,3	25,7	8,9	34,6	161,0	122,0	283,0	0,21	21,0
	1954	25	2,0	100,4	65,5	165,9	630,0	—	630,0	0,26	17,1

ницу рыбопродукции. От  $F/B$ -коэффициента Альма он отличается в двух отношениях: во-первых, по смыслу является обратной величиной коэффициента Альма, а во-вторых, охватывает не только биомассу бентоса, но всю кормовую биомассу. Как видно из табл. 1, только в двух прудах вся рыбопродукция получена за счет естественного корма. «Естественная» рыбопродуктивность этих прудов составляла 196—630 кг/га. В остальных прудах общая рыбопродукция колебалась в широких пределах: от 283 до 1397 кг/га. При этом рыбопродукция, полученная за счет кормления, рассчитанная по кормовым коэффициентам искусственных кормов, колебалась от 74 до 638,7 кг/га и составляла от 16 до 62% к общей. Рыбопродукция, полученная за счет естественного корма, в каждом случае высчитывалась путем вычитания из общей рыбопродукции той части, которая получена за счет кормления.

При колебаниях величин естественной кормовой биомассы от 34,6 до 449,7 кг/га и рыбопродукции, полученной за счет естественного корма, от 150 до 727,3 кг/га величина  $B/R$ -коэффициента изменяется в пределах 0,27—0,72. Средний  $B/R$ -коэффициент для 12 прудов оказался равным 0,43.

В целом довольно отчетливо прослеживается прямая зависимость между величинами кормовой биомассы и рыбопродукции, полученной за счет естественного корма. При этом рыбопродукция значительно превышает среднюю кормовую биомассу.

Из рассмотренных данных видно, что кормовая продукция, идущая на удовлетворение потребности рыб в пище, должна значительно превышать средние величины кормовой биомассы. Даже если бы на производство единицы веса рыб затрачивалась одна весовая единица естественного корма, то и тогда  $P/B$ -коэффициент кормовой биомассы был бы больше единицы. Известно, однако, что на единицу прироста веса рыбы требуется



израсходовать несколько единиц живого корма, поскольку калорийность кормовых животных, как правило, ниже калорийности рыб, особенно если брать соотношение по сырому весу. К тому же заключенная в пище энергия усваивается рыбой в лучшем случае немногим более, чем на 80%, а из усвоенной энергии только часть идет на прирост. В результате на единицу прироста тела рыбы затрачивается не менее 4—5 единиц корма (по весу).

Разными авторами приводятся различные величины кормового коэффициента для отдельных кормовых организмов. Г. И. Шпет (1952) проследил изменение кормового коэффициента олигохет в зависимости от различных факторов внешней среды. Понижение температуры в его опытах от 26 до 14° С сопровождалось увеличением кормового коэффициента от 3 до 7,5. Эти данные важны для нас тем, что они получены на опытах с карпом. По совокупности имеющихся в литературе сведений, наименьший кормовой коэффициент естественного корма, состоящего преимущественно из планктонных ракообразных и личинок хирономид, для карпа можно принять равным 4—5.

Для определения продуктивности кормовой базы в карповых прудах я проделал следующие расчеты. Чтобы определить количество естественного корма, потребляемого карпами за вегетационный период, кормовой коэффициент был принят равным 4,5 на том основании, что в естественных условиях прудов для сеголетков и годовиков карпов он не может быть меньшим. Зная величину рыбопродукции, получаемой за счет естественного корма (определяется при осеннем спуске прудов и вылове всей рыбы), по кормовому коэффициенту были вычислены расходы естественного корма на эту рыбопродукцию. Сопоставление количества корма, израсходованного на производство рыбы, и средней за сезон биомассы кормовых организмов дало возможность определить величину П/Б-коэффициента. Определяя продукцию кормовой базы таким способом, мы учитываем только ту ее часть, которая непосредственно расходуется на удовлетворение пищевых потребностей рыб. В результате и П/Б-коэффициент оказывается наименьшим из возможных, ибо нетрудно показать, что не вся продукция кормовых организмов расходуется на производство рыбопродукции.

Таким образом, было установлено, что в выростных прудах сеголетки карпа потребляют за сезон 675—3280 кг/га естественного корма. Вычисленные величины П/Б-коэффициента для выростных прудов показывают, что количество естественного корма, съеденного сеголетками, в отдельных прудах превышало среднюю биомассу кормовых организмов в 6,2—21,0 раза. Средняя величина определенного таким путем П/Б-коэффициента для всех исследованных прудов оказалась равной 12,0. Это значит, что за сезон эксплуатации прудов, исчисляемый 130—140 днями, полезная продукция кормовых организмов в среднем в 12,0 раза превышала их среднюю биомассу за этот период. Иначе говоря, через каждые 11 дней в среднем получалось 100% прироста биомассы.

Видовой состав и количество зоопланктона и зообентоса в нагульных и выростных прудах принципиально не отличаются. Для нагульных прудов также характерны резкие колебания численности и биомассы зоопланктона и зообентоса на протяжении вегетационного периода. Последний в нагульных прудах в условиях Белоруссии имеет среднюю продолжительность в 180 дней, т. е. на 40—50 дней больше, чем в выростных прудах.

В отношении величины средней биомассы зоопланктона и зообентоса нагульные пруды сильно различаются (табл. 2). Зависимости между ко-

Т а б л и ц а 2

Соотношение кормовой биомассы и рыбопродукции нагульных прудов рыбхозов Белоруссии

Рыбхоз	Год	Номер пруда	Площадь, га	Кормовая биомасса, кг/га				Рыбопродукция, кг/га		Отношение Б/Р	Ц/Б-коэффициент
				зоопланктон	зообентос	всего (Б)	естественная (Р)	за счет кормления	общая		
«Волма» . . . . .	1951	3	33,5	13,7	40,9	54,6	135	—	135	0,40	11,2
» . . . . .	1951	7	25	14,5	46,2	60,7	135	203	348	0,45	10,0
«Красная звезда» . .	1953	5	55	133,9	27,6	161,5	330	118	448	0,40	9,2
» . . . . .	1953	17	50	54,9	4,5	59,4	290	139	429	0,20	21,8
«Белое» . . . . .	1953	3	30	97,9	14,8	112,7	675	323	998	0,17	27,0
» . . . . .	1953	11	30	201,8	23,1	224,9	357	158	515	0,63	7,1

личеством зоопланктона и зообентоса в этих прудах не наблюдалось. В большинстве нагульных прудов, так же как и в выростных, удельный вес зоопланктона в общей кормовой биомассе по средним данным был выше, чем удельный вес зообентоса. Только в нагульных прудах рыбхоза «Волма» биомасса зоопланктона была меньше, чем биомасса бентоса. Так, в пруду 3 биомасса зообентоса составляла 75% общей кормовой биомассы, а в пруду 7—76%. В прудах же рыбхозов «Красная звезда» и «Белое» удельный вес биомассы бентоса в общей кормовой биомассе не превышал 17%. Характерно, что и среди выростных прудов только в одном из них (рыбхоз «Волма») было обнаружено преобладание зообентоса над зоопланктоном по показателям средней биомассы.

Во всех нагульных прудах проводили интенсивную подкормку рыб жмыхами, и значительная часть рыбопродукции была получена за счет этих кормов. Исключение составлял только нагульный пруд 3 рыбхоза «Волма», из которого в 1951 г. вся рыбопродукция была получена за счет естественного корма. Для остальных нагульных прудов естественная рыбопродуктивность рассчитывалась, исходя из количества и кормового коэффициента искусственных кормов, израсходованных на подкормку рыбы.

Величины Б/Р-коэффициента для разных нагульных прудов оказались различными; более сходными (0,40—0,63) они были в четырех прудах, хотя по величинам средней биомассы и рыбопродукции эти пруды очень сильно различались. Для двух прудов, а именно для пруда 17 рыбхоза «Красная звезда» и пруда 3 рыбхоза «Белое», величины Б/Р-коэффициента получились значительно меньшими, чем для остальных (0,20 и 0,17). Средняя величина Б/Р-коэффициента для всех шести нагульных прудов оказалась равной 0,39, что в 1,13 раза ниже того же коэффициента для выростных прудов.

Отклонение величин Б/Р-коэффициента для двух нагульных прудов в меньшую сторону, по-видимому, не случайно. Дело в том, что в этих прудах, в отличие от других рассматриваемых водоемов, была произведена смешанная посадка рыб: карась-сеголеток выращивался в них совместно с годовиком карпа. В нагульном пруду 17 рыбопродукция по сеголетку карася составила около 30%, а в пруду 3—53,6% общей их рыбопродукции. В остальных же нагульных прудах, как и в выростных, возрастной состав рыб был более однообразным, причем основная рыбо-

продукция в них была получена за счет карпа. Очевидно, чем более различается стадо рыб по видовому и возрастному составу, тем полнее используются кормовые запасы, а в соответствии с этим уменьшается и Б/Р-коэффициент.

В отношении П/Б-коэффициента нагульные пруды также оказались различными. В обоих случаях нашло свое отражение то обстоятельство, что в двух нагульных прудах, в которых состав рыбного стада был неоднородным, естественная кормовая база использовалась более интенсивно, чем в остальных. В этих прудах количество съеденных рыбой естественных кормов в 21,8—27,0 раза превышало учетную среднесезонную кормовую биомассу, тогда как для остальных прудов это отношение было в пределах 7,1—11,2. Средняя величина П/Б-коэффициента для нагульных прудов оказалось равной 14,4, а для выростных прудов — 12,0, то есть меньше в 1,2 раза. Большой П/Б-коэффициент нагульных прудов, возможно, связан с более длительным вегетационным периодом.

Сопоставление средних величин кормовой биомассы в карповых прудах с их рыбопродуктивностью дает обнадеживающие результаты. Оказалось, что учитываемая обычными методами кормовая биомасса при соответствующем ее количественном выражении может дать представление о величине рыбопродукции. Это значит, что рыбопродукция в прудах находится в прямой зависимости от кормовой базы. Наличие такой зависимости и раньше не подвергалось сомнению, но ее количественное выражение не было найдено.

Полученные величины Б/Р-коэффициента для карповых прудов можно сравнить с аналогичными данными для ряда рыбопромысловых озер Белоруссии. На основании данных П. Г. Петровича (1953/1954), М. М. Драко (1953/1954) и Г. Г. Винберга (1957) (по материалам Белорусского научно-исследовательского Института рыбного хозяйства) составлена табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Соотношение кормов биомассы и рыбопродукции в озерах БССР

Группа озер	Кормовая биомасса, кг/га			Рыбопродукция (Р) кг/га	Отношение Б Р
	зоопланктон	зообентос	всего (Б)		
Нарочанские . . . . .	212	175	378	20	18,9
Полоцкие . . . . .	33	48	81	25	3,2
Витебские . . . . .	223	33	256	11	23,3
Браславские . . . . .	41	28	69	19	3,6

В Нарочанских озерах Б/Р-коэффициент изменяется от 7,3 до 30,4, в Полоцких — от 1,9 до 6,1, в Витебских — от 11,8 до 33,1 и в Браславских — от 1 до 20. Средняя величина этого коэффициента для 29 озер, по которым имеются соответствующие данные, равна 9,4, что более чем в 20 раз превышает Б/Р-коэффициент, вычисленный для карповых прудов. Иначе говоря, на единицу промысловой рыбопродукции в озерах приходится в среднем в 20 раз больше кормовой биомассы, чем в прудах.

Нельзя, конечно, упускать из виду то обстоятельство, что из прудов вылавливается вся рыба, тогда как из озер только часть ее. Однако не подлежит сомнению, что при современной интенсивности лова из промыс-



ловых озер изымается количество рыбы, близкое к наибольшей продукции, которую эти озера могут дать при нынешнем их состоянии.

Кормовая биомасса в прудах и озерах выражается сходными величинами, а между тем рыбопродукция, получаемая из озер, в десятки раз меньше, чем рыбопродукция прудов. Такая разница, по-видимому, обуславливается следующими основными причинами.

Во-первых, резко различается возрастной и видовой состав рыбных стад, потребляющих кормовую биомассу зоопланктона и зообентоса. В прудах стадо рыб представлено неполовозрелыми, быстрорастущими карпами в возрасте 0+ или 1+, тогда как в озерах стадо рыб обычно разнородно, причем промысловую рыбопродукцию в основном представляют половозрелые особи разных видов. В указанном возрасте карпы с гораздо большей эффективностью утилизируют на рост пищевые ресурсы, чем другие пресноводные рыбы старших возрастов. Отсюда и кормовой коэффициент, принятый мною для карпов равным 4,5, для озерных рыб в среднем будет значительно больше. Кроме того, в озерной ихтиофауне Белоруссии значительный удельный вес составляют хищники, которые непосредственно не используют кормовую базу зоопланктона и бентоса, а утилизируют ее через промежуточное звено пищевой цепи.

Во-вторых, продуктивность кормовой биомассы в озерах, как правило, значительно меньше, чем в прудах, даже тогда, когда они населены сходной по составу гидрофауной. В известных пределах число генераций личинок хирономид, ветвистоусых ракообразных и других представителей кормовой фауны зависит от температуры воды. Более благоприятный температурный режим в прудах в летнее время обуславливает более быстрое воспроизводство кормовой базы. Так, многие виды хирономид, которые в озерах в течение года дают одну-две генерации, в прудах за вегетационный период, равный 160—180 дням, успевают дать три-четыре и больше генераций. Для озерного зообентоса П/Б-коэффициент обычно принимается равным 1,5—3 (Драко, 1953/1954), для зоопланктона — от 1,5 до 6 (Петровиц, 1953/1954; Мешкова, 1953; Щербаков, 1956). Выше было показано, что для кормовой биомассы в прудах П/Б-коэффициент в среднем равен 12,0—14,4.

Необходимо особо подчеркнуть, что рассчитанные мною величины П/Б-коэффициента кормовой биомассы прудов могут рассматриваться лишь как наименьшие из возможных. Для этой цели я сознательно воспользовался малой, получаемой в условиях опыта, величиной кормового коэффициента естественной пищи. В естественных условиях эта величина едва ли может быть меньшей. Скорее можно предполагать, что в природе кормовой коэффициент естественного корма будет значительно больше. Кроме того, не вся продукция зоопланктона и зообентоса даже в плотно зарыбленном пруде расходуется на прирост рыб. Некоторая ее часть потребляется непромысловыми водными организмами, большое количество личинок окукливается и покидает водоем в форме взрослых насекомых, дающих затем начало новым генерациям, наконец, какая-то часть отмирает и разлагается. М. Ф. Ярошенко и А. И. Набережный (1955) полагают, что карпы в прудах потребляют только 25% продукции кормового планктона, но доказать это пока не удалось.

Приведенные величины П/Б-коэффициента для прудов являются общими для всей их кормовой фауны. Однако нужно полагать, что для зоопланктона отдельно их величина была бы иной, чем для зообентоса. В дальнейшем необходимо провести работу по определению величин П/Б-коэффициентов для более узких групп кормовой для рыб гидрофауны.



что позволит решить, наличие каких представителей зоопланктона и зообентоса в рыбоводных прудах является наиболее желательным. Этот вопрос имеет важное практическое значение, особенно когда ставится задача направленного формирования биологического режима прудов.

### ВЫВОДЫ

1. В выростных рыбоводных прудах Белоруссии на единицу веса рыбопродукции, получаемой за счет естественного корма, приходится 0,27 — 0,72 весовой единицы средней за вегетационный период кормовой биомассы зоопланктона и зообентоса. Средняя величина отношения биомассы к рыбопродукции (Б/Р-коэффициент) для 12 изученных выростных прудов оказалась равной 0,43.

2. В нагульных прудах рыбхозов Белоруссии отношение среднесезонной кормовой биомассы к рыбопродукции изменяется в пределах 0,17—0,63. Средняя величина Б/Р-коэффициента для нагульных прудов равна 0,39.

3. Количество естественного корма, потребленного рыбами за вегетационный период, рассчитанное по кормовому коэффициенту, принятому равным 4,5, в выростных прудах в 6,6—21,0 раза превышает среднесезонную кормовую биомассу, а в нагульных — в 7,1—27,0 раза.

4. Эти величины выражают наименьшие из возможных П/Б-коэффициентов кормовой биомассы в прудах. П/Б-коэффициент для выростных прудов в среднем равен 12,0, для нагульных — 14,4.

5. Большая рыбопродуктивность прудов в сравнении с озерами Белоруссии обуславливается более эффективной утилизацией пищевых ресурсов в прудах и большей продуктивностью кормовой базы.

6. Естественная кормовая база в рыбоводных прудах Белоруссии является главным фактором, лимитирующим выход рыбопродукции из этих прудов.

### ЛИТЕРАТУРА

- В и н б е р г Г. Г. 1957. Кормовая база промысловых озер Белоруссии. — Труды Белорусск. отд. Всесоюз. научно-исслед. ин-та озери. рыбн. хоз-ва, т. I.
- Д р а к о М. М. 1953/54. Бентос озер Нарочанской группы и его кормовое значение. — Ученые записки Белорусск. гос. ун-та, вып. 17.
- Л я х н о в и ч В. П. 1955. О количественном учете зоопланктона в рыбоводных прудах. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. VI.
- М е ш к о в а Т. М. 1953. Зоопланктон озера Севан. — Труды Севанской гидробиол. станции, т. XIII.
- М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д. 1954. Материалы по среднему весу водных беспозвоночных бассейна Дона. — Труды проблемных и тематических совещаний Зоол. ин-та АН СССР, вып. II.
- П е т р о в и ч П. Г. 1953/54. Количественное развитие и распределение зоопланктона в озерах западных областей БССР. — Ученые записки Белорусск. гос. ун-та, вып. 17.
- У л о м с к и й С. Н. 1951. Роль ракообразных в общей биомассе планктона озер. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. III.
- Х а р и н Н. Н. 1948. Зоопланктон Маньчжунских водоемов. — Ученые записки Ростовского гос. ун-та, т. XII, вып. 1.
- Ш п е т Г. И. 1952. О влиянии условий среды на питание карпа. — Труды научно-исслед. ин-та прудового и озери. рыбн. хоз-ва, № 8. Киев.
- Щ е р б а к о в А. П. 1956. Продуктивность зоопланктона Глубокого озера. I. Рачковый планктон. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. VII.
- Я р о ш е н к о М. Ф., Н а б е р е ж н ы й А. И. 1955. О биологической продуктивности кормовой гидрофауны в прудах для карпов. — Известия Молдавск. филиала АН СССР № 6 (26).

- 
- A l m G. 1923. Prinzipien der quantitativen Bodenfaunistik und ihre Bedeutung für die Fischerei.— Verhandl. Internat. Ver. Theor. u. angew. Limnologie, Bd. 1.
- A l m G. 1924. Die quantitative Untersuchung der Bodenfauna und Flora in ihrer Bedeutung für die theoretische und angewandte Limnologie.— Verhandl. Internat. Ver. Theor. u. angew. Limnologie. Bd. 2.
- K r e u t n e r W. 1934. Qualitative und quantitative Untersuchungen von Plankton aus schlesischen Versuchsteichen (Sulau) auf Grund dreijähriger Probeentnahme.— Arch. Hydrobiol., Bd. 27, H. 1.
- L u n d b e k L. 1927. Der F/B-Koeffizient für Teiche. — Z. Fischerei, Bd. 25, H. 4.
- P a u l y M. 1919. Die Einwirkung von Mineraldüngung auf die planktonischen Lebewesen in Teichen.— Ibid., Bd. 20.
- S m i t h E. V. a. S w i n g l e H. S. 1939. The relationship between plankton production and fish production in ponds.— Trans. Amer. Fish. Soc., Ann. 68.
- S w i n g l e H. S. a. S m i t h E. V. 1939. Fertilizers for increasing the natural food for fish in ponds. — Ibidem, Ann. 68.
-

**М. В. ЖЕЛТЕНКОВА**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРМОВОЙ БАЗЫ РЫБАМИ  
АЗОВСКОГО МОРЯ И ВЕЛИЧИНА ИХ УЛОВА**

*(Всесоюзный научно-исследовательский институт морского  
рыбного хозяйства и океанографии; Москва)*

Одним из основных вопросов при исследовании питания рыб является вопрос о том, как сказывается питание и состояние кормовой базы рыб на их запасах и улове и каковы должны быть мероприятия, обеспечивающие наиболее рациональное использование природных ресурсов водоема.

Важность вопроса о влиянии условий откорма рыб на состояние их запасов особенно возрастает в связи с гидростроительством, ведущим к изменению гидрохимического режима, а вместе с тем и кормовой базы наших внутренних морей.

Для решения вопроса о влиянии условий откорма на улов рыб необходимо прежде всего иметь показатели использования кормовой базы рыбами и величины рыбной продукции.

При прогнозировании условий питания леща, тарани и других рыб в связи с изменением режима Азовского моря пришлось применить некоторые расчеты для получения представления о влиянии использования кормовой базы рыбами на величину их улова. В основу этих расчетов были положены результаты обработки пищевого комка рыб весовым способом с последующим вычислением общих и частных индексов и процентного состава кормовых организмов по весу, аквариальные наблюдения по питанию рыб, результаты изучения кормовой базы, численности и распределения рыб и т. д.

В немногочисленных работах по использованию кормовой базы морей рыбами в качестве исходных данных берется запас или улов рыб по различные показатели использования корма отдельными их видами.

Так, В. П. Воробьев (1949) и В. Н. Майский (1951) при расчетах использовали годовые рационы, выясненные в аквариальных условиях, А. А. Шорыгин (1952), Я. А. Бирштейн (1952), М. В. Желтенкова (1955) и И. П. Канаева (1957) — эти же показатели, но рассчитанные по способу Шорыгина (1952), а Е. А. Яблонская (1955) — кормовые коэффициенты рыб.

А. А. Шорыгин (1952) для определения годового рациона рыб принял, на основании экспериментальных работ Е. Н. Боковой (1940), А. Ф. Карпевич (1940) и М. Н. Кривобока (1942), что рацион при поедании моллюсков равняется 23 весам тела рыбы, ракообразных, червей, личинок насекомых и рыб — 9. Годовой рацион рыб со смешанным питанием получается расчетным путем. Мною (Желтенкова, 1955) для уточнения съеденной лещом пищи была введена поправка, полученная на основании величины общих индексов наполнения рыбы в соответствующие

годы. Количество пищи, вычисленное по годовым рационам, рассматривалось как «потребная» лещу пища; количество пищи, полученное введением поправки на величину индексов наполнения леща в конкретные условия, считалось «потребленной» лещом пищей. Оказалось, что лещ в возрасте 4–6 лет располагал в 1951 г. всего 12% потребного ему корма. В зарубежной литературе последнего времени, насколько мне известно, аналогичных работ нет.

### ПОКАЗАТЕЛИ ИНТЕНСИВНОСТИ ПИТАНИЯ РЫБ — СУТОЧНЫЙ РАЦИОН И ОБЩИЙ ИНДЕКС НАПОЛНЕНИЯ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА

Для оценки достоверности цифр, характеризующих количество корма используемого рыбой в водоеме, необходимо прежде всего разобраться, в какой мере рационы рыб, выясненные в аквариальных условиях или расчетным путем, и индексы наполнения пищеварительных трактов отражают интенсивность питания рыб, т. е. количество пищи, поедаемой в единицу времени.

Критика общих индексов, как показателей интенсивности питания рыб, общезвестна и достаточно определенно сформулирована А. А. Шорыгиным (1952), однако и рационы рыб, определяемые в аквариальных условиях, в ряде случаев также не могут служить показателями интенсивности откорма в естественных условиях. Они могут оказаться либо увеличенными, вследствие легкой доступности корма, либо уменьшенными, вследствие плохого состояния рыб. Поэтому рационы, определяемые в аквариальных условиях, нуждаются в соответствующих поправках, получаемых на основании наблюдений над особенностями питания рыб в естественных условиях.

Наиболее правильным было бы изучение рациона рыб в естественных условиях по способу Н. С. Новиковой (1949), но он очень трудоемок. В настоящий момент для ряда рыб имеются характеристика интенсивности питания по индексам наполнения и по суточным рационам, что позволяет составить представление о степени достоверности величин, получаемых этими методами.

В 1956 г. на Аксайской экспериментальной базе ВНИРО мною было проведено специальное исследование по оценке суточных рационов и общих индексов наполнения, как показателей интенсивности питания рыб. Работу проводили с молодью леща длиной 6–30 мм и весом 1–320 мг. В аквариальных условиях были определены величина разовой порции, скорость прохождения пищи, суточная ритмика питания и другие показатели, позволившие вычислить суточный рацион молоди леща различного размера. В полевых условиях было проведено шесть суточных станций.

Суточный ритм питания молоди и наибольшая величина общего индекса наполнения кишечника в обоих условиях оказались очень близкими, однако в прудах рационы были меньше, чем в аквариуме (табл. 1). Особенно велико расхождение полевых и экспериментальных данных для леща весом 20,4 мг, что было связано, по-видимому, с резким уменьшением температуры воды в пруду (до 13° С). В табл. 1 показаны также суточные рационы молоди леща, полученные М. Н. Кривобоком и Г. П. Дьяковой (1955) и Д. Н. Логвинович (1955). Первые определяли рацион методом балансовых опытов по азотистому обмену, а Логвинович — по скорости прохождения и разовой порции пищи, захватываемой лещом в аквариальных условиях. Как видно из таблицы, результаты определения разными исследователями суточного рациона молоди в аквариальных усло-



Суточный рацион молоди леща (в % к весу) Таблица 1

Акса́йская база *			Усть-Койсугский рыбхоз *			Таганрогский залив **		Акса́йская база ***			
дата	вес леща, мг	рацион (в аквариуме)	дата	вес леща, мг	рацион (в аквариуме)	вес леща, мг	рацион (в аквариуме)	дата	вес леща, мг	рацион	
										в прудах	в аквариуме
24—29.V	34,1	52,1	26.V — 1.VI	12,9	82,1	1,0	56,0	21.V	4,3	57,0	80,8
29.V — 6.VI	46,3	42,3	1—7.VI	45,9	69,7	1,5	69,0	29.V	20,4	22,0	60,3
6—14.VI	56,0	46,3	7—13.VI	109,7	50,8	8—10	87,7	6.VI	56,9	19,5	38,4
14—22.VI	77,4	29,6	13—19.VI	209,8	42,1	25—55	42,0	18.VI	317,1	13,0	18,8
22.VI — 1.VII	112,2	25,8	19—29.VI	366,7	39,9	3000—3200	9,7				

\* Данные М. Н. Кривобока и Г. П. Дьяковой (1955).

\*\* Данные Д. Н. Логвинович (1955).

\*\*\* Данные автора.

виях достаточно близки; различия же объясняются как особенностями методики проведения опытов, так и различием пищи.

Для взрослых леща и перкарины были сопоставлены суточные рационы, определенные в полевых условиях и расчетным путем.

Таблица 2

Июльские суточные рационы взрослых рыб в Таганрогском заливе (в % к весу)

Рыба	Способ расчета		
	по А. А. Шорыгину (1952)	по Н. С. Новиковой (1949)	по Шорыгину с поправкой на индекс
Лещ *	9,0	5,0	6,0
Перкарина **	6,5	7,04	—

\* Данные автора.

\*\* — Данные И. П. Канаевой (1957).

Как видно из табл. 2, суточные рационы леща, рассчитанные по способу Шорыгина и выясненные в естественных условиях по способу Новиковой, различаются почти в два раза. Причиной этого мог являться относительно малоинтенсивный откорм леща на суточной станции в 1953 г.: индекс наполнения его кишечника (за вычетом ночных проб) равнялся в среднем 43. В июле 1950 г. в Таганрогском заливе индекс наполнения кишечника леща равнялся 64 (Желтенкова, 1955). Эта величина была принята в качестве показателя хороших условий откорма леща в июле. Введение поправки на качество откорма ( $43 : 64 = 0,67$ ) показало, что июльский рацион леща по расчетным данным близок к рациону, полученному способом Новиковой. Значительно более близкими оказались рационы рассчитанные для перкарины.

Приведенный здесь материал позволяет сделать вывод, что рационы рыб, определенные в аквариальных и естественных условиях и рассчитанные по способу Шорыгина на основании состава пищи рыб, достаточно близки между собой. Однако рационы рыб, определенные в аквариальных условиях или рассчитанные по способу Шорыгина, отражают стабильные, часто более благоприятные, чем существующие в естественных водоемах, условия и нуждаются в поправках. Такие поправки могут быть получены на основании величины общих индексов наполнения пищеварительных трактов рыб в естественных условиях, так как индексы наполнения являются одним из показателей интенсивности питания рыб и используются при вычислении суточных рационов рыб в естественных условиях (Желтенкова, 1954).

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРМОВОЙ БАЗЫ ДОННЫМИ РЫБАМИ АЗОВСКОГО МОРЯ

При изучении степени использования кормовой базы рыбами Азовского моря было проведено два типа подсчета — более детальный для леща и более обобщенный для других видов рыб. Основой для тех и других подсчетов послужили величина запаса или улова рыб, особенности распределения отдельных видов по различным областям моря, состав пищи в процентах по весу и годовые рационы рыб, вычисленные по способу Шорыгина. Для леща, помимо этого, учитывали распределение, а также состав пищи отдельных возрастных групп и была введена поправка на величину индекса наполнения, позволившая получить представление об обеспеченности леща пищей в 1950 и 1951 гг. (табл. 3).

Как видно из табл. 3, в 1950 г. в Таганрогском заливе количество потребной и потребленной лещом пищи совпало. В 1951 г. лещ шести лет и старше, а в море лещ всех возрастных групп был плохо обеспечен кормом. В результате этого в 1951 г. лещ съел на 895,4 тыс. ц пищи меньше, чем ему требовалось: количество потребной лещу пищи равнялось 2106,4 тыс. ц, съел же он всего 1211,0 тыс. ц.

Количество пищи, съеденной в 1951 г. другими видами рыб, было получено перемножением запаса (улова) рыб на их годовые рационы, рассчитанные по способу Шорыгина (табл. 4). На основании общего количества съеденной пищи и ее процентного состава было определено количество отдельных организмов, съеденных рыбами. Как видно из табл. 4, в Таганрогском заливе и в море основной откорм донных рыб осуществлялся за счет моллюсков.

Подсчет общего количества пищевых организмов, съеденных всеми рыбами за год, дает возможность оценить достоверность полученных данных, сравнив их с продукцией зообентоса Азовского моря за тот же период (табл. 5).

Как видно из табл. 5, коэффициент использования рыбами донных организмов колеблется от 0,22 до 0,28, при этом для моллюсков он больше, чем для червей и ракообразных. Согласно расчетам Е. А. Яблонской (1955), съеденный рыбами корм относится к продукции бентоса, как 1 к 4,2. В. П. Воробьев (1949) считал, что в 1933—1940 гг. потребление бентоса рыбами в среднем для всего Азовского моря достигало 40% его годового количества. По моим данным, коэффициент использования донной фауны рыбами в 1951 г. равнялся 27% ее продукции.

Конечной целью исследования питания рыб в 1950 и 1951 гг. было получение исходных данных для прогноза условий откорма рыб при изменном гидростроительством режиме Азовского моря (табл. 6).



Количество зообентоса, съеденного донными рыбами Азовского моря в 1951 г. (в тыс. ц)

	Таганрогский залив							Восточная часть моря							Западная часть моря				
	лещ	тарань	рыбец	бычок-сирман	бычок-кругляк	бычок-песочник	бычки-пуго-ловки	лещ	тарань	рыбец	бычок-сирман	бычок-кругляк	бычок-песочник	лещ	бычок-сирман	бычок-кругляк	бычок-песочник	осетр	серебряка
Запас или улов *, тыс. ц . . . . .	—	30	4,44	220	30	80	112	—	90	0,56	480	200	35	—	480	600	35	4	8
Годовой рацион . .	—	22	16,0	17	23	21	21	—	9	16,0	18	20	21	—	19	23	21	23	11
Количество съеден- ной пищи ** . . .	1105,0	660,0	71,0	3740,0	690,0	1680,0	2352,0	70,0	810,0	9,0	8640,0	4000,0	735,0	35,0	9120,0	13800,0	735,0	92,0	88,0
В том числе:																			
Cardium . . . . .	109,0	66,0	2,0	1488,5	82,8	1058,4	2053,9	13,1	550,8	1,8	146,8	1420,0	161,7	—	665,8	1007,4	161,7	3,5	0,2
Monodacna . . .	352,0	0,4	33,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hydrobia . . . .	11,0	567,6	2,3	—	4,1	—	21,1	1,0	175,1	1,5	51,8	32,0	—	—	27,4	23,4	—	—	—
Syndesmya . . .	1,0	1,9	—	—	13,8	—	—	—	34,0	—	4786,6	880,0	411,9	22,5	1691,0	2111,3	411,6	19,3	10,6
Corbulomya . . .	14,3	—	—	613,3	583,7	336,0	—	41,4	31,5	0,6	509,8	840,0	47,8	—	3857,3	10295,0	47,7	68,0	2,4
Nereis . . . . .	32,0	1,9	1,7	433,8	2,8	252,0	258,0	8,5	0,8	3,0	449,2	488,0	110,2	0,8	629,3	303,6	110,0	—	4,4
Nephtys . . . . .	7,0	—	—	—	—	—	—	5,0	—	—	—	—	—	0,1	54,7	—	—	0,08	22,8
Gammaridae . . .	0,1	—	—	—	—	—	—	0,02	—	—	—	—	—	0,01	200,6	13,8	1,5	—	7,3
Ostracoda . . . .	357,0	15,2	19,4	—	—	—	16,4	0,004	17,8	—	—	—	—	0,009	—	1,4	—	—	—

\* Для леща, тарани и бычков дается запас, для осетровых и рыба — улов. Запас рыб вычисляли на основании их улова и коэффициентов промыслового использования, даваемых Т. Ф. Дементьевой, В. Н. Майским, И. Я. Сыроватским, В. И. Ветровой. При учете распределения рыб по акватории моря были использованы данные Майского (1951), Дементьевой (1955) и И. Н. Тимофеева.

\*\* Количество пищи, съеденное лещем, взято из табл. 3. Состав пищи леща, тарани и рыба изучался мною, бычков — В. Я. Лус, осетровых — В. А. Костюченко (1955).



Т а б л и ц а 5  
Соотношение годовой продукции бентоса Азовского моря  
и количества съеденных рыбами кормовых организмов  
в 1951 г. (в тыс. ц)

	Съедено рыбами	Продук- ция за год *	Коэффи- циент ис- пользова- ния пищи рыбами **
Общее количество организмов	41 788	150 112	0,27
В том числе:			
моллюсков . . . . .	37 839	133 054	0,28
ракообразных . . . . .	670	3 101	0,22
червей . . . . .	3 262	13 957	0,23

\* По И. Н. Старк.

\*\* Этот коэффициент представляет собой отношение количества ор-  
ганизмов, съеденных рыбами, к годовой продукции этих организмов.

В основу табл. 6 был положен прогноз запаса донных рыб, составлен-  
ный В. Н. Майским и Т. Ф. Дементьевой, состав пищи и годовые рационы  
рыб; в основу расчета соотношения групп организмов в пище отдельных  
рыб — фактические данные за 1950—1951 гг., с учетом того, в какой  
мере состав пищи той или иной рыбы в конкретные годы являлся для  
данного вида рыб типичным (Желтенкова, 1949, 1957). Считалось, что  
при новом гидрологическом режиме водоема соотношение групп кормовых  
организмов в пище отдельных видов рыб может измениться, однако об-  
щий состав пищи — преобладание моллюсков, червей или ракообразных,  
а также предельный размер поедаемых организмов — должны будут  
принципиально остаться теми же.

#### ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОТКОРМА НА ВЕЛИЧИНУ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ И ОРГАНИЗМЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ УЛОВ РЫБ АЗОВСКОГО МОРЯ

Питание рыб влияет на темп их роста, что в свою очередь отражается  
на величине промыслового улова рыб. Вследствие этого изучение исполь-  
зования кормовой базы рыбами находится в непосредственной связи с  
вопросом о промысловом значении той или иной популяции рыб.

При изучении питания леща Азовского моря в 1950 г. мною было вы-  
сказано предположение, что условия откорма крупного леща в море, по  
сравнению с 1934—1935 гг., ухудшились. Это предположение, высказы-  
ванное на основании величины индексов наполнения и состава пищи, в даль-  
нейшем нашло подтверждение в величине биомассы бентоса и в темпе  
роста леща. Как указывает И. Н. Старк (1951, 1955), в 1950 г. по сравне-  
нию с 1935 г. биомасса кормовых для леща организмов на морских участ-  
ках, где происходит главный откорм взрослых рыб, уменьшилась. Вме-  
сте с тем замедлился и темп роста леща (Дементьева, 1955); между коле-  
баниями биомассы бентоса и темпом роста рыб старше 4-х лет оказалось  
достаточно хорошее соответствие (Желтенкова, 1955).

В 1951 г. условия откорма леща еще более ухудшились, что вырази-  
лось в уменьшении общего индекса наполнения кишечника рыб старше  
4-х лет. Как было показано выше (стр. 312), в этом году обеспеченность  
леща пищей была недостаточна.

## Количество зообентоса, потребное донным рыб

	Таганрогский залив						
	лещ	тарань	бычок-сирман	бычок-кругляк	бычок-песочник	бычки-пугловки	все р
Запас рыб . . . . .	135,0	60,0	250,0	50,0	80,0	112,0	68
Количество потребной пищи . . . . .	1755,0	1320,0	4250,0	1150,0	1680,0	2352,0	1250
В том числе:							
моллюсков . . . . .	600,0	1267,0	2380,0	1140,0	1428,0	2070,0	888
ракообразных . . . . .	860,0	40,0	42,0	—	16,0	20,0	978
червей . . . . .	260,0	13,0	510,0	10,0	236,0	257,0	1286

\* Для осетра и севрюги дается не прогнозируемый запас, а фактический их улов в 1951 г.

Согласно И. Н. Тимофееву, в 1951—1952 гг. темп роста леща, по сравнению с 1935—1948 гг., оказался крайне замедленным. Это привело к уменьшению веса леща промысловых размеров примерно на 45%. Фактический улов леща в 1951 г. равнялся 80,7 тыс. ц, а запас его составлял около 132 тыс. ц. Если бы условия роста леща в этом году были благоприятными, то весовой запас его при той же численности должен был бы равняться 192 тыс. ц. Таким образом, в 1951 г. вследствие неблагоприятных условий роста вес популяции леща оказался на 60 тыс. ц меньше, чем был бы при благоприятных условиях роста.

Отношение съеденного корма к весовому приросту рыб показывает кормовой коэффициент. Можно считать, что и отношение недополученного корма (895,4 тыс. ц) к недостатку веса леща (60 тыс. ц), равное 14,9, представляет собой кормовой коэффициент при питании моллюсками, ракообразными и червями. К сожалению, данных о кормовом коэффициенте для взрослого леща Азовского моря нет, поэтому для сравнения приходится обращаться к другим данным.

По М. Н. Кривобоку (1942), кормовой коэффициент годовалого леща в оз. Глубоком при кормлении хирономидами и ракообразными колебался от 4,7 до 12,1. Для воблы Северного Каспия при питании моллюсками он равняется 30 (Бокова, 1940). Е. Р. Фортунатовой (цит. по Карзинкину, 1952) установлено, что кормовой коэффициент черноморской зеленушки при кормлении моллюсками равнялся 22, а ставриды, при кормлении гаммарусами, — в среднем 14,1. Следовательно, можно считать, что рассчитанный мною для леща кормовой коэффициент, приблизительно равный 15, достаточно близок к действительному.

Реальность этой величины позволяет утверждать, что уменьшение биомассы популяции леща, а вместе с тем и его улова в 1951 г. действительно произошло в большой мере из-за ухудшения условий откорма и плохой обеспеченности пищей леща промысловых размеров.

Помимо выяснения связи между изменениями кормовой базы и величиной улова рыб, устанавливалось также, за счет каких именно кормовых организмов существуют промысловые рыбы Азовского моря.

В основу расчета были положены состав пищи бентосоядных рыб в 1951 г. в процентах по весу (Желтенкова, 1955) и величина их улова. Условно принято, что усваиваемость кормовых организмов рыбами одинакова. Поэтому, если кардиум составляет 10,6%, а монодакна 19,4%

условиях измененного стока реки Дона (в тыс. ц) \*

Т а б л и ц а 6

лещ	тарань	осетр	севрюга	Море			все рыбы
				бычок-сирман	бычок-крутляк	бычок-песочник	
15,0	60,0	4,0	8,0	1200,0	1100,0	70,0	2457,0
333,0	1380,0	92,0	88,0	22200,0	23650,0	1470,0	49213,0
266,0	1352,0	91,0	13,0	14650,0	21000,0	1250,0	38622,0
7,0	14,0	0,5	9,0	400,0	24,0	15,0	469,5
60,0	14,0	0,5	30,0	1332,0	1650,0	205,0	3291,5

пищи леща, то соответственно первый обеспечивает 10,6% улова леща, или 8,9 тыс. ц, а вторая — 15,3 тыс. ц улова леща.

Т а б л и ц а 7

Основные кормовые организмы, определившие улов (в тыс. ц) бентосоядных рыб Азовского моря в 1951 г.

Кормовые организмы	Рыба					Общий улов рыб	
	лещ	тарань	рыбец	осетровые	бычки	тыс. ц	%
Cardium . . . . .	8,9	9,2	0,24	0,25	32,0	50,6	13,6
Monodacna . . . . .	15,3	—	2,0	—	—	17,3	4,7
Hydrobia . . . . .	0,7	61,2	0,24	—	0,4	62,6	16,9
Syndesmya . . . . .	3,2	0,6	—	2,2	69,2	75,2	20,3
Corbulomya . . . . .	4,6	3,4	0,03	4,8	62,5	75,4	20,3
Nereis . . . . .	2,3	0,2	0,3	0,4	13,7	16,9	4,5
Hypaniola . . . . .	4,8	—	—	—	—	4,8	1,3
Cumaceae . . . . .	2,2	0,025	0,04	0,003	0,02	2,3	0,6
Ostracoda . . . . .	30,7	1,7	1,2	—	0,04	33,6	9,1
Pisces . . . . .	0,5	—	0,08	3,2	14,0	17,8	4,8
Varia . . . . .	7,5	0,675	0,87	3,047*	2,24	14,2	3,9
Общий улов . . . . .	80,7	77,0	5,0	13,9	194,1	370,7	100,0

\* 2,1 тыс. ц образована за счет Nephrys, 0,7 тыс. ц — за счет Gammaridae.

Таким образом, из табл. 7 можно сделать вывод, что основную часть улова тарани обеспечивает гидробия, леща — монодакна и остракоды и т. д. В итоге получается, что в 1951 г. кардиум обеспечил откорм 50,6 тыс. ц рыбы, или 13,6% улова всех бентосоядных рыб; гидробия — 62,6 тыс. ц, или 16,9% улова, и т. д. Однако только введение соответствующих физиологических и биохимических поправок в эти данные позволит в

дальнейшем получить более правильное представление о том, что же в действительности происходит в природе.

Т а б л и ц а 8

Основные кормовые организмы, определившие улов (в тыс. ц) хищных и планктоноядных рыб Азовского моря в 1951 г.

	Чехонь	Щеман	Судак	Сельдь	Тюлька	Хамса	Перкарина	Атерина	Общий улов рыб	
									в тыс. ц	в %
Polychaeta . . . . .	1,7	—	—	—	—	77,2	7,5	1,7	88,1	6,6
Cumacea . . . . .	0,2	0,2	—	—	—	—	0,6	—	1,0	0,1
Mysidae . . . . .	7,5	—	—	7,1	91,3	23,2	19,3	1,8	150,2	11,3
Calanipeda . . . . .	4,2	—	—	1,6	365,2	88,7	8,2	3,5	504,0	37,9
Acartia clausi . . . . .	—	—	—	0,2	14,6		—	2,3		
Centropages kroyeri . . . . .	—	—	—	0,2	—		—	0,2		
Heterocope . . . . .	—	—	—	0,1	10,0		4,1	0,9		
Cladocera . . . . .	—	—	—	—	114,1	—	0,2	—	114,3	8,6
Zoea . . . . .	—	0,2	—	—	—	—	—	—	0,2	0,02
Cirripedia lar. . . . .	—	—	—	0,1	160,0	2,7	—	8,9	171,7	12,9
Lamellibranchia lar. . . . .	—	—	—	—	36,5	0,8	—	—	37,3	2,8
«Воздушные» насекомые . . . . .	0,4	0,9	—	—	—	—	—	—	1,3	0,1
Rotatoria . . . . .	—	—	—	—	109,5	—	—	—	109,5	8,2
Pisces . . . . .	31,5	1,37	84,1	2,8	—	—	14,4	—	134,17	10,9
Varia . . . . .	1,5	0,13	—	—	11,7	0,4	3,2	0,1	17,03	0,58
Улов, тыс. ц . . . . .	47,0	2,8	84,1	12,1	912,9	193,0	57,5	19,4	1328,8	100,0

Цифры, приведенные в табл. 8, менее конкретны, так как в основу их положен материал, полученный в различные годы. Состав пищи чехони и шеман дается для 1951 г. (мои данные), судака — для 1950 г. (мои данные), сельди и атерины — для 1948 г. (данные Д. Н. Логвинович), перкарины — для 1948—1949 гг. (данные В. А. Костюченко), тюльки — для 1950 г. (данные В. А. Костюченко), хамсы — для 1948 г. (данные Д. Н. Логвинович, переработанные В. П. Корниловой).

Примечательно, что донные организмы обеспечивают около 7,0% улова, причем основная доля их приходится на Polychaeta.

При составлении табл. 9 пришлось сделать допущение, что состав пищи планктоноядных и хищных рыб в 1948—1950 гг. был такой же, как и в 1951 г.

Из таблицы видно, что основными организмами, обеспечившими улов рыбы в 1951 г., были ракообразные, а среди них — Copepoda и личинки Cirripedia. При этом почти все ракообразные обеспечивали улов планктоноядных рыб и только остракоды — бентосоядных, а кумовые и бокоплав — обеих групп рыб. На самом деле значение этой группы беспозвоночных (особенно Entomostraca) еще больше, так как все рыбы, в том числе и бентосоядные, на ранних стадиях своего развития питаются мелкими планктонными организмами. Взрослые моллюски обеспечивали улов бентосоядных, а их личинки — планктоноядных рыб. Несколько необычным, но для Азовского



Т а б л и ц а 9

Основные кормовые организмы, определившие общий улов рыб Азовского моря в 1951 г.

Группы кормовых организмов	Улов		Использование кормовых организмов (в %) рыбами	
	в тыс. ц	в %	бентосоядными	планктоноядными и хищными
Rotatoria . . . . .	109,5	6,4	—	100,0
Polychaeta . . . . .	112,99	6,6	22,0	78,0
Mollusca . . . . .	318,56	18,7	88,0	12,0
В том числе:				
ad. . . . .	281,26	16,5	99,99	0,01
lar. . . . .	37,3	2,2	—	100,0
Crustacea . . . . .	984,75	57,9	4,0	96,0
В том числе:				
Cladocera . . . . .	114,3	6,7	—	100,0
Copepoda . . . . .	504,31	29,75	0,03	99,97
Ostracoda . . . . .	35,64	2,1	94,0	6,0
Cumacea . . . . .	3,29	0,2	69,0	31,0
Gammaridae . . . . .	2,60	0,15	57,0	43,0
Corophiidae . . . . .	1,84	0,1	35,0	65,0
Mysidae . . . . .	150,46	8,8	0,2	99,8
Cirripedia . . . . .	172,31	10,1	0,3	99,7
В том числе:				
ad. . . . .	0,61	0,03	99,4	0,6
juv. . . . .	171,7	10,07	—	100,0
Insecta . . . . .	2,62	0,16	39,0	61,0
В том числе:				
Chironomidae . . . . .	1,31	0,08	77,0	23,0
«Воздушные» Insecta . . . .	1,31	0,08	0,8	99,2
Pisces . . . . .	151,95	8,9	11,0	89,0
Высшие растения и фитопланктон . . . . .	0,29	0,02	49,0	51,0
В с е г о . . . . .	1699,5	100	22,2	77,8

моря закономерным, является тот факт, что  $\frac{4}{5}$  всего количества червей идет на обеспечение улова планктоноядных рыб. Причина этого — большое количество *Nereis succinea* в пище хамсы — одной из основных планктоноядных промысловых рыб Азовского моря.

Значение отдельных кормовых организмов в определении величины улова рыб Азовского моря, показанное здесь для 1951 г., в другие годы может оказаться резко отличным: оно зависит от обилия и видового состава как кормовых организмов, так и рыб. Для Азовского моря известны значительные колебания численности тех и других. Например, в 1951 г., по сравнению с 1934—1935 гг., синдесмии стало меньше, а кардиума и, корбулмии — больше; в 1952 г. численность корбулмии снова резко уменьшилась. В 1938—1949 гг. тарани в Азовском море было меньше, чем в 1951 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приводимые в настоящей статье данные, естественно, нуждаются в уточнении. Для получения более точного представления об использовании кормовой базы рыбами необходимо лучше знать и учитывать при вычислениях особенности экологии кормовых организмов и их потребностей — рыб. Для этого необходимо знать и рыбопродуктивные свойства кормов.

Наблюдения, проводимые в полевых и экспериментальных условиях при исследованиях питания, а также исследования питания, кормовой базы и темпа роста рыб во многих случаях дают сходные результаты. Это позволяет считать, что применение весовой методики анализа состава пищи рыб с последующим вычислением частных и общих индексов наполнения пищеварительных трактов рыб дает возможность более глубоко проанализировать вопрос об использовании кормовой базы рыбами и получить, хотя бы в общих чертах, представление о формировании рыбных богатств водоема.

Обширные исследования, ведущиеся в северной части Каспийского моря и на Азовском море, показывают, что между гидрологическим режимом водоема, условиями откорма рыб и их уловами имеется непосредственная связь. Но последняя может осложниться тем, что одно явление иногда запаздывает в отношении другого, как это, например, происходит при изменении кормовой базы рыб под влиянием изменения стока (Старк, 1955; Шорыгин и Карпевич, 1948). Связь может нарушаться и вследствие развития каких-либо дополнительных явлений; например, связь между кормовой базой и темпом роста рыб может быть нарушена в результате изменения численности рыб.

Рассмотренное в настоящей статье изменение улова рыб под влиянием изменяющихся условий откорма не есть исключение. Эта связь, вероятно, представляет типичное явление для наших водоемов, во всяком случае для наших внутренних морей.

Таким образом, при изучении факторов, определяющих состояние популяции и величину улова промысловых рыб, следует учитывать степень обеспеченности рыб пищей и особенности их питания. При составлении прогнозов уловов рыб следует учитывать возможные изменения кормовой базы в связи с изменением гидрологического режима водоема и контролировать даваемый прогноз данными по питанию рыб в конкретном году.

## ВЫВОДЫ

1. Рационы рыб, получаемые в экспериментальных условиях или расчетным путем по составу пищи (по способу Шорыгина), в ряде случаев больше наблюдающихся в естественной обстановке, поэтому для их уточнения необходимо вводить соответствующие поправки.

2. Подсчет количества корма, использованного лещом в Азовском море в 1951 г., по годовым рационам, получаемым по способу Шорыгина, и по годовым рационам с поправкой на величину общего индекса наполнения кишечника леща в разных районах Азовского моря показывает, что в 1951 г. обеспеченность леща пищей была недостаточна, так как он недополучил 895,4 тыс. ц корма.

3. В 1951 г. донными рыбами Азовского моря было съедено 37 839 тыс. ц моллюсков, 670 тыс. ц ракообразных, 3262 тыс. ц червей. Сопоставление количества зообентоса в море и съеденного рыбами показывает, что в этом

году коэффициент использования рыбами моллюсков равнялся 0,28, ракообразных — 0,22 и червей 0,23.

4. В 1950—1951 гг., по сравнению с 1934—1935 гг., условия откорма леща в Азовском море ухудшились. Недостаточная обеспеченность леща кормом в 1951 г. привела к замедлению темпа роста и уменьшению его веса. Вследствие этого запас леща в 1951 г. оказался на 60 тыс. ц меньше, чем был бы при хороших условиях роста.

5. Кормовой коэффициент для леща, вычисленный как частное от деления недополученного корма на дефицит биомассы популяции леща в 1951 г., равен 14,9. Это дает основание считать, что замедление темпа роста леща в 1951 г. произошло в большой мере за счет уменьшения интенсивности его откорма.

6. Учет влияния отдельных кормовых организмов на величину улова рыб Азовского моря показывает, что в 1951 г. *Cardium*, *Hydrobia*, *Corbulomya*, *Syndesmya*, *Nereis*, *Ostracoda* обеспечивали 84,7% улова донных рыб; *Mysidae*, *Copepoda*, *Cladocera* личинки *Cirripedia* и *Lamellabranchiata* — 73,5% улова планктоноядных рыб. Ракообразные обеспечили 57,9%, моллюски — 18,7, рыбы — 8,9% улова всех рыб.

7. Для уточнения данных об использовании кормовой базы рыбами и определения роли кормовых организмов в величине рыбного улова необходимо детальное изучение экологии рыб и их кормовых организмов и привлечение физиологических данных о продуктивном действии различных кормов.

8. Анализ пищи рыб по содержанию их пищеварительных трактов позволяет непосредственно констатировать изменение условий нагула, которое лишь впоследствии скажется на темпе роста рыб. Результаты этого анализа должны приниматься во внимание при составлении прогнозов улова рыб.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Б и р ш т е й н Я. А. 1952. Питание бентосоядных рыб Каспия (кроме осетровых) в 1948—1949 гг. и использование ими *Nereis succinea*.—В «Сб. работ об акклиматизации *Nereis succinea* в Каспийском море». Изд-во Моск. об-ва испытателей природы.
- Б о к о в а Е. Н. 1940. Потребление и усвоение корма воблой.—Труды Всесоюзно-научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. XI.
- В о р о б ь е в В. П. 1949. Бентос Азовского моря.—Крымиздат.
- Д е м е н т ь е в а Т. Ф. 1955. Изменение в распределении и темпе роста леща в Азовском море перед зарегулированием стока р. Дон.—Труды Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. XXXI, вып. 2.
- Ж е л т е н к о в а М. В. 1939. Питание воблы (*Rutilus rutilus caspicus* Jak.) в северной части Каспийского моря.—Труды Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. X.
- Ж е л т е н к о в а М. В. 1949. Состав пищи и рост некоторых представителей вида *Rutilus rutilus* L.—Зоол. журнал, т. XXVIII, вып. 3.
- Ж е л т е н к о в а М. В. 1954. Критическая оценка современных методов изучения питания рыб в естественных условиях.—Труды совещания по методике изучения кормовой базы и питания рыб. М., Изд-во АН СССР.
- Ж е л т е н к о в а М. В. 1955. Питание и использование кормовой базы донными рыбами Азовского моря.—Труды Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. XXXI.
- Ж е л т е н к о в а М. В. 1957. К прогнозу условий откорма рыб в Азовском море.—Вопросы ихтиологии, вып. 8.
- К а н а е в а И. П. 1957. Поркарина как конкурент в питании промысловых рыб Азовского моря.—Рыбное хозяйство, № 2.
- К а р з и н к и н Г. С. 1952. Основы биологической продуктивности водоемов.—Пищепромиздат.
- К а р п е в и ч А. Ф. 1940. Потребление и усвоение корма рыбами.—Рыбное хозяйство, № 2.

- Костюченко В. А. 1955. Биология и состояние промысла осетровых рыб Азовского моря перед зарегулированием стока рек.— Труды Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. XXXI, вып. второй.
- Кривобок М. П. 1942. Рост годовалого леща в оз. Глубоком в связи с питанием.— Известия АН СССР, № 5.
- Кривобок М. П. и Дьякова Г. П. 1956. Использование кормовой базы молодью сазана и леща перестово-выростных хозяйств Дона.— Труды Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. XXXII.
- Догвинович Д. П. 1955. Материалы по биологии личинок и мальков донских судака и леща и годовиков перкаринны.— Труды Азово-Черноморского научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, вып. 16.
- Майский В. П. 1951. Материалы по распределению и численности рыб в Азовском море.— Труды Азово-Черноморского научно-исслед. ин-та морск. хоз-ва и океанографии, вып. 15.
- Новикова Н. С. 1949. О возможности определения суточного рациона рыб в естественных условиях.— Вестник МГУ, № 9.
- Старк Н. П. 1951. Состояние кормовой базы бентосоядных рыб северо-восточной части Азовского моря.— Труды Азово-Черноморского научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, вып. 15.
- Старк Н. П. 1955. Изменения в бентосе Азовского моря в условиях меняющегося режима.— Труды ВНИРО, т. XXXI.
- Шорыгин А. А. 1952. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря.— Пищепромиздат.
- Шорыгин А. А. и Карпевич А. Ф. 1948. Новые вселенцы Каспийского моря и их значение в биологии этого водоема.— Крымиздат.
- Яблонская Е. А. 1955. Возможные изменения кормовой базы рыб Азовского моря при зарегулировании стока рек.— Труды Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. XXXI.



## ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

А. В. Ф Р А Н Ц Е В

О НЕКОТОРЫХ ПУТЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ  
НА ЖИЗНЬ ПРЕСНЫХ ВОДОЕМОВ*(Учинская лаборатория Московского водопровода;  
ст. Мамонтовка Московской обл.)*

В нашей стране ведется огромное гидростроительство. Мы перестраиваем не только энергетику и водный транспорт, но и водоснабжение, и рыбное, и сельское хозяйство. Мы научились строить мелкие и огромные водохранилища, самого разнообразного назначения, орошаем каналами пустыни, заставляем реки течь в тех направлениях, где нам нужнее их вода.

Но, как это ни странно, одновременно мы в нерешительности остановились перед задачей регулирования жизни построенных водоемов, их лучшего использования, увеличения их хозяйственно полезной продукции.

Вина науки, изучающей гидробиологические процессы, и организаций, проектирующих и переделывающих водоемы, в том, что водохранилища, занимающие в нашей стране уже более 4 млн. га (т. е. более площади Азовского моря), не отдают народному хозяйству того, на что они потенциально способны; наше животноводство, теряющее при затоплении речных пойм заливные луга — свою кормовую базу, — не компенсируется полноценными кормами с площади водохранилищ; рыбопродуктивность водохранилищ крайне низка; питьевые водохранилища недостаточно улучшают воду, а каналы, построенные для водоснабжения, в противоположность рекам, даже загрязняют ее.

Отсутствие постоянной связи между проектирующими и гидробиологическими организациями приводит к очень большим ошибкам в проектировании, которые потом, во время эксплуатации, трудно или даже невозможно исправить, и углубляет отрыв гидробиологии от решения практических задач. Получается порочный круг: проектные организации, воспитанные на применении готовых формул, рецептов и стандартов, не удовлетворяются расплывчатыми и малоконкретными указаниями гидробиологов и не привлекают их к проектированию. Последние, не участвуя в проектировании, все больше отрываются от решения жизненно важных проблем, подменяя их описательными работами или в лучшем случае решением мелких, второстепенных вопросов.

В первую очередь все это относится к конструкции и эксплуатации каналов питьевого назначения.

Первый такой канал был построен еще в 1937 г. Это водопроводная часть канала им. Москвы, от Учинского водохранилища до Сталинской очистной станции. Его длина около 30 км, из них 20 км — открытый канал и 10 км — трубопровод. Вода проходит весь этот путь менее чем за сутки. Канал облицован бетоном, попадание в него каких-либо стоков совершенно исключено, он очень хорошо охраняется, тем не менее вода

при прохождении через него не только не улучшается, а довольно заметно ухудшается.

Количество сапрофитных бактерий и кишечной палочки летом увеличивается в десятки и сотни раз. Временами резко увеличивается количество планктона за счет бентосных форм и обрастаний. Среди них много узких и длинных клеток диатомовых водорослей, которые легко проходят через песок фильтров и в значительном количестве попадают в очищенную воду. Питаясь обильным органическим материалом живых и отмирающих водорослей, на дне и стенках канала развивается богатое население из ракообразных, личинок хирономид, нематод, олигохет. Все они затрудняют работу очистной станции. Приходится затрачивать очень много труда и средств для ежегодной очистки канала, которая все равно не устраняет полностью загрязнение.

Сейчас выстроены и строятся еще несколько каналов питьевого назначения — в Донбассе, Кривом Роге, Иванове. По имеющимся сведениям, они будут еще больше, чем волжский канал, ухудшать воду, а очистка их будет гораздо более трудной.

Все каналы имеют трапециевидальное, очень мало меняющееся сечение, равномерную глубину порядка 4 м, бетонные или земляные, а иногда облицованные щебенкой берега, откосы и дно.

Сравним эти каналы с Москвой-рекой, старым и хорошо изученным источником водоснабжения. После длительного перерыва ее исследования сейчас возобновились. Ее протяженность от теперешней Можайской плотины до Рублевской очистной станции около 140 км, из которых только последние 20 км охраняются. На берегах остальной части расположены десятки населенных пунктов, в том числе два города — Можайск и Звенигород. Не запрещается купание людей и животных, у уреза воды пасутся многочисленные стада. Стоки со всей довольно большой водосборной площади впадают в реку на всем ее протяжении. В реке много высшей водной растительности. Крутые берега во многих местах сплошь покрыты лиственными и смешанными лесами, и осенью вся опавшая листва сносятся в реку. Однако, несмотря на казалось бы очень плохое санитарное состояние реки, ее вода остается очень чистой, легко доочищается на станции, и только во время паводков возникают затруднения с очисткой.

Объяснение разницы в состоянии этих потоков следует, очевидно, искать в общем действии многих природных процессов самоочищения в реке и в искусственном подавлении их неудачной конструкцией каналов.

Москва-река на основном протяжении — мелкий быстрый поток с песчаными дном и берегами; его вода хорошо просвечивается солнцем, аэрируется и все время частично фильтруется через песок. В меньшей части это расширенные и неглубокие плесы, заросшие высшей водной растительностью. Здесь вода оставляет часть своих биогенных веществ, здесь уменьшается количество планктона и, по-видимому, происходит коагулирование некоторых веществ. И наконец, это — глубокие плесы-отстойники, где оседают и сохраняются, до промывки паводком, взвеси.

Все три перечисленных основных элемента реки — факторы самоочищения. Наиболее продвинулась у нас пока только лабораторная часть исследования роли донных песков. Изучение в этом отношении высшей растительности и общего действия всех трех факторов еще только начинается, поэтому здесь я кратко остановлюсь лишь на выяснении роли песков в опыте.

Модель (рис. 1) состояла из двух параллельно работающих замкнутых овальных лотков с длиной пробега воды в каждом около 3 м. Лотки



были сделаны из непрозрачного винипласта, а в 50-сантиметровую часть одной из наружных стенок был вварен лист органического стекла — окно для наблюдений. Лопасти колес тоже были из винипласта, а оси — из стеклянной палочки. Движение воды создавалось вращением электромоторчиком 8-лопастных колес, подобных мельничным или пароходным.

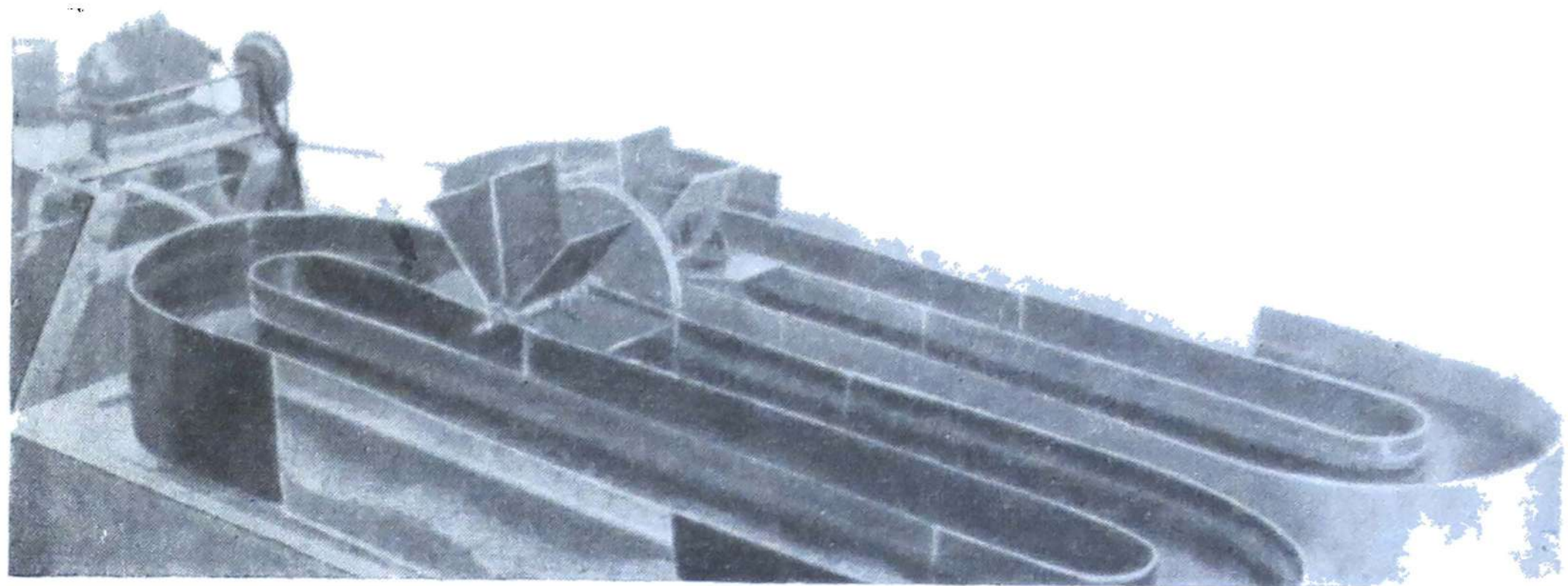


Рис. 1. Общий вид опытного лотка  
Объяснения см. в тексте

Такие колеса предпочтительнее гребных винтов, так как они дают равномерный, почти без толчков, поток воды. В течение всего опыта скорость была одинаковой — 10 см/сек. Каждый лоток вмещал 30 л воды из Учинского водохранилища. В одном из них на дне находился примерно 5-сантиметровый слой песка, взятого с откоса песчаного пляжа водохранилища. В другом лотке (контрольном) песка не было.

В оба лотка периодически добавляли одинаковые порции разнообразных вытяжек: между 15 и 27 апреля 1960 г. — вытяжку из высушенных растений (водяной рис), затем, до 8 мая, — из торфа, до 25 мая — из парниковой земли, содержащей торф и навоз. Каждый раз через 2 часа после прибавления вытяжки, а затем каждые сутки определяли цветность и окисляемость воды. Вершины зубчиков на кривых рис. 2 — это увеличившаяся в результате добавки цветность. В большинстве случаев уже через сутки в лотке с песком цветность воды возвращалась почти к исходному уровню, в лотке же без песка она все время нарастала. Через полтора месяца после начала опыта в лотке с песком цветность возросла в полтора раза (с 30 до 43°), а в лотке без песка — в 7 раз (с 30 до 200°). 1 июня воду меняли местами, т. е. та, которая была в лотке без песка, начала циркулировать над песком, и наоборот. На рис. 2 ясно видно, что чистая вода из лотка с песком сохранила свой состав, хотя теперь уже с песком не соприкасалась, а загрязненная вода из пустого лотка за 10 дней резко улучшилась. Состав обеих порций воды за этот короткий срок стал почти одинаковым. Аналогичные данные получены по окисляемости.

Более подробно исходная для опыта вода была проанализирована 15 апреля, а вода из обоих лотков — 4 мая и 1 июня. Анализ показал, что окисляемость над песком даже несколько уменьшилась по сравнению с исходной — с 8,6 до 7,6 и 8,4. Минеральная часть азота увеличилась везде очень резко, но в лотке с песком преобладала нитратная, а без



песка — аммонийная форма. Количество фосфатов в лотке с песком увеличилось в 4—7 раз, а без песка — в 15 и даже 100 раз. Запах подогретой воды с песком равнялся 1—2 баллам, а без песка 3—4 баллам. Запах же нехолодной воды оценивался в 1 балл.

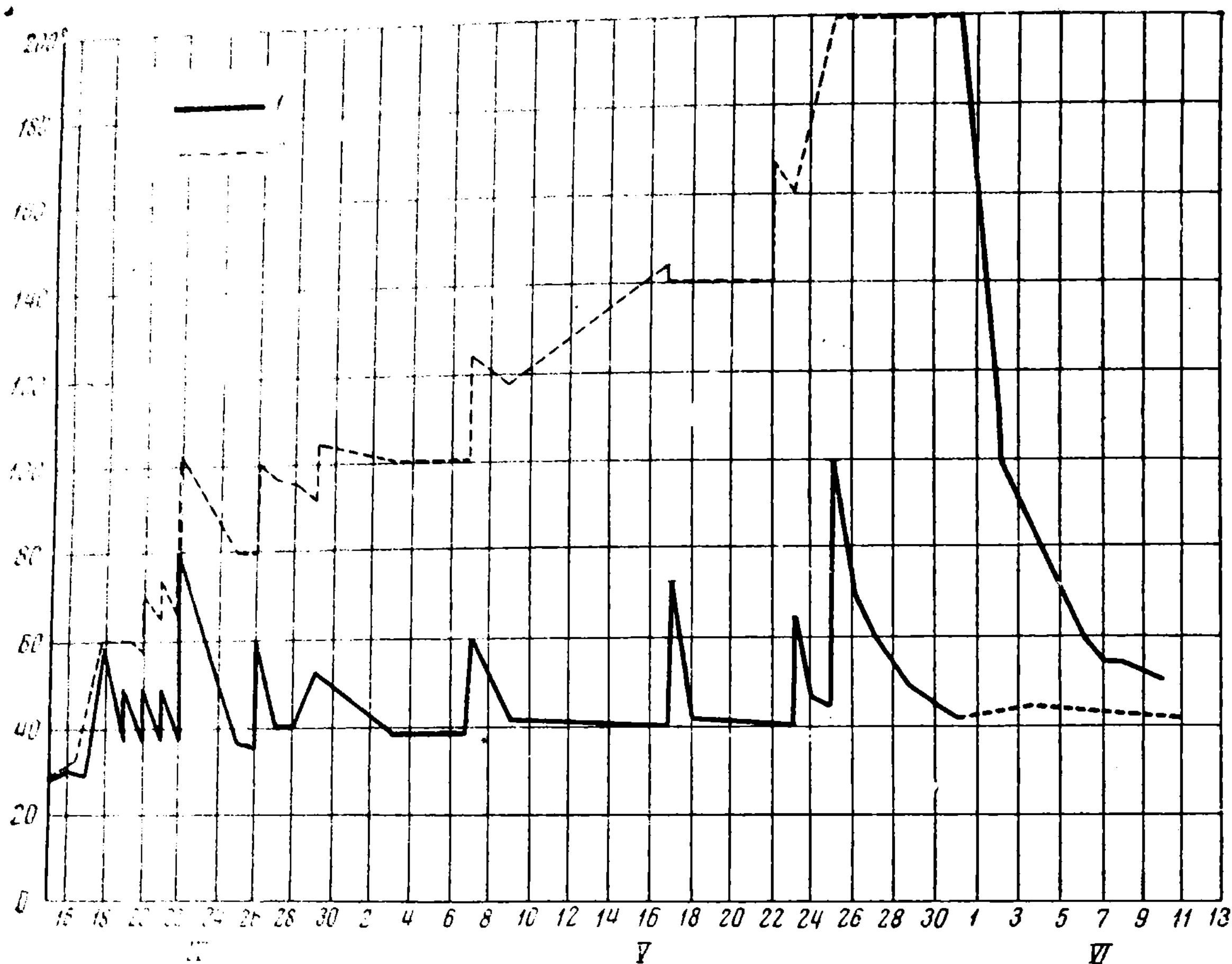


Рис. 2. Изменение цветности в лотке с песком (1) и без него (2)

Опыт продолжался восемь с половиной месяцев, неоднократно меняли воду, разнообразили выгядки: давали настой из свежего конского навоза, фекальную сточную жидкость — результаты были неизменными — очищение воды по химическим и бактериальным показателям происходило по-прежнему быстро и радикально.

Это не должно нас удивлять — вода за сутки проходила путь, равный 8,5 км, в том числе над песком около 5 км (песок покрывал не все дно лотка). В песке развивалось бактериальное население численностью от 0,5 до 3 миллиардов бактерий на 1 г песка (по прямому счету). Они-то и минерализовали все органические питательные вещества, содержащиеся в воде.

Удивительно то, что песок не только ни разу не сменялся, а даже не промывался, и тем не менее он по-прежнему хорошо очищает воду и не производит впечатления загрязненного.

Описанный опыт был поставлен только с песком. Вероятно, когда начнет работать модель, включающая все три основных элемента реки, очистной эффект будет еще больше.

Но если для полного очищения от очень сильного загрязнения на модели достаточно тока воды над песком на протяжении 5—10 км, то



в каналах это расстояние увеличивается во много раз. Почему же не использовать разумно такие ресурсы природы?

Другой крупнейший фактор самоочищения — это высшая водная растительность. О ней вскользь уже говорилось выше. Ее культивирование найдет самое разнообразное применение в нашем водном и рыбном хозяйстве. Я позволю себе изложить в форме тезисов некоторые намечающиеся направления применения на практике высшей водной растительности.

1. Умение усилить зарастание мелководий при условии оставления всего или части урожая на месте увеличит кормность, а следовательно, и рыбопродуктивность водохранилищ.

2. Зоологическим институтом АН СССР разработан давший очень хорошие результаты способ комплексного удобрения рыбоводных прудов периодическим внесением небольших доз минеральных удобрений и скошенной растительности. Мягкие и быстро разлагающиеся листья и стебли водяного риса, вероятно, для этого наиболее перспективны, при этом материал не нужно будет доставлять со стороны, а лишь по частям скашивать из мелководий удобряемого пруда. Вполне реально испытать этот метод на водоемах, больших, чем пруды.

3. В водоснабжении постоянно возникает противоположная задача — наиболее полное удаление из водоема питательных веществ. Культивирование и изъятие растительности для кормления сельскохозяйственных животных вне водоема — один из хозяйственно целесообразных путей для этого.

4. Противоречия интересов охраны источников водоснабжения и растущего населения пригородов заставляют остро ставить вопрос об усилении способности рек и водохранилищ к самоочищению. Регулируемая растительность — один из основных факторов самоочищения.

5. Известно, что многие водные растения концентрируют в себе рассеянные элементы, в том числе радиоактивные. Культивирование и извлечение таких растений из загрязненных вод — один из методов борьбы с загрязнением и добывания этих веществ.

6. В водоснабжении и рыбном хозяйстве большие трудности и убытки приносит «цветение» водоемов. Использование пищевой конкуренции и антагонизма высшей растительности и фитопланктона, по-видимому, единственный радикальный путь борьбы с «цветением».

Следовательно, самые разнообразные отрасли хозяйства прямо или косвенно заинтересованы в культивировании водной растительности, но сначала необходимо разработать агротехнику и механизацию ее выращивания и уборки и доказать целесообразность и рентабельность ее применения. Проще всего начинать эту работу, имея в виду нужды сельского хозяйства, тем более, что в этом прямо заинтересовано животноводство ряда густонаселенных районов по берегам рек, превращенных в каскады водохранилищ. Из этих же соображений наиболее целесообразно для начала ограничить исследования четырьмя наиболее перспективными в кормовом отношении растениями: водяным рисом (*Zizania aquatica*), широколистным рисом (*Z. latifolia*), канарейником (*Digraphis arudinacea*), бекманией (*Beckmania eruciformis*). Безусловно, в ближайшее время этот список должен быть значительно пополнен такими экологически и агротехнически отличными от перечисленных видов растениями, как, например, элодея и рдесты.

Общезвестно, что животноводство районов водохранилищ переживает трудности вследствие затопления речных пойм. Например, в опубликованной «Известиями» 13 марта 1960 г. статье Ефима Дороша «Урок ботаники» говорится: «Мы затопили триста тысяч гектаров молодого-шекс-

Этот этап — освоение культуры растений и разработка ее агротехники в масштабах 1—2-х хозяйств — совершенно необходим и он может быть закончен в 2—3 года. Только после приобретения такого опыта можно вводить культуру в больших масштабах.





Рис. 3. Заросли риса многолетнего (а) и однолетнего (б).

С первых же шагов работы в хозяйственных размерах мы убедились в неудачности большинства имевшихся рекомендаций и трудоемкости ручной работы.

Так, посадки многолетнего риса рекомендовались стеблевыми, одноузловыми черенками. При массовой проверке всхожесть таких черенков оказалась меньше 20%. Сейчас мы размножаем его или молодыми побегами, или 3—4-узловыми черенками, имеющими уже заложенные корни в нижнем узле.

Однолетний рис растет на глубине до 1 м, многолетний — до 1,5 м. Оба они хорошо кустятся и дают много побегов (рис. 3). На этом основании рекомендовались два или даже три укоса в сезон. Между тем отрастание риса после скашивания даже с глубины 20 см очень незначительное. Иначе, вероятно, и не может быть: в момент укоса растение или цветет или начинает плодоносить. Запасных питательных веществ в подзем-



ных органах мало, почки еще не подготовлены, а растение вдруг лишается всей ассимилирующей поверхности, без которой оно должно не только продолжать существование, но и вырастить новые побеги и листья через скашиванную воду. Это ему далеко не всегда удастся. В результате после скашивания на месте густого посева только к поздней осени появляются очень разреженные и ослабленные всходы. Значит, вместо двух-трех укосов в год, как предполагалось, получится один укос в 2—3 года. Правда, при скашивании выше уровня воды отрастание получается хорошее, но зато очень уменьшается урожай и нескошенной остается наиболее питательная, нижняя, часть стебля. С однолетним рисом мы легко вышли из положения, ведя покос перпендикулярными берегу полосами и оставляя полуметровые нескошенные полосы через каждые 3—4 м покоса. Этого оказалось достаточно для сплошного осеменения участка для следующего года. Многолетний же рис или придется сажать на самых мелких местах, или подобрать для него режим сработки уровней, но и в этом случае остается неясным, как он будет отрастать на осушенных почвах, превратившихся из дна водоема в суходол.

Очень трудоемкими оказались ручные уборка скошенных растений, сбор семян и посадка; для всего этого нужно еще подобрать, а может быть, и несколько видоизменить механизмы.

Однако все эти трудности освоения преодолимы.

В этой небольшой статье очень неполно затронуты только два из многих возможных путей воздействия на водоем. Водохранилища и каналы приобретают во всех отраслях жизни нашей страны такую большую роль, что старые приемы — описательное изучение и охрана существующего в природе положения — явно недостаточны.

Нужно учиться управлять продуктивностью водоемов. Нужно уметь использовать и усилить замечательную способность водоемов к самоочищению. И сделать это нужно в ближайшее время.

Для этого необходимо прежде всего более интенсивно развивать в гидробиологии экспериментальное направление. Необходимо организовать Институт экспериментальной гидробиологии, на чем давно настаивает В. И. Жадин. Институт этот должен иметь возможность экспериментирования не только в колбах, а и на моделях сооружений. Не странно ли, что перед тем, как построить, может быть тысячный по счету водосброс плотины, он сначала моделируется и исследуется в лаборатории. А гидробиолог должен давать свои заключения, не имея промежуточной ступени между колбой и каналом или водохранилищем!

Нужно возобновить когда-то существовавший периодический Гидробиологический журнал, так как гидробиология, имеющая дело с таким важнейшим для всей жизни страны объектом, как вода, не имеет своего журнала. «Труды Всесоюзного гидробиологического общества» выходят только один раз в год и должны остаться для больших работ.

И, наконец, нужно так организовать проектирование новых сооружений, чтобы гидробиологические организации участвовали в нем с самого начала, с проектного задания. Нельзя допускать повторения ошибок проектирования канала Сев. Донец — Донбасс, когда при проектировании игнорировались предложения гидробиологов, а эксплуатирующие организации канала потом рассылали по адресу всех гидробиологических учреждений сигналы бедствия.



**С. Н. С К А Д О В С К И Й**

**О ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОМ МЕТОДЕ  
ОЧИЩЕНИЯ ВОДЫ ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ  
И О БИОЦЕНОЛОГИИ В ГИДРОБИОЛОГИИ**

*(Кафедра гидробиологии МГУ; Москва)*

Внимание гидробиологов давно уже привлекали биоценозы перифитона. Под этим понятием имелись в виду в основном различные обрастания растительными организмами.

В настоящее время, по мере внедрения в гидробиологию микробиологии и протистологии, проблема биоценозов обрастаний стала рассматриваться и изучаться в более широком плане. Больше обращается внимания на развитие бактерий и других низших организмов на поверхности разных субстратов (стебли высших растений и пластмассовые пластины).

Чтобы применить гидробиологический метод к очистке воды материковых водоемов от загрязнений, важно было по-новому осветить особенности дисперсного материала в водоеме. Кроме планктона и растворенных веществ, в воде пресных и морских водоемов содержатся еще органические и неорганические частицы различного происхождения, состава, формы и величины. Эти частицы слипаются друг с другом (адгезия) и образуют органо-минеральные скопления из частиц различных размеров и разной плотности, от единиц до нескольких десятков и сотен микронов в поперечнике.

В формировании таких скоплений участвуют живые организмы, особенно бактерии, микроскопические одноклеточные животные и растения (главным образом диатомовые), а также зеленые и сине-зеленые водоросли и др. Таким образом создаются «микроценозы».

Существует известное сходство между процессами адгезии на естественных и искусственных субстратах и образованием микроскопических, органо-минеральных скоплений в толще воды. Образование последних является, по существу, начальной стадией обрастания, за которой следует накопление осадков и развитие обрастаний на разных субстратах. При этом возникает вопрос, имеющий и большое теоретическое значение: какие факторы вызывают адгезию и прилипание частиц к различным поверхностям?

Есть основание считать, что главным фактором является уменьшение свободной поверхностной энергии при соприкосновении частиц друг с другом, т. е. адгезия в физико-химическом смысле этого слова. Кроме того, уменьшение свободной энергии может происходить также на поверхности частиц при соприкосновении их с водой, содержащей различные вещества, обладающие капиллярной активностью; это ведет к образованию органо-минеральных скоплений.

В воде частицы разного состава и происхождения несут преимущественно отрицательные заряды на своих поверхностях. С этим связано применение на водоочистных сооружениях коагулянтов, например глинозема.

При воздействии трехвалентного алюминия происходит уменьшение отрицательного заряда, возможно, также и перезарядка частиц: этот процесс ускоряет очищение воды.

Способность организмов оставаться во взвешенном состоянии зависит не только от заряда частиц, на которых эти организмы поселяются, но и от степени гидратации поверхностных оболочек, а также от других физико-химических свойств зоны соприкосновений клеток с окружающей средой — водой с растворенными в ней веществами и живыми организмами.

Когда в образовании скоплений принимают участие живые организмы, физико-химические реакции осложняются взаимодействием с процессами биологического порядка. Последние имеют приспособительный характер. Понятно, что приспособляемость организмов-обрастателей во многом иная, чем у типично планктонных организмов.

Из вышеизложенного следует необходимость разработки новых эффективных способов, ускоряющих и упрощающих имеющиеся способы очищения воды от различных загрязнений. Для этого нужно, кроме химических методов, использовать шире и биологические, основанные на современных достижениях биологии.

Опыты, проведенные на Москве-реке, показывают, что на искусственном субстрате, например на металле, дереве, пластмассе, совершается образование многослойных биоценозов обрастаний. Так, на решетке из пластмассы летом 1954—1955 гг. масса обрастаний непрерывно увеличивалась в течение 24—48 часов, в дальнейшем нарастание уменьшалось, частицы начинали отрываться, часть их уносилась течением, часть оседала на дно, устанавливалось как бы некоторое равновесие между накоплением и потерей.

Таким образом, создается возможность регулировать развитие биоценозов обрастаний, через определенные сроки очищать решетки и использовать накопившиеся на них обрастания. Исходя из этих возможностей, было предложено новое водоочистное сооружение — «биопоглотитель».

Многолетний опыт показал, что применение этой установки в виде желоба или канала, в котором помещаются решетки из пластмассы, приводит к поглощению значительной части биосестона. В результате значительно уменьшается численность водорослей, животных и сапрофитных

Т а б л и ц а 1

*Вес пленки (в г), образовавшейся на поверхности  
песчаного фильтра при фильтрации воды из реки  
(А) и после прохождения ее через  
биопоглотитель (Б)*

А	Б	Уменьшение степени загрязнения фильтра, %
0,3365	0,1200	64,3
0,3094	0,1524	50,7
0,3080	0,1143	62,9
0,2194	0,1052	52,0

бактерий, количество мелкодисперсного детрита и частично молекулярно-дисперсных растворенных органических веществ. В большом количестве задерживаются минеральные частицы.

Как видно из табл. 1, пропущенная через биопоглотитель вода при фильтрации через песчаный фильтр модели так называемого английского фильтра очищается примерно вдвое.

Подобные результаты получены в отношении такого важного показателя загрязнений, как *Bacterium coli* (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

*Количество B. coli в речной воде (А) и после прохождения ее через биопоглотитель (Б) летом 1957 г. (в тыс. колоний в 1 л воды)*

	9.VII	25.VII	7.VIII	14.VIII
А	80	210	70	440
Б	30	180	20	330
Уменьшение числа колоний, % . . .	56,2	22,0	56,2	67,5

Одной из важных особенностей работы биопоглотителя является задержка живых организмов и таких биохимически активных составных частей биосестона, как органический азот, фосфор и др.

Эти органические вещества обуславливают биологическую продуктивность водоема, но при определенных условиях они одновременно становятся факторами загрязнения воды, так как могут вызывать массовое развитие не только бактерий, но и актиномицетов, осцилляторий и других растительных организмов.

В число сложных продуктов распада и превращений входят и гуминовые вещества. Не так давно считали, что источником широко распространенных в природе гуминовых веществ является лигнин — органические вещества, входящие в состав тканей высшей растительности. Теперь на этот вопрос смотрят иначе, считая, что водный гумус имеет более многообразное происхождение. Известно, что некоторые гуминовые вещества входят в состав растворенных органических веществ, вызывающих окраску, увеличивающих так называемую цветность воды, являющуюся важным показателем качества питьевой воды.

Большое значение в увеличении цветности воды имеет взаимодействие гуминовых, высокомолекулярных соединений с минеральными веществами, особенно с карбонатами кальция, когда образуются гуматы кальция и гуматы других катионов, например железа. Недостаток кальция в воде способствует увеличению цветности. Народ давно окрестил озера «черными» и «белыми». «Черные» озера содержат более мягкую воду и больше гуминовых веществ. «Белые» озера, наоборот, содержат более минерализованную воду, больше кальция. Такие реки, как Москва, Ока, и притоки этих рек, берега которых богаты выходами известняковых отложений, имеют малую цветность, а вода верховьев Волги, богатая притоками из болот, имеет большую цветность.

Однако при помощи биопоглотителя осуществляется только «первая фаза» очистки воды, так как более устойчивая часть биосестона не задерживается решетками биопоглотителя. Возникает необходимость найти

способы удаления этих частиц из воды при помощи более совершенной конструкции.

При разрешении этого вопроса мы наталкиваемся на ряд серьезных трудностей.

Первое — это недостаток наших знаний по экологии многих организмов, особенно низших. Нам неизвестны простейшие функции многих низших организмов, составляющих основу биоценозов обрастаний. Мы не имеем представления о сукцессии биоценозов обрастаний, смене их видового состава и о биохимических превращениях, происходящих часто в течение нескольких часов. Плохо изучена скорость размножения одноклеточных организмов (бактерий, водорослей, простейших) при относительно благоприятных условиях внешней среды.

Второе — это массовое развитие временами таких организмов, как актиномицеты и осциллятории, которые способны в процессе обмена выделять запахи, вредные вещества, загрязняющие водопроводную воду.

Процесс очищения воды биопоглотителем проходит в несколько этапов. Первый этап — это задержание решетками установки легкоустраанимых частей биосестона, развитие и накопление обрастаний и своевременное удаление их. Второй этап — осажждение, естественное или искусственное, биосестона, прошедшего через решетки, и, наконец, дальнейшее развитие биоценозов бентоса на песчаном грунте после решеток. В результате жизнедеятельности биоценозов дна будет происходить переработка и распад органических веществ, что должно привести к увеличению минерализации, уменьшению количества биогенных элементов, особенно азота, а затем уменьшению численности как гетеротрофных, так и автотрофных организмов.

Организмы, которые могут быть использованы в качестве важного фактора самоочищения, принадлежат к самым различным систематическим группам. Из них формируются разнообразные биоценозы бентоса и перифитона большинства водоемов малых и больших, соленых и пресных. Как правило, эти организмы обладают способностью прикрепляться к поверхностям и приспособляться к обитанию в условиях взаимодействия и контакта с этими поверхностями, а не только с водой.

Наблюдения в течение ряда лет на Москве-реке и на Рублевском водохранилище ясно показали, какое большое значение имеет в процессах самоочищения песчаный грунт, органический наилот и развивающиеся там биоценозы из низших организмов. Особое значение имеет накопление органического вещества в поверхностном слое грунта (Скадовский, 1959).

На основании вышеизложенного я считаю, что водохранилище для питьевой воды следует делать неглубоким и открытым, чтобы свет мог проникать до дна. Это обеспечит развитие водорослей на дне как в отношении их видового состава, так и в отношении численности. При достаточной прозрачности воды и хорошей освещенности дна (несколько тысяч люксов) интенсивное выделение кислорода водорослями вызовет усиленную минерализацию органического вещества на дне. Необходимо, чтобы водоем был хорошо защищен от загрязнений стоками с берегов.

Большое значение имеет процесс постепенного осажждения частей биосестона, особенно образование уплотненных органо-минеральных скоплений, так сказать «естественная коагуляция» биосестона. По-видимому, этот процесс можно ускорить, применяя в качестве коагулянта некоторые многовалентные катионы в малых дозах. Несколько ориентировочных опытов, поставленных с речной водой и с искусственно приготовленным биосестоном, показали, что прибавление уже сотых и тысячных долей



миллиграмма ионов алюминия вызывает коагуляцию и осаждение взвеси через 1,5—2 часа. Даже при значительной и устойчивой вначале мутности<sup>1</sup> через 2 часа прозрачность увеличивается на 30%, а при слабой мутности — на 10%.

Примечательно, что такие ультрамалые дозы многовалентных катионов, вызывая коагуляцию взвесей даже наиболее дисперсного материала биосестона, в то же время не вызывают отравления и потери жизнеспособности многих низших организмов бентоса.

Если скорость потока через решетчатую часть биопоглотителя не превышает 2—4 см/сек, то уже на расстоянии 200—300 м от установки можно ожидать ускорения осаждения и усиления жизнедеятельности гетеротрофных бактерий, простейших и водорослей.

Эффективность процесса очищения в целом зависит от общей длины водохранилища или канала, а также, естественно, от степени загрязненности воды, поступающей непосредственно на биопоглотитель.

Первый этап по использованию биопоглотителя достаточно изучен и подготовлен в основном для применения на практике. Необходимо, однако, разработать в дальнейшем некоторые детали по технике удаления массы обрастаний с решеток.

Как видно из вышеизложенного, имеются достаточные перспективы и для дальнейшего усовершенствования предлагаемого метода, но для этого необходимо поставить опыты в большем масштабе, в более совершенных условиях, с привлечением специалистов водопроводного дела.

Я убежден, что после сравнительно простых усовершенствований этот метод предварительной очистки воды сможет значительно облегчить работу водопроводных станций.

\* \* \*

Существует немало понятий о науках и научных областях, связанных с гидро- и биосферой, например понятие о биогеохимии (Вернадский), геологии моря (Кленова), гидробиологии (Зернов, Книпович), гидроботанике (Геснер). Возможно, что пришло время выделить понятие «гидрозоология», в соответствии с гидроботаникой и также на физиологической основе, а не только на эколого-морфологической.

Из истории естествознания видно, что гидробиология первоначально развивалась как зоологическая наука и объектом ее изучения была главным образом экология водных беспозвоночных и рыб. За последнее время наши сведения об организмах, населяющих гидросферу, настолько расширились, что возникает необходимость пересмотреть многие из сложившихся ранее представлений.

Экология давно делится на ауто- и синэкологию. Это деление справедливо и в отношении гидробиологии, но в последней оно до сих пор не имеет достаточного применения. Между тем в настоящее время вопрос о таком делении приобретает новое содержание в связи с новыми серьезными успехами в области гидробиологии, а также новыми требованиями, предъявляемыми наукой и народным хозяйством.

В аутоэкологии наши знания обогатились за последние десятилетия интересными и важными данными. Особого внимания заслуживают работы по изучению низших организмов — бактерий, грибов, водорослей, простейших (Исаченко, Успенский с учениками, Никитинский). В последнее время привлекают внимание работы А. С. Разумова, С. И. Кузне-

<sup>1</sup> Определения проводили нефелометром.

цова, А. Г. Родиной, Ю. И. Сорокина и др., а также Цо-Белла (США). Центральное место в этих работах занимает вопрос, имеющий общетеоретическое значение, о способности и приспособленности организмов к развитию в условиях гидросферы, т. е. к синтезу, накоплению, к размножению и, следовательно, к своеобразной дисперсии — рассеянию живого вещества в среде гидросферы.

В свете этого представляет огромный интерес возможность накопления живого органического вещества за счет бактерий, общая продуктивность которых во много раз больше, чем всех остальных организмов, вместе взятых. Судя по экспериментальным данным американских и японских ученых, а также Н. С. Гаевской (СССР), весьма велика способность к интенсивному размножению также у протококковых водорослей.

Большое значение представляют работы Г. Г. Винберга по первичной продукции водоемов, где он касается, в сущности, свойств живого вещества растений использовать световую энергию при помощи хлорофилла как фотосинтетической лаборатории водорослей.

Здесь уместно вспомнить высказывания биогеохимика В. И. Вернадского (1940) о том, что «...захват организмами важных для них химических элементов достигается процессами питания и дыхания, которые изучены почти исключительно с точки зрения их значения для отдельного организма, для понимания его физиологии» и «Статистический эффект влияния живого вещества на окружающую среду... мало привлекает к себе внимания, а в общей форме, с точки зрения связанных с этим эффектом свойств организмов, и совсем не останавливал на себе внимания ученых последних поколений».

В понятии Вернадского «живое вещество» исчезает организм, теряют свое значение морфологические особенности его. В геохимических процессах играет роль масса организмов, их химический состав, их энергия. Живое вещество, по Вернадскому, — это форма активированной материи, и эта энергия тем больше, чем больше масса живого вещества.

Синэкология водных организмов, т. е. в сущности гидробиология, развивалась как морфолого-структурная и экологическая наука. Взаимоотношения между биоценозом и биотопом стали главным предметом теоретического обсуждения, к сожалению, в большинстве случаев на метафизической и идеалистической основе.

Биоценология чаще занимается лишь «процессами формирования и перестроек сообществ организмов, разумея, как бы само собой разумеющуюся, связь биоценоза с биотопом» (Тимофеев-Ресовский, 1957). Правильно поэтому мнение современных отечественных авторов, что наряду с биогеохимией задачей биоценологии является изучение отдельных биоценозов в тесной связи со всеми косными компонентами территории или акватории.

В. Н. Сукачев (1947) сформулировал основные положения биогеоценологии, задачей которой, согласно автору, является изучение баланса энергии и химических элементов живых и косных компонентов в пределах биоценоза.

Мы видим, что и здесь углубляются и подчеркиваются единство многогранной структуры, единство и противоречия процессов энергии, что приматом энергии является энергия живого вещества.

Позднее В. Н. Беклемишев (1951) вводит новый раздел биоценологии, обозначая его несколько условно как физиология живого покрова, или симфизиология. Самым важным в определении этого понятия является то, что «биоценологические связи — это связи между популяциями, а не связи между видами».

Здесь имеются в виду как внутривидовые, так и межвидовые взаимодействия между популяциями, процессы обмена между живыми особями, в конечном счете — круговорот форм, круговорот веществ и круговорот энергии.

Таким образом, в гидробиологии все большее внимание уделяется биоценотическим процессам, совершающимся между разными популяциями микроорганизмов (бактерий, простейших водорослей).

В отношении био-физико-химических свойств воду в водоемах можно охарактеризовать как дисперсионную среду, содержащую дисперсную фазу сложнейшего состава. В бесчисленных сочетаниях разнообразные взвешенные в воде частицы живой и косной материи вступают между собой и со средой в особо тесные «интимные» взаимоотношения благодаря своей огромной удельной поверхности. Это — химические, физико-химические и симфизиологические взаимоотношения.

Наряду с имеющимся в водоемах планктоном и мелкодисперсным, главным образом косным, веществом, известным под названием детрит, в воде идет образование своеобразных микроструктур. У меня сложилось представление, что формирование детрита, присутствующего всегда во взвешенном состоянии в воде во всех без исключения водоемах, происходит в результате процесса агломерации разных частиц. Этот процесс приводит к возникновению различных по своему составу органо-минеральных скоплений. В нем участвуют и живые микроорганизмы.

В конечном итоге образуются своеобразные микробиоценозы, они растут, уплотняются, изменяют свой вес и химический состав. Они могут опускаться на дно, где, уже в иных условиях, участвуют в дальнейших превращениях органического вещества.

Этот замечательный процесс космического масштаба подчиняется в основном единому процессу — рассеиванию и одновременно слипанию. Как увеличение дисперсности органических компонентов дисперсной фазы в водоеме, так и уменьшение ее следует рассматривать и изучать как единое противоречивое явление. «Борьба взаимоисключающих противоположностей абсолютна, как абсолютно развитие, движение», — писал Ленин (1958, стр. 358).

#### ЛИТЕРАТУРА

- Б е к л е м и ш е в В. Н. 1951. О классификации биоценологических (симфизиологических) связей. — Бюллетень Московского об-ва испытателей природы, отд. биол., т. 5.
- В е р н а д с к и й В. И. 1940. Биохимические очерки. Изд-во АН СССР.
- Л е н и н В. И. 1958. Философские тетради. М.
- С у к а ч е в В. Н. 1947. Основы теории биогеоценологии. — В сб.: «30 лет Великой Октябрьской социалистической революции».
- С к а д о в с к и й С. Н. 1959. Новые пути борьбы с загрязнением водоемов методами гидробиологии. — Успехи современной биологии, т. XLVII, вып. 2.
- Т и м о ф е е в - Р е с о в с к и й Н. В. 1957. Применение излучений и излучателей в экспериментальной биогеоценологии. — Бот. журнал, № 2.

## ВОПРОСЫ АККЛИМАТИЗАЦИИ

И. А. ЖУРАВЕЛЬ

### НЕКОТОРЫЕ СООБРАЖЕНИЯ ПО ВСЕЛЕНИЮ НОВЫХ ВИДОВ КОРМОВОЙ ФАУНЫ В ВОДОХРАНИЛИЩА КРЫМА

*(Научно-исследовательский институт гидробиологии  
Днепропетровского государственного университета; Днепропетровск)*

Исследованиями, проводившимися И. И. Пузановым (1949), Я. Я. Цесбюм (1934, 1947), С. Л. Делямуре (1940), С. Н. Уломским (1955) и др., установлено, что одной из существенных особенностей современной фауны Крыма является ее обедненность. В крымской фауне отсутствуют многие виды, обитающие на близких к нему территориях — к северу от Сивашей, на Кавказе, на Балканском п-ове. В Крыму нет ряда представителей млекопитающих, птиц, рептилий, амфибий, пресноводных рыб, наземных и пресноводных беспозвоночных. В пресных водоемах Крыма до 1955 г. (до начала работ по вселению) отсутствовали, например: из рыб — щука, лещ, синец, чехонь, вырезуб, жерех, тарань, окунь, ерш, судак, вьюн, сиговые; из высших ракообразных — корофииды, кумацеи, мизиды; из моллюсков — многие брюхоногие и двустворчатые (Жадин, 1952), а также ряд олигохет и других беспозвоночных.

В литературе имеются указания на то, что современная бедность фауны Крыма — явление вторичного порядка и что в предыдущие периоды (в плейстоценовое время и позже) фауна Крыма была значительно богаче.

Имеются достоверные сведения об обитании в реках Крыма в предыдущие геологические периоды судака, вырезуба, жереха, лосося и других рыб, что указывает на иные условия существования по сравнению с современными.

В те периоды реки Крыма были более полноводными, были и крупные пресные озера. Возможно, что тогда виды пресноводных беспозвоночных Крыма были более обильны, разнообразны.

Одна из причин последующего обеднения фауны пресных водоемов Крыма — наличие засушливых периодов. Имеются сведения о том, что в Крыму и в недавнее время было два засушливых периода — один из них 8—6 тыс. и второй 2 тыс. лет назад, — оказавших опустошительное влияние на пресноводную фауну.

В Крыму имеется ряд рек, прудов и несколько водохранилищ. Реки Крыма характеризуются мелководностью, быстрым течением и мутностью воды; некоторые из них периодически пересыхают. Поэтому условия для развития в них организмов неблагоприятны, и жизнь в крымских реках крайне обеднена. Из рыб обитают преимущественно речные формы — усач, голянь, быстрянка, форель и другие, а из дошных животных глав-



ным образом представители вторичноводной фауны, среди которых преобладают реофилы.

Водохранилища Крыма питаются водой местных рек, из которых в основном поступает в них и фауна. Этим объясняется значительная обедненность водохранилищ рыбами и донными беспозвоночными.

Таким образом, обедненность фауны Крыма объясняется как историческими, так и современными причинами.

В связи с бедностью донной и придонной кормовой фауны водохранилищ обитающие в них рыбы имели низкую упитанность, замедленный темп роста, позднее наступление половой зрелости; некоторые сильно заражены паразитами, особенно личиночной стадией ремнеца (Трифонов, 1957; Решетникова, 1957). Поэтому неоднократно высказывали предложения о необходимости вселения в водохранилища рыб и кормовых организмов. Исследования ряда гидробиологов показывают, что в водохранилищах Крыма складываются благоприятные условия для обитания рыб и кормовых беспозвоночных, которые отсутствовали в реках, питающих эти водоемы.

Организации Крыма с помощью научных гидробиологических учреждений Днепропетровска и Киева с весны 1955 г. начали работу по вселению в водохранилища новых видов промысловых рыб. А это в свою очередь потребовало проведения мероприятий по обогащению кормовой базы. Осуществляя эти мероприятия, коллектив сотрудников научно-исследовательского института и кафедры гидробиологии Днепропетровского университета (А. В. Евдущенко, И. П. Лубянов, В. Н. Приходько, Р. С. Ровинская, А. М. Чаплина и П. А. Журавель) с весны 1955 г. начал под руководством Г. Б. Мельникова (1959) химические и гидробиологические исследования в ряде водохранилищ Крыма.

В этих исследованиях мне было поручено проведение опытных работ по вселению в водохранилища некоторых кормовых организмов. В проведении этих работ принимали также участие Крымский педагогический институт (С. Л. Делямуре) и Крымский союз охотников и рыболовов (А. В. Гуреев, П. Е. Левченко, А. Ф. Юдин и др.). Частично в 1955 г. и раньше гидробиологию водохранилищ Крыма изучали другие учреждения (Симферопольский педагогический институт, Карадагская биологическая станция). Исследовали и продолжают исследовать водохранилища: Альминское, Аянское, Бахчисарайское, Белогорское, Симферопольское, Старокрымское. Одни из этих водоемов построены с ирригационной целью, другие — для водоснабжения населенных пунктов. Как уже упоминалось, водохранилища Крыма характеризуются определенным своеобразием. В связи с питанием главным образом горной водой минерализация воды в водохранилищах в зимне-весенний период небольшая (сумма минеральных веществ до 200 мг/л), а в летне-осенний — несколько увеличивается (300—400 мг/л). Кислородный режим во все сезоны года благоприятный. Покрываются водохранилища тонким льдом на сравнительно короткий период времени — на 1—1,5 месяца; иногда же ледовый покров на них совсем не образуется. В некоторых водохранилищах в летний период наблюдается значительное снижение температуры воды у дна и существует температурный скачок. В Альминском водохранилище температура снижается до 7° (данные И. И. Пузанова), а в Симферопольском — до 10° (данные Г. Б. Мельникова).

По данным исследований, проведенных П. В. Потоцкой (1957), А. В. Евдущенко и другими, в фитопланктоне водохранилищ преобладают зеленые водоросли. Весной и осенью в заметном количестве появляются диатомовые.

В летний период обильно развиваются и вызывают «цветение» воды хризомонады — *Dinobryon divergens*, а из динофлагеллат — *Ceratium hirundinella* и *Peridinium cinctum*, являющиеся олигосапробами. Для фитопланктона Симферопольского водохранилища в первый год его существования Потоцкая (1957) приводит 87 видов.

Данные ряда авторов (Цееб, 1934; Уломский, 1955; Лещинская, 1957; Мельников, 1959, и др.) свидетельствуют о том, что основу зоопланктона водохранилищ Крыма составляют вистосуе и веслоногие ракообразные.

Как показали исследования Я. Я. Цееба (1934), А. С. Лещинской (1957), Н. Н. Лубянова и мои наблюдения, до начала работ по вселению новых видов донная фауна большинства водохранилищ состояла в основном из олигохет и хирономид, а биомасса ее была очень мала: не свыше нескольких килограммов на 1 гектар. Более подробные данные о химическом составе воды и гидробиологии водохранилищ Крыма можно найти в работах вышеперечисленных авторов.

В связи с историческим прошлым Крыма и его современными условиями как южной местности среди гидробионтов пресных водоемов Крыма имеются эндемики, южные (средиземноморские), бореальные и другие формы; некоторые из них попали и в водохранилища. Историю заселения пресных водоемов Крыма гидробионтами рассматривали Л. С. Берг (1927), Тихий (Tichiy, 1929), Мартынов (Martynov, 1931), Я. Я. Цееб (1947), Я. А. Бирштейн (1946), И. И. Пузанов (1949), В. И. Жадин (1952), С. Н. Уломский (1955) и др. Заслуживает определенного внимания наличие в водоемах Крыма среди гидробионтов и бореальных форм (Цееб, 1947), попавших сюда в предыдущие геологические периоды (особенно в конце плиоцена и в начале четвертичного времени — в плейстоцене и позже, в эпоху существования широкой связи степного Крыма с южной Украиной). Некоторые бореальные пресноводные формы могли попасть в Крым в прошлые геологические периоды по системе Днепра и Дона. Бореальные формы в пресных водоемах Крыма в настоящее время не имеют широкого распространения, что объясняется отсутствием во многих водоемах подходящих для них условий. В связи с этим ряд бореальных форм в Крыму встречается очень редко, а некоторые из них обнаружены недавно. К последним, по-видимому, следует отнести *Eudiaptomus graciloides*, найденный С. Н. Уломским (1955) в относительно глубоководном горном озере Гурзуфском, и *E. coeruleus*, найденный Г. Б. Мельниковым в апреле 1955 г. в небольшом временном водоеме на берегу одного из левобережных заливов Симферопольского водохранилища, где этот вид, вероятно, имеет моноциклическое развитие.

При подборе форм фауны для опытного вселения с целью обогащения кормовой базы водохранилищ следует учитывать, что в этих водоемах Крыма сочетаются южные и бореальные условия и вода имеет сравнительно небольшую минерализацию. Нет сомнения, что складываются благоприятные условия для обитания в них фауны различного происхождения. Проблема обогащения кормовой базы рыб пресных водоемов в литературе уже рассматривалась (Журавель, 1946; Герд, 1951; Жадин, 1940; Круглова, 1957; Марковский, 1954; Мордухай-Болтовской, 1947; Цееб, 1934; Ярошенко, 1957; Wojnárovich, 1954). На важность подбора соответствующих форм кормовой фауны для вселения в то или иное водохранилище обращал внимание Л. А. Зенкевич (1953). Особенно всесторонне этот вопрос рассмотрен по отношению к водоемам морского характера в связи с классическими работами по обогащению кормовой базы рыб Каспия, в котором очень хорошо прижились несколько вселенных в него форм (см. Шорыгин и Карпевич, 1948; сб. «Акклиматизация нерейс», 1952, и др.).

С весны 1955 г. в опытным порядке в водохранилища Крыма было начато вселение: олигохет (*Limnodrilus newaensis* и др.), брюхоногих и пластинчатожаберных моллюсков (*Valvata piscinalis*, *Viviparus viviparus*, *Lithoglyphus naticoides*, виды рода *Sphaerium* и *Pisidium*), высших ракообразных — бокоплавов (*Dikerogammarus haemobaphes*, *Pontogammarus maeoticus* и др.), мизид (*Mesomysis kowalewskyi*, *M. intermedia*, *Limnomysis benedeni*, *Hemimysis anomala*). В некоторые водохранилища вселение фауны производили несколько раз и в разные периоды года. Вселявшиеся организмы отлавливались в Днепровском, Самарском, Карачуновском (Кривбасс) водохранилищах и в Днепровском лимане.

Уже через год после вселения были получены первые сведения о начавшемся приживании в водохранилищах некоторых вселенцев: моллюсков, бокоплавов, мизид. В настоящее время имеются данные, говорящие о том, что некоторые из вселенцев очень хорошо приживаются в водохранилищах Крыма (Альминское, Бахчисарайское, Симферопольское). К таким видам относятся *Dikerogammarus haemobaphes* и другие бокоплавы (видовой состав уточняется), *Mesomysis kowalewskyi*, *M. intermedia*, *Limnomysis benedeni*.

Что касается моллюсков, то они через несколько лет начали встречаться только в Симферопольском водохранилище единичными экземплярами, а позже в небольшом количестве и в других водохранилищах. Весьма ограниченная встречаемость вселенных моллюсков объясняется рядом причин, из них главными следует считать: 1) небольшое количество перевезенных животных и неблагоприятные условия их транспортировки (моллюсков перевозили во влажной среде без воды, что давало значительный отход); 2) сильное выедание вселенных моллюсков рыбами, особенно таранью (*Rutilus rutilus heckeli*), вселенной в водохранилища весной 1955 г. институтом гидробиологии АН УССР (Н. Д. Белый) и хорошо там прижившейся. Известно, что тарань относится к моллюскоедом. В связи с этим требуется вселение большого количества моллюсков.

Отмеченные выше сравнительно небольшая минерализация воды, заметное снижение температуры у дна в некоторых случаях, а также наличие бореальных форм в водохранилищах указывают на то, что в них (особенно в наиболее глубоководных Альминском, Белогорском и Симферопольском), вероятно, смогут обитать и некоторые представители северной реликтовой (эстуарной) фауны. Действительно, в южных водоемах СССР обитает ряд представителей арктической фауны, попавшей в них в давнее время. Например, из этой фауны в Каспии обитают следующие представители ракообразных и рыб: *Limnocalanus grimaldii*, *Mesidothea entomon glacialis*, *Pseudalibrotus caspius*, *P. platyceras*, *Ponthoporeia affinis microphthalma*, *Gammaracanthus loricatus caspius*, *Mysis caspia*, *M. microphthalma*, *Stenodus leucichthys*, *Salmo trutta*. К этой же группе форм относятся тюлень (*Phoca caspia*) и многощетинковый червь *Manayunkia caspia* (Зенкевич, 1947; Бирштейн, 1946).

В некоторых водохранилищах Крыма, вероятно, смогут обитать также представители байкальской фауны — некоторые бокоплавы и пресноводной дальневосточной фауны — некоторые креветки и мизиды из системы реки Амур, а также фауны озер Кавказа, в том числе фауны оз. Севан.

Использование видов перечисленных фаун даст возможность значительно расширить контингент вселенцев в водохранилища Крыма, однако для этого требуется проведение соответствующих опытов.

Приживаемость в водохранилищах Крыма лиманных мизид *Mesomysis kowalewskyi*, *M. intermedia* и *Limnomysis benedeni* косвенно указывает



на то, что они, вероятно, смогли бы обитать и в некоторых водоемах центральной, северо-западной и северо-восточной частей СССР (включая и водохранилища).

Исходя из ряда данных по экологии указанных мизид, научно-исследовательский институт гидробиологии Днепропетровского государственного университета, с участием кафедры зоологии Ленинградского педагогического института им. Герцена (С. В. Герд и др.), с 1953 г. начал в очень ограниченных масштабах опытное вселение названных мизид в некоторые водохранилища Ленинградской области (Волховское и др.). Для этих мизид, среди других водоемов северо-западной части СССР, возможно, окажутся подходящими Ладожское озеро и заливы Балтийского моря.

Успешному продвижению в более северные районы представителей фауны лиманного комплекса путем их вселения может способствовать и наблюдающееся в последние десятилетия в западном секторе Арктики потепление. В этой связи представляет большой интерес сообщение Ф. Д. Мордухай-Болтовского (1957) о недавнем нахождении в р. Шексне мизиды *Paramysis ullskyi* (= *Metamysis strauchi*) несколько выше Рыбинского водохранилища. То, что этой мизиды нет в Рыбинском водохранилище, следует объяснить отсутствием в нем условий для существования реофильных форм. *P. ullskyi* нет и в Днепровском водохранилище, хотя в нижней части порожистого участка Днепра (до первого снизу порога Вильного) до образования водохранилища эта мизида встречалась в большом количестве.

В настоящее время в Днепровском водохранилище (включая и его Самарский отрог) *M. kowalewskyi* и *L. benedeni* обитают в значительном количестве. Здесь их хорошо потребляют лещ, синец, жерех, окунь, молодь судака, щуки и др. Хорошо потребляют промысловые рыбы мизид и в других водохранилищах: в кишечнике сазана из Веселовского водохранилища обнаружено 2 тыс. мизид (Круглова, 1957).

Эти мизиды, вероятно, смогли бы обитать и в Рыбинском водохранилище, особенно в его речных отрогах. Это мнение также основано на изучении литературных данных (Соколова, 1957, и др.) по гидробиологии Рыбинского водохранилища и его речных отрогов.

Известно, что некоторые южные представители фауны из рек Понто-Каспийского бассейна в свое время сами проникли в западные и северо-западные водоемы — в систему рек бассейна Балтийского моря и Атлантического океана. К ним относятся: гидроид *Cordylophora caspia*, моллюск *Dreissena polymorpha*<sup>1</sup>, бокоплавы *Chaetogammarus ischnus* (= *Ch. tenellus*) и *Corophium curvispinum*. Все указанные формы имеют те или иные возможности для пассивного или активного распространения. Многие же формы из фауны лиманного комплекса (например, мизиды, кумовые) таких возможностей для распространения не имеют. Продвижению их в нужные для человека водоемы должны способствовать работы по вселению.

В опытах по обогащению кормовой базы рыб различных водоемов (в том числе и водохранилищ Крыма) объектами вселения являются как обычные пресноводные формы, так и представители фауны лиманного комплекса («каспийского», реликтового типа). Эти последние до недавнего времени исследователями относились к солоноватоводным формам. По мнению А. А. Остроумова (1897), представители этой фауны

<sup>1</sup> Некоторые авторы считают *Dreissena polymorpha* давним обитателем в ряде мест Западной Европы.



обязательно требуют хотя бы временного осолонения той среды, в которой они обитают. Остроумов писал, что для реликтовой фауны, живущей в низовьях и лиманах южнорусских рек, «по временам или же некоторое время, быть может несколько месяцев в году, необходимо пребывание в солоноватой воде» (1897, стр. 357).

Более поздними исследованиями других авторов и моими опытами установлено, что для многих представителей этой фауны указанное положение А. А. Остроумова не подходит. Ряд видов этой фауны обладает широкой эвригалинностью, им свойственна большая экологическая пластичность, они имеют много различных популяций. Как известно, представители рассматриваемой фауны обитают в Каспии, низовьях и лиманах южнорусских рек, в ряде пресных озер. В настоящее время некоторые из них успешно вселены мною и другими исследователями (Круглова, 1957; Ярошенко, 1957) в ряд водохранилищ и иных водоемов. Одно только перечисление водоемов, в которых эта фауна встречается, говорит о весьма разнообразных условиях ее обитания.

В новых условиях, в которые представители этой фауны попадают при переселении, в их организме происходят физиологические и, вероятно, морфологические изменения; это, в свою очередь, будет способствовать образованию новых популяций. А так как водоемы, в которые производится опытное вселение фауны, по всей совокупности условий, а также по географическому положению довольно неоднородны, то и изменения вселяемых организмов будут неодинаковыми. Некоторые из этих изменений у новых вселенцев уже отмечаются; желательно, чтобы наблюдения в этом отношении над новыми вселенцами проводились и в других местах.

#### ЛИТЕРАТУРА

- «Акклиматизация перенос в Каспийском море». 1952. Изд-во Моск. об-ва испытателей природы.
- Б е р г Л. С. 1927. О древней фауне рыб Крыма. — Природа, № 3.
- Б и р ш т е й н Я. А. 1946. Фауна материковых водоемов. — В кн.: «География животных», ч. III, изд-во «Советская наука».
- Г е р д С. В. 1951. Пути повышения кормовой базы озер Карелии. — Известия Карело-Финского филиала АН СССР, № 1.
- Д е л я м у р е С. Л. 1940. К изучению ихтиофауны ручьев южного берега Крыма. — Труды Крымского мед. ин-та.
- Ж а д и н В. И. 1940. Фауна рек и водохранилищ. — Труды Зоол. ин-та АН СССР, т. V, вып. 3—4.
- Ж а д и н В. И. 1952. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. — Изд-во АН СССР.
- Ж у р а в е л ь П. А. 1946. Об увеличении естественных кормовых ресурсов в пресных водоемах. — Природа, № 9.
- З е н к е в и ч Л. А. 1947. Фауна и биологическая продуктивность моря, т. II. Изд-во «Советская наука».
- З е н к е в и ч Л. А. 1953. Комплексный метод в изучении биологических процессов в водоемах. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. V.
- К о з и н Я. Д. 1954. Геологическое прошлое Крыма. Изд-во АН СССР.
- К р у г л о в а В. М. 1957. Интродукция кормовых организмов, как мероприятие для увеличения рыбной продуктивности водоемов. — Рыбное хозяйство, № 12.
- Л е щ и н с к а я А. С. 1957. Качественная и количественная характеристика зоопланктона и зообентоса пресноводных водоемов Крыма. — Труды Карадаг. биол. станции, вып. 14.
- М а р к о в с к и й Ю. М. 1954. Фауна беспозвоночных низовьев рек УССР, условия ее существования и пути использования, ч. II. Днепровско-Бугский лиман. Киев.
- М е л ь н и к о в Г. Б. 1959. Становление гидробиологического режима Симферопольского водохранилища. — Труды VI Совещания по проблемам биологии внутренних вод. Изд-во АН СССР.
- М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д. 1947. К вопросу об увеличении кормовых ресурсов в пресных водоемах. — Природа, № 12.

- Мордухай-Болтовской Ф. Д. 1957. Каспийские мизиды в реке Шексне. — Природа, № 7.
- Остроумов А. А. 1897. О гидробиологических исследованиях в устьях южно-русских рек в 1896 г. — Известия АН СССР, т. VI, № 4.
- Потоцкая И. В. 1957. Фитопланктон Симферопольского водохранилища. — Труды Карадаг. биол. станции, вып. 14.
- Пузанов Н. И. 1949. Своеобразие фауны Крыма и ее происхождение. — Ученые записки Горьковского ун-та, вып. 14.
- Решетникова А. В. 1957. Паразитофауна рыб пресных водоемов Крыма. — Труды Карадаг. биол. станции, вып. 14.
- Соколова Н. Ю. 1957. Бентос Шексинского отрога Рыбинского водохранилища. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. VIII.
- Трифонов Г. Н. 1957. Рыбохозяйственное освоение пресных водоемов Крыма. — Труды Карадаг. биол. станции, вып. 14.
- Удомский С. Н. 1955. Планктон внутренних водоемов Крыма и его биомасса. — Труды Карадаг. биол. станции, вып. 13.
- Цесб Я. Я. 1934. Результаты и перспективы гидробиологического изучения крымских водохранилищ. — Труды Крымского научно-исслед. ин-та национально-культурного строительства и краеведения, т. IV.
- Цесб Я. Я. 1947. Зоогеографический очерк и история Крымской гидрофауны. — Ученые записки Орловского пед. ин-та, серия естествознания и химии, вып. 2.
- Шорыгин А. А. и Карпевич А. Ф. 1948. Новые вселенцы Каспийского моря и их значение в биологии этого водоема. Крымиздат.
- Ярошенко М. Ф. 1957. Гидрофауна Днестра. Изд-во АН СССР.
- Martynov A. B. 1931. Zur Kenntnis der Amphipoden der Krim. — Zool. Jahrb., Abt. 3, Bd. 60, H. 5/6.
- Tichij M. 1929. Fische aus dem Paläolithikum der Krim. — Бюлл. Комиссии [АН СССР] по изучению четвертичного периода, № 1.
- Wojnarovich E. 1954. Vorkommen der *Limnomysis benedeni* Czern. im Ungarischen Donauabschnitt. — Acta Zool. [Acad. sci. hung.], t. 1, f. 1—2.

В. М. КРУГЛОВА

## ПЕРСПЕКТИВЫ АККЛИМАТИЗАЦИИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ КАСПИЙСКОЙ ФАУНЫ

(на примере Веселовского водохранилища)<sup>1</sup>

(Научно-исследовательский биологический институт  
Ростовского государственного университета; Ростов-на-Дону)

Ведение рационального рыбного хозяйства на многочисленных водоемах нашей страны требует широкой постановки работ по направленному формированию кормовой фауны для рыб. Одним из общепризнанных методов создания запасов кормов сейчас является акклиматизация кормовых беспозвоночных.

Как известно, первые плановые работы в этом направлении были начаты около 20 лет назад под руководством Л. А. Зенкевича и завершились успешной акклиматизацией в Каспийском море азовоморских *Nereis succinea*, а затем и *Syndesmya ovata*.

Несколько позже В. И. Жадин (1940, 1941 и др.) высказал предположение о переделке фауны в пресных водоемах, а затем появились специальные статьи, посвященные этому вопросу (Журавель, 1947 и др.; Мордухай-Болтовской, 1947; Пирожников, 1954, и др.).

Основным моментом успешной акклиматизации считается правильный подбор водоемов. Предполагается, что водоемы, в которые вселяются новые организмы, должны быть близки по всей совокупности их особенностей к тем водоемам, откуда берется посадочный материал. Но в последние годы пристальное внимание обращено на группу организмов «каспийской» фауны (лиманный комплекс каспийского типа), виды которой весьма пластичны и могут быть акклиматизированы в условиях, отличных от условий их постоянного местообитания.

К этой фауне, детально изучаемой Ф. Д. Мордухай-Болтовским, принадлежат формы морского происхождения, приспособившиеся жить в пресных водах. Это остатки фауны Сарматского моря, существовавшего на месте Черного, Азовского и Каспийского морей и заселяющие в настоящее время в большом количестве низовья рек, впадающих в перечисленные моря.

В Донской эстуарной системе в настоящее время насчитывается не менее 81 вида животных, принадлежащих к каспийской фауне, из них беспозвоночных в низовье Дона — не менее 50 видов (Мордухай-Болтовской, 1960), а в дельте Днепра — 43 вида (Журавель, 1950). Основная масса видов относится к ракообразным; так, в дельте Дона 37 видов

<sup>1</sup> Доложено на научном семинаре Научно-исследовательского биологического института Ростовского государственного университета 5 ноября 1958 г.

мизид, кумовых и бокоплавов, 4 — моллюсков, 3 — многощетинковых червей и 1 — кишечнополостных. Большая часть этих видов обитает только в Понто-Каспийском бассейне, но некоторые из них, в том числе *Corophium curvispinum*, *Dreissena polymorpha* и *Cordylophora caspia*, вышли за его пределы и широко расселились по речным системам Европы.

По данным Ф. Д. Мордухай-Болтовского (1960), почти вся каспийская фауна в Дону обитает в дельте. Уменьшение числа ее видов происходит с продвижением вверх по реке и вниз от дельты: в Азовском море — 13 видов, в Нижнем Дону — 25 видов, в среднем течении Дона — 14 видов, у р. Воронеж — 3 вида. Выше Воронежа «каспийцы» отсутствуют.

В верхнем течении Волги каспийские виды были найдены выше г. Рыбинска (Державин, Дексбах и Лепнева, 1921), а в 1955 г. мизиды *Paramysis ulskyi* были обнаружены выше Рыбинского водохранилища в р. Шексне на расстоянии 3051 км от моря (Мордухай-Болтовской, 1957).

В Днепре они не поднимались выше 400 км, так как мешали пороги, а затем сооружение плотины (Журавель, 1950).

Общность ихтиофауны этих трех рек Л. С. Берг (1950) объяснял соединением в четвертичное время бассейна Оки с бассейном Днепра и Волги с Доном. И теперь Дон и Шат (последняя принадлежит к бассейну Оки) берут начало на Среднерусской возвышенности из Иван-озера. Несомненно, что этим же объясняется общность всей фауны названных рек.

Соединение речных систем в геологическом прошлом и широкое географическое распространение некоторых каспийских видов с юга на север, от дельты до верховья рек, а также выход части «каспийцев» далеко за пределы Понто-Каспийского бассейна дают возможность предполагать, что ряд организмов этой фауны может быть успешно акклиматизирован во многих водоемах Понто-Каспийского бассейна и даже за пределами его.

На основании длительного изучения каспийской фауны в Азово-Черноморском бассейне Ф. Д. Мордухай-Болтовской (1947) считает, что ее акклиматизационные возможности очень широки. Многие представители этой группы организмов являются массовыми формами, встречающимися десятками тысяч экземпляров на 1 м<sup>2</sup>. Большинство их живет в пресной воде и может выносить некоторое осолонение. Это легкодоступный для рыб корм, живущий на поверхности грунта и чаще не зарывающийся в него. По наблюдениям Мордухай-Болтовского, биоценозы камней и глин в дельтах Дона и Днепра на 82—99% (от общей биомассы бентоса) образованы каспийской фауной. С заилением грунта ее биомасса в условиях дельты уменьшается на илистых песках до 30—50%, а на черных илах стоячих водоемов — до нуля.

Концентрацию этих организмов на жестких и вообще незаиленных грунтах Мордухай-Болтовской объясняет потребностью в относительно большой насыщенности воды кислородом и считает особенно благоприятной средой для каспийской фауны в целом илисто-песчаные грунты рек и лиманов.

Ряд работ (Круглова, 1957б, в, и др.; Иоффе, 1958; Журавель, 1959; и др.) подтверждает правильность предположений о реконструкции фауны водоемов путем вселения различных каспийцев, разработаны методы перевозок некоторых организмов («Методы...», 1960). Вместе с тем показано, что приспособительные возможности видов каспийской фауны более широкие, чем предполагает Ф. Д. Мордухай-Болтовской.



(1960): вселенные каспийцы широко расселились на илистых грунтах без примеси песка и, таким образом, не могут быть отнесены к организмам с высокой оксифилией. Следовательно, еще больше увеличивается перспективность этой группы беспозвоночных в обогащении кормовых ресурсов рыб в водоемах.

Работы по обогащению кормовой фауны весьма успешно проводились в водоемах разного типа.

В 1948—1949 гг. П. А. Журавель (1950) пересадил мизид *Paramysis lacustris kowalewskyi* и *Limnomysis benedeni* из Днепра в два карьера Криворожского бассейна — Тарапаковский и Каменоломня, резко различающихся между собой. Первый по своему режиму приближается к водохранилищу. Залит более 30 лет назад, площадь его 7 га, глубина — более 16 м. Дно покрыто темно-серым илом. Питается грунтовыми водами, сумма минеральных веществ равна 2296,2 мг/л. Имеется высшая водная растительность. Второй карьер залит в 1941 г., площадь — около 0,1 га, глубина — до 5—6 м. На наибольших глубинах имеется сероводород. Сумма минеральных веществ — 2485,2 мг/л. Грунты — плотные и илистые. Донная фауна и ихтиофауна значительно беднее, чем в первом карьере. Несмотря на разный облик водоемов, мизиды в них прижились: *Paramysis lacustris kowalewskyi* — на плотных грунтах, а *Limnomysis benedeni* — среди зарослей растительности.

И. А. Федько в 1951 г. успешно вселил ряд бокоплавов и *L. benedeni* в неспускные пруды балочно-овражного типа Днепропетровской области (Лубянов и Федько, 1953). Пруды имеют атмосферное питание, неглубокие, с заиленным дном. *L. benedeni* была вселена в Эрастовский пруд Днепропетровской области, расположенный на балке р. Лозоватки. Площадь пруда 40 га, глубина — до 4,0 м, грунты илистые, много подводной растительности. Вода слабо минерализована (Журавель, 1956). Вселение этой же мизиды с положительными результатами было произведено в 1951 г. в два пруда Молдавии (Ярошенко, 1952, 1953).

В последние два года Академией наук Каз. ССР ставились опыты (Карпевич, 1958; Тютеньков, 1960) по определению возможности акклиматизации мизид в Балхаше. В 1958 г. была совершена массовая перевозка самолетом *Paramysis lacustris kowalewskyi*, собранных в дельте Дона.

Большие работы, принявшие размеры производственных, проводятся на южных водохранилищах: Днепровском (и других в бассейне Днепра — Журавель, 1950, 1953 и др.), Цимлянском (Иоффе, 1956, 1958), Каховском (Цееб и Оливари, 1957, 1958), Веселовском и Пролетарском (Круглова, 1955, 1957а и др.).

В первых трех водохранилищах производится пересадка в основном организмов каспийской фауны из низовий рек в их средние части, т. е. в условия до некоторой степени близкие. Нахождение отдельных видов этой фауны в верхних частях рек позволяет считать, что в среднем и верхнем течении рек, где строятся водохранилища, могли бы существовать многие беспозвоночные из фауны каспийского комплекса, которые в изобилии населяют дельты рек. Нельзя не согласиться с Ф. Д. Мордухай-Болтовским (1947) в том, что преградой к распространению каспийских элементов вверх по реке служит течение, против которого не могут противостоять донные беспозвоночные. Сносом течением объясняется концентрация многих организмов в нижних участках рек.

Веселовское и Пролетарское водохранилища характеризуются иными условиями обитания, необычными для каспийцев низовья Дона (см. ниже), и совершенно другими биоценозами.

Несмотря на различный характер названных водохранилищ, результаты вселения в каждом из них положительные.

В последние годы изучали возможности акклиматизации мизид в Аральском и Балтийском морях (Карпевич, 1958). После предварительных экспериментов, подтвердивших целесообразность вселения, А. Ф. Карпевич и Е. Н. Бокова в 1958 г. пересадили *Paramysis lacustris kowalewskyi* из дельты Дона в Аральское море.

Более подробно останавлиюсь на Веселовском водохранилище — одном из своеобразных водоемов, в котором уже получены хорошие результаты акклиматизации 11 видов каспийской фауны, вселенных из дельты Дона. Научно-исследовательским биологическим институтом Ростовского государственного университета в содружестве с Ростовским рыбтрестом. Работы начаты в 1951 г., т. е. на третий год «промыывания» водохранилища, освобождения его от излишков солей.

Водохранилище до 1948 г. было соленым, с подачей воды из р. Кубани оно стало опресненным и слабо проточным, с большими прибрежными зарослями тростников и весьма незначительными — подводной растительности. Групп очень однообразен. Старое русло реки занято толщей мягкого серого ила; вновь залитое мелководье имеет уплотненную неразмытую почву, в некоторых участках еще плохо переработанную. По окружности водоема тянется 100—200-метровая полоса из размываемой тонкой, а ближе к берегу — плотной желтой глины. Песчаные участки встречаются чрезвычайно редко, а каменистые отсутствуют вовсе.

Соленость воды всецело определяется стоком р. Кубань. По данным Гидрохимического института АН СССР (М. И. Кривенцов), в восточной части, куда поступает кубанская вода, она колеблется в пределах 0,3—0,6 г/л, а в западной части увеличивается до 1,0—1,1 г/л.

Из вселенных нами 12-ти видов 9 — ракообразные, 2 — многощетинковые черви и 1 — моллюск. Всего было пересажено 1263 тыс. особей этих беспозвоночных (см. таблицу).

Т а б л и ц а

Количество вселенных организмов (в тыс. экз.)

Группа	Год				
	1951	1952	1954	1955	1956
Mysidae . . . . .	35	353	300	250	—
Cumacea . . . . .	5	—	20	5	15
Amphipoda . . . . .	10	—	50	25	50
Polychaeta . . . . .	10	—	—	50	15
Mollusca . . . . .	—	—	—	13	57

Мизиды (*Paramysis lacustris kowalewskyi*, *P. baeri*, *P. ullskyi* и *Mesomysis intermedia*) отлавливались в дельте Дона перед выходом в Таганрогский залив в средней части реки на значительном течении и песчанисто-илистом грунте.

Первые одиночные экземпляры молоди мизид были обнаружены на следующий год после их выпуска, а в массовом количестве — спустя четыре года, когда они распространились по всему водохранилищу. В 1958 г. наблюдалось следующее соотношение мизид (в % от улова):

*P. lacustris kowalewskyi* — 62,5; *M. intermedia* — 26,2; *P. ulskyi* — 9,8; *P. baeri* — 1,5.

В салазочный трал обычно попадает более 1000 мизид на 25 м траления. Не найдя в водохранилище песчаных и илисто-песчаных грунтов, эти ракообразные поселились всюду на серых илах и на всех глубинах — от побережья до 8,0 м — наибольшей глубины водохранилища.

Бокоплавы (*Corophium sowinskyi*) собирались в дельте Дона на уплотненном сером грунте, отсутствующем в Веселовском водохранилище. В новом водоеме они поселились на уплотненной желтой глине. Впервые были обнаружены через два года после вселения, а в массовом количестве — на третьем году, когда они образовывали в некоторых участках своеобразные «корофидные» грунты, с численностью до 5 тыс. экз./м<sup>2</sup> и частотой встречаемости до 31,0%.

Кумовых ракообразных было пересажено четыре вида: *Pterocuma sowinskyi*, *P. pectinata*, *Stenocuma tenuicauda* и *Pseudocuma cercaroides*. В Дону они обитают на илистом, илисто-песчаном грунте с большим количеством растительного детрита. В новом для них водоеме обычно встречаются на мягком илистом грунте. Впервые обнаружены через два года после их вселения. Массовых скоплений не образуют: наибольшая их численность равна 175 экз./м<sup>2</sup>. Самую большую частоту встречаемости (32,5%) имеет *P. sowinskyi*.

Многощетинковые черви *Hypaniola kowalewskyi* и вселявшаяся в меньшем количестве *Hypania invalida* впервые были обнаружены через три года после первой перевозки. В Дону *H. kowalewskyi* обитает на илисто-песчаном грунте, а в водохранилище поселилась на глинистом заиленном, причем глина не размытая, а в виде небольших комочков. На этом грунте ее численность значительно больше численности *Hypania* — до 450 экз./м<sup>2</sup> при частоте встречаемости 36,2%. *Hypania* встречается единичными экземплярами.

Сбор вселявшихся двустворчатых моллюсков *Monodasna colorata* проводился при выходе в Таганрогский залив, на илистом грунте с большим количеством ракушечника. Одиночные экземпляры взрослых моллюсков были найдены на следующий год приблизительно в районе выпуска, на илистом грунте. Молоди не обнаружено. Вероятно, небольшая соленость воды Веселовского водохранилища (около 1‰) отрицательно действует на развитие молоди монодакны.

Кроме перечисленных организмов, в Веселовское водохранилище самостоятельно вселились еще три вида каспийской фауны: *Pontogammarus aralensis*<sup>1</sup>, *Cordylophora caspia* и *Dreissena polymorpha*.

*P. aralensis* — единственный представитель каспийской фауны, всегда отмечавшийся как в соленом, так и в опресненном водохранилище. В настоящее время он заселяет преимущественно узкую прибрежную полосу воды на грунтах. *C. caspia* широко была распространена в соленом водохранилище, образуя основной биоценоз (Мордухай-Болтовской, 1948), затем после опреснения водоема не была обнаружена в течение пяти лет и лишь с 1953 г. стала отмечаться в обрастаниях на тростнике, в то время как ранее она населяла плотные грунты залитой поймы с грубыми растительными остатками. *D. polymorpha* проникла из Дона в обрастания на судах. Этот вид отмечен на пятом году опреснения водохранилища, когда соленость воды снизилась до 1‰. В связи с большой

<sup>1</sup> Определение А. Н. Державина. В предыдущих статьях всех исследователей Веселовского водохранилища этот бокоплав ошибочно принимался за *Dikerogammarus baenobaphes*.

мутностью воды, образующейся вследствие размыва берегов (прозрачность по диску Секки 20–40 см, редко больше), и отсутствием подходящего субстрата *D. polymorpha* малочисленна, хотя распространена по всему водохранилищу, поселяясь на *Anodonta* и макрофитах.

Таким образом, в Веселовском водохранилище в 1960 г. имелось 15 видов «каспийцев» почти  $\frac{1}{3}$  всех беспозвоночных каспийской фауны, населяющих низовье Дона.

Акклиматизировавшиеся в Веселовском водохранилище организмы образовали новые биоценозы, иногда с преобладанием вселенцев, например биоценоз *Corophium-Chironomus* или *Hydranota-Chironomus*. Мизиды образовали свой биоценоз с придонными планктонными ракообразными (*Leydigia leydigii*, *Hyoscyrtus sordidus* и др.).

Восьмилетнее наблюдение на Веселовском водохранилище за вселенными организмами, а также акклиматизационные работы, проводимые на Украине, Молдавии и юге РСФСР, позволяют считать, что диапазон приспособительных реакций каспийских форм весьма велик. Многие из них в водоемах с новыми для вселенцев экологическими условиями хорошо приживаются и образуют массовые популяции.

В Веселовском водохранилище наиболее быстро и эффективно увеличивают корма рыб мизиды и прежде всего *Paramysis lacustris kowalewskyi*. Большой численностью характеризуются *Corophium* и *Hydranota*, но распространение их ограничено, так как зависит в основном от грунта. *Sinisaea* малочисленны, для увеличения их количества заселение водоема следует производить одновременно несколькими видами кумовых ракообразных. Вселение *Monodaspa* оказалось неэффективным, поэтому ее нельзя, вероятно, рекомендовать для заселения некоторых пресных водоемов.

Ракообразные и черви вообще являются весьма ценным кормом для многих рыб. В ряде работ (Державин, 1939; Мордухай-Болтовской, 1948; Журавель, 1955; Желтенкова, 1955, и др.) имеются данные, чаще всего лишь качественные, о потреблении в разных водоемах донными рыбами ракообразных и многощетинковых червей, принадлежащих к фауне лиманного комплекса каспийского типа.

Интенсивно питаются мизидами в Веселовском водохранилище судак, берш, окунь и чехонь. До вселения мизид в водоем берш встречался одиночными экземплярами, а после их акклиматизации — выделен в число промысловых рыб. Кишечники бершей обычно туго набиты мизидами.

Ранее наблюдалась массовая гибель молоди судака вследствие истощения от недостатка корма. С переходом на питание мизидами это явление не повторяется. Мизидами в водохранилище питается не только молодь, но и крупные судаки.

Сазан питается мизидами преимущественно летом и осенью, когда уменьшается количество хирономид. Много этих ракообразных находили в кишечниках плотвы. Лещи, серебряные караси и молодь щук поедают мизид в незначительном количестве. Питаются мизидами язь, бычки и другие рыбы. Многощетинковые черви, бокоплавы и кумовые ракообразные обнаружены в кишечниках сазанов и лещей.

Данные по вскрытию кишечника рыб из Веселовского водохранилища свидетельствуют о том, что акклиматизированные каспийские организмы входят в состав пищи почти всех рыб на той или иной стадии их развития. Ими питаются хищники (судак, берш, щука), бентофаги (сазан, лещ, язь, бычок и др.) и планктофаги (серебряный карась, чехонь, плотва).

Итак, общее геологическое прошлое бассейнов южных рек, широкое географическое распространение с юга на север отдельных видов каспий-



ской фауны, выход некоторых из них за пределы Понто-Каспийского бассейна, а также широкая приспособляемость многих каспийцев в различных экологических условиях дают возможность более решительно проводить дальнейшие работы по вселению этого весьма перспективного комплекса организмов.

Массовая численность в водоемах некоторых вселенных видов каспийской фауны и интенсивное поедание их рыбами позволяют настоятельно рекомендовать этих беспозвоночных для широкой акклиматизации.

В настоящей статье рассмотрен один метод увеличения кормовых ресурсов водоемов путем акклиматизации широко приспособляющихся видов каспийской фауны. Этот метод будет более эффективен, если его применять в сочетании с другими, в частности с разработанным под руководством В. И. Жадина (1957) методом комплексного удобрения или методом зеленого удобрения по М. М. Исаковой-Кео (1950), т. е. необходимо разработать комплексный метод получения прочных, устойчивых кормовых запасов для рыб.

Количество публикуемых работ по направленному формированию кормовой базы рыб путем вселения в водоемы новых кормовых объектов ежегодно увеличивается. Теоретическая же сторона акклиматизации разработана далеко не достаточно. Об этом свидетельствует тот факт, что в литературе по перевозкам кормовых объектов авторы, не давая определения, применяют порой как равнозначные следующие слова: перевозка, пересадка, вселение, переселение, обогащение, интродукция, акклиматизация.

В вопросах акклиматизации должна быть единая терминология, применяемая ко всем объектам — растительным и животным, сухопутным и водным, хотя в каждой из этих групп есть своя специфика.

Некоторые исследователи (Йоганзен и Петкевич, 1951, и др.) считают, что интродукция есть сам акт переселения организма за пределы ареала, а акклиматизация — процесс приспособления организма к существованию за пределами ареала (разрядка моя. — В. К.).

Описанные выше работы по вселению представителей каспийской фауны в разнообразные пруды, карьеры, водохранилища (Веселовское) свидетельствуют о приспособлении организмов к худшим условиям, чем в водоеме их постоянного обитания. Это приспособление характеризуется не только выживанием и размножением переселенных особей, но и нормальным развитием в новом местообитании последующих поколений. Таким образом, мы видим здесь пример акклиматизации организмов в новых условиях, но в пределах ареала.

Последующая перевозка акклиматизировавшихся мизид, например из Веселовского в вышерасположенное Пролетарское водохранилище, близкое к первому по совокупности его особенностей, может быть названа интродукцией или равнозначными терминами — обычным вселением, переселением, перевозкой или пересадкой организмов в пределах ареала. Разумеется, акклиматизация организмов возможна и желательна за пределами естественного ареала.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

- Б е р г Н. С. 1950. О причинах сходства в фауне рыб Волги, Дона и Днепра. — Труды Касп. филиала Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. XI.
- Д е р ж а в и н А. Н. 1939. Мизиды Каспия. Баку.

- Державин А. Н., Дескбах Н. К. и Ленинова С. Г. 1921. Каспийские элементы в фауне верхней Волги. Труды Ярославского естественно-истор. общества, т. III, вып. 1.
- Кудин В. П. 1940. Фауна рек и водохранилищ. — Труды Зоол. ин-та АН СССР, т. V, вып. 3—4.
- Кудин В. П. 1941. Проблема реконструкции фауны Волги и Каспия в связи с волжским гидростроительством. — Труды Зоол. ин-та АН СССР, т. VII, вып. 1.
- Кудин В. П. 1957. Метод комплексного удобрения и его применение на прудах рыбохозяйственного питомника. — Труды проблемных и тематических совещаний. Зоол. ин-та АН СССР, вып. VII.
- Леденкова М. В. 1955. Питание и использование кормовой базы донными рыбами Азовского моря. Труды Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. XXXI.
- Журавель Н. А. 1947. Заселение водохранилищ пищевыми организмами для рыб. Рыбное хозяйство, № 8.
- Журавель Н. А. 1950. О формировании биологического режима водохранилищ юго-востока Украины и пути обогащения их естественных кормовых (для рыб) ресурсов. Автореферат докт. диссертации Днепропетровск. гос. ун-та.
- Журавель Н. А. 1953. Пути направленного формирования кормовой для рыб фауны новых прудов степной зоны Украины с целью увеличения рыбопродуктивности. Вестник научно-исслед. ин-та гидробиологии Днепропетровск. ун-та, т. X.
- Журавель Н. А. 1955. О фауне лиманного комплекса Днепровского водохранилища после его восстановления. — Вестник научно-исслед. ин-та гидробиологии Днепропетровск. ун-та, т. XI.
- Журавель Н. А. 1956. Опыт вселения в непойменный пруд Днепропетровской области кормовой для рыб рачка мизиды — *Limnomysis benedeni* Cz. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва АН СССР, т. VII.
- Журавель Н. А. 1959. Некоторые данные о биологии и экологии мизид, вселенных в опытный порядок в водохранилища и другие водоемы Украины для обогащения кормовой базы рыб. — Зоол. журнал, т. XXXVIII, вып. 7.
- Поганзен Б. Г. и Петкевич А. Н. 1951. Акклиматизация рыб в Западной Сибири. — Труды Барабинск. отд. Всесоюз. научно-исслед. ин-та озерн. и речн. рыбн. хоз-ва, т. V.
- Пюффе Ц. И. 1956. Первые работы по обогащению кормовой базы Цимлянского водохранилища. — Научно-технич. бюллетень Всесоюз. научно-исслед. ин-та озерн. и речного рыбн. хоз-ва, № 1—2.
- Пюффе Ц. И. 1958. Обогащение донной фауны Цимлянского водохранилища. — Известия Всесоюз. научно-исслед. ин-та озерн. и речн. рыбн. хоз-ва, т. XLV.
- Псакова-Кео М. М. 1950. Зональный метод выращивания живых кормов и его значение для прудовых хозяйств и рыбоводных заводов. — Вестник ЛГУ, № 8.
- Карпевич А. Ф. 1958. Выживание, размножение и дыхание мизиды *Mesomysis kowalewskyi* (*Parameysis lacustris kowalewskyi* (Czern)). — Зоол. журнал, т. XXXVII, вып. 8.
- Круглова В. М. 1955. Влияние опреснения воды Веселовского водохранилища на кормовую базу бентоядных рыб. — Труды научно-исслед. биол. ин-та Ростовск. ун-та, т. XXIX, вып. 2.
- Круглова В. М. 1957а. Кормовая база бентоядных рыб Веселовского водохранилища и причины тугорослости сазана. — Вопросы ихтиологии АН СССР, вып. 8.
- Круглова В. М. 1957б. Формирование кормовой базы рыб в Веселовском водохранилище. — Труды научно-исслед. биол. ин-та Ростовского ун-та, вып. 4.
- Круглова В. М. 1957в. Интродукция кормовых организмов как мероприятие для увеличения рыбной продуктивности водоемов. — Рыбное хозяйство, № 12.
- Лубянов И. П. и Федько И. А. 1953. Донная фауна прудов степной зоны Украины в связи с условиями ее существования. — Вестник научно-исслед. ин-та гидробиологии, т. X.
- Методы перевозки водных беспозвоночных и личинок рыб в целях их акклиматизации. 1960. Изд-во «Рыбное хозяйство». М.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д. 1947. К вопросу об увеличении кормовых ресурсов в пресных водоемах. — Природа, № 12.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д. 1948. Донная фауна Манычского водохранилища. — Сб. научных трудов Ивановского сельскохозяйственного ин-та. Иваново.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д. 1960. Каспийская фауна в Азово-Черноморском бассейне. М. — Л.
- Прожников П. Л. 1954. Некоторые теоретические предпосылки работ по обогащению кормовой фауны озер, водохранилищ и рек. — Третья экологическая Конференция, ч. IV. Киев.

- Т ю т е н ь к о в С. К. 1960. Опыт перевозки мизид в каннах с кислородной аэрацией. Изд-во «Рыбное хозяйство».
- Ц е е б Я. Я. и О л и в а р и Г. А. 1957. Состояние кормовой базы для рыб в Каховском водохранилище и мероприятия по ее обогащению.—Совещание по Каховскому водохранилищу и низовью Днепра. Тезисы докладов. Киев.
- Ц е е б Я. Я. и О л и в а р и Г. А. 1958. Опыт перевозки кормовых беспозвоночных для интродукции.— Природа, № 6.
- Я р о ш е н к о М. Я. 1952. Гидробиологический режим и рыбохозяйственные возможности некоторых прудов Молдавии.— Известия Молдавского филиала АН СССР, № 4—5 (7—8).
- Я р о ш е н к о М. Ф. 1953. К анализу условий повышения рыбопродуктивности прудов Молдавии.— Известия Молдавского филиала АН СССР, № 5 (13).

## САНИТАРНАЯ ГИДРОБИОЛОГИЯ

А. А. ПОТАНОВ

### РАСПРОСТРАНЕНИЕ ГИДРОФИТОВ НА ВОДОХРАНИЛИЩАХ ВОЛГО-ДОНСКОГО КАНАЛА И ИХ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

(Институт медицинской паразитологии и тропической медицины; Москва)

В 1957 г. закончился шестой сезон эксплуатации одного из величайших сооружений нашей эпохи — Волго-Донского судоходного канала им. В. И. Ленина.

Водохранилища, созданные в 1952 г. на Дону и на Волго-Донском водоразделе, являются одними из первых в данной почвенно-климатической зоне. Изучение их может принести много пользы для опыта строительства новых бассейнов на Волге и других равнинных реках, в частности предупредить случаи ухудшения санитарно-эпидемической обстановки вблизи населенных пунктов. В. Н. Беклемишев (1954) совершенно справедливо отмечал, что такого рода прогнозы должны основываться, помимо всего прочего, на тщательном многолетнем изучении уже созданных водохранилищ, как водоемов, обладающих характерным для них изменением уровня воды и претерпевающих определенное развитие. Последнее включает изменения морфометрии (переработка берегов, заиление), химического состава воды и грунтов и, наконец, смену биоценозов.

Трасса канала проходит по трем степным водохранилищам: Карповскому, Береславскому и Варваровскому (см. таблицу), общей протяженностью 45 км, и искусственному руслу канала, длиной 56 км. Питание водохранилищ происходит главным образом за счет перекачки воды из Цимлянского бассейна, хотя в весеннее время некоторое значение имеет и местный сток.

Т а б л и ц а

*Размеры водохранилищ Волго-Донского судоходного канала*

Водохранилище	Длина, км	Наибольшая ширина, км	Площадь, км <sup>2</sup>	Средняя глубина м	Объем, млн. м <sup>3</sup>
Карповское . . . . .	16,3	3	42	3,7	155
Береславское . . . . .	9,3	2	14	3,4	48
Варваровское . . . . .	19,4	3	16	7,7	16

Физико-химические свойства донской воды отражают особенности геологии, почвенного покрова и климата местности. Например, в сентябре 1955 г. вода Цимлянского водохранилища выше г. Калача содержала: хлоридов — 1,03 мг·эке, сульфатов — 1,22 мг·эке, карбонатная жесткость



была 4,6 - 5 мг·экв, сумма ионов составляла 435 мг/л (Вертебная, Изъюрова и др., 1957).

В рассматриваемых водохранилищах более сильно, чем в лесной полосе, выражена абразия берегов. Этот процесс обусловлен не только геологическим строением и характером почв, но и постоянными ветрами и волнобоем. Размыв суглинистых лёссовидных пород уменьшает прозрачность воды и способствует отложению минерального ила на дне. По-видимому, взмучивание донного ила, а не планктон определяет колебания прозрачности воды (Потапов, 1956).

Фотометрические измерения, произведенные в верховьях Цимлянского бассейна около д. Пятиизбянка и в нижних участках водохранилищ канала, показали, что солнечный свет проникает в Варваровском водохранилище на глубину до 10 м, в то время как в Цимлянском и Карповском (у плотины) — всего на 4—4,5 м. Наблюдения проводились во всех случаях в ясную погоду в 12 час. дня по местному времени. Конечно, таких результатов следовало ожидать, так как Варваровское водохранилище является третьей ступенью каскада и лежит уже на водоразделе. Однако прозрачность воды бассейнов во многом зависела от глубины участков и от погоды (ветра и облачности). В ясную, но ветреную погоду верхняя половина Варваровского водохранилища имеет мутную белесоватую воду. Только на более значительных глубинах нижней части водоема она светлеет и приобретает приятный голубоватый цвет. На мелководьях всех трех бассейнов тонкие илистые частицы донных отложений легко взмучиваются даже при небольшом ветре или от проходящих пароходов. При отсутствии ветра вода за одну ночь быстро отстаивается и даже на мелководьях становится прозрачной.

Возможно, из-за особенностей химизма и физических свойств воды я не наблюдал в августе 1957 г. большого количества фитопланктона на водохранилищах канала, которое было характерным в это время для Цимлянского бассейна. Эти же условия, как мы увидим ниже, накладывали отпечаток и на характер распространения высшей водной растительности.

Однако в последнем случае решающим фактором были изменения уровней воды. В этом нетрудно убедиться, если рассмотреть графики их наполнения и сработки в течение вегетационного периода (рис. 1, 2). Цимлянское водохранилище наполнилось до проектной отметки только на второй год после открытия канала (в 1953 г.). Но в следующем году уровень воды снова снизился на несколько метров и был даже меньше, чем в 1952 г. Нормальный график наполнения бассейна установился только с 1955 г. Поэтому этот год фактически и был годом рождения Цимлянского моря. Водохранилища, расположенные на трассе канала, напротив, были наполнены до проектного горизонта уже в 1952 г., и с тех пор весенний уровень в них не подвергался значительным изменениям. В Цимлянском водохранилище уровень воды снижается за лето на 1,5—2,5 м, в то время как на трех рассматриваемых водохранилищах канала он удерживается почти на одних и тех же отметках.

Рассмотрев кратко основные отличительные черты водохранилищ канала и Цимлянского бассейна, проследим теперь, в какой мере они отразились на видовом составе и распространении водной растительности. Водохранилища трассы содержали достаточное количество мелководий, могущих подвергнуться зарастанию. Так, по вычислениям А. Д. Полумордвинова и А. И. Бандина, на Карповском водохранилище мелководная зона с глубиной до 2,0 м насчитывает до 1000 га, что составляет 24 % всей водной площади, на Береславском — 470 га (31 %) и на Варваровском —

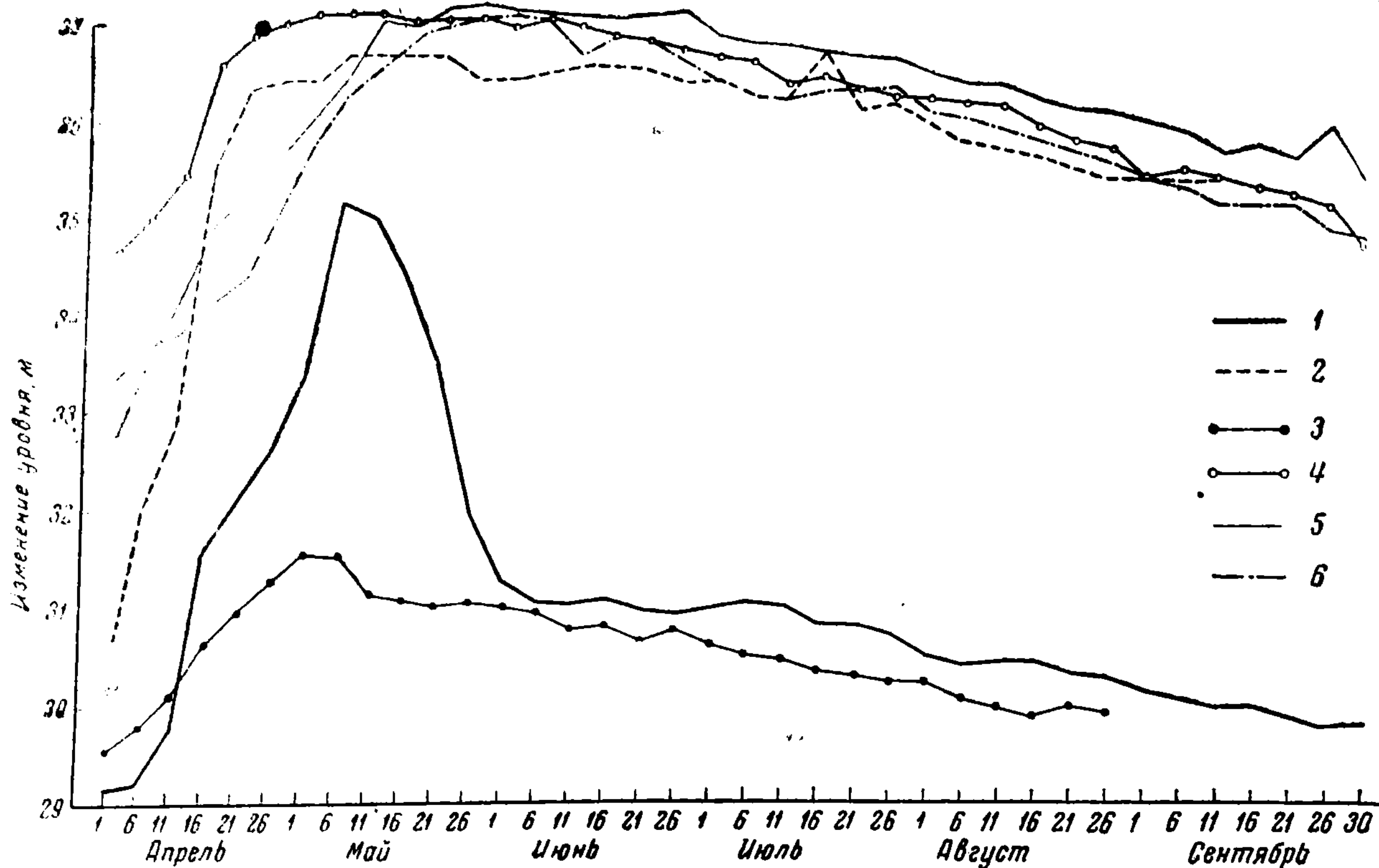


Рис. 1. График изменения уровня воды в Цимлянском водохранилище в 1952—1957 гг. (за период с апреля по сентябрь)

1—1952 г.; 2 — 1953 г.; 3 — 1954 г.; 4 — 1955 г.; 5 — 1956 г.; 6 — 1957 г.

1020 га (38%). Значительная часть мелководий располагалась в заливах по балкам, особенно вдоль левых, более низменных берегов, и была защищена от волнобоя. Количество зачатков для формирования

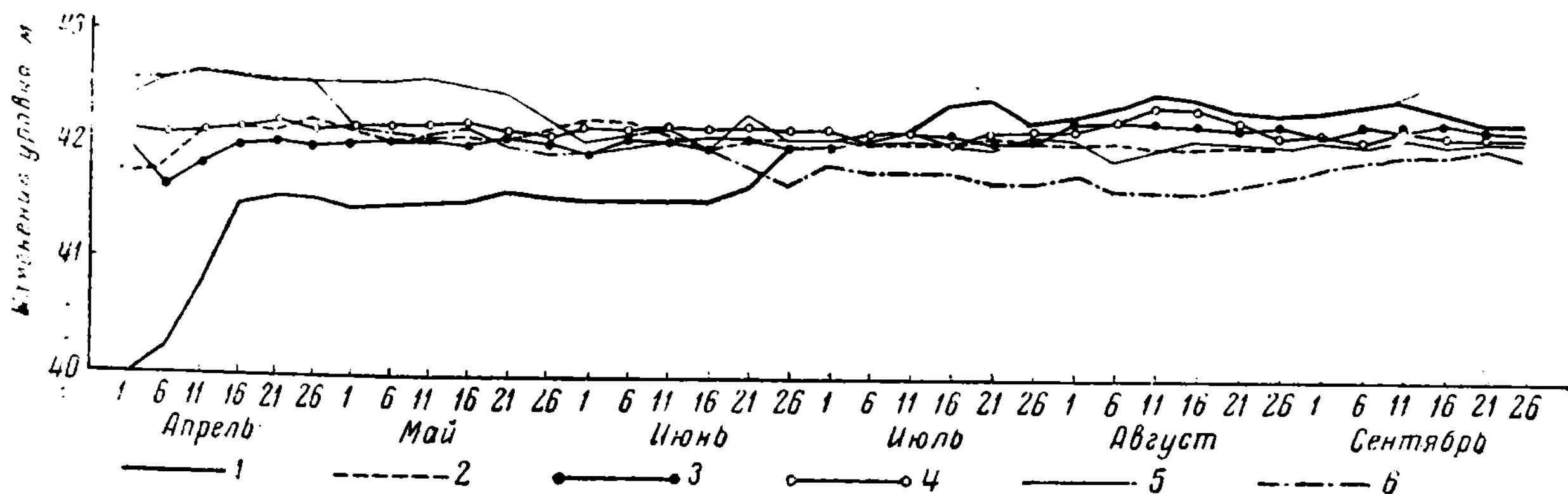


Рис. 2. График изменения уровня воды в Карповском водохранилище в 1952—1957 гг. (с апреля по сентябрь)

Обозначения те же, что на рис. 1

новых зарослей водных растений было достаточно благоприятным, так как затопленная территория имела ряд заболоченных водоемов.

Наблюдения сотрудника Института медицинской паразитологии О. Ф. Буяновой, проведенные в 1952—1954 гг., показали, что распространение гидрофитов на Карповском, Береславском и Варваровском водохранилищах происходило очень интенсивно. Уже в конце первого





Рис. 3. Заросли *Phragmites communis* и *Typha angustifolia* в верховьях Береславского водохранилища

сезона повсеместно появился рогоз узколистный (*Typha angustifolia* L.), отдельными пятнами тростник обыкновенный (*Phragmites communis* Trin.) и камыш озерный (*Scirpus lacustris* L.) (оба последних главным образом на местообитаниях до затопления). Образовались большие плавающие скопления нитчатых водорослей. На второй год стали хорошо развиваться заросли рдестов (*Potamogeton perfoliatus* и *P. pectinatus*), которые во многих местах образовали пояс погруженной растительности.

В августе 1957 г. мною были снова обследованы все три водохранилища. За прошедшие годы видовой состав растительности изменился мало, но площади, занятые тем или другим видом, увеличились во много раз. Преимущественное распространение получили прибрежные линеидные формы — рогозы и тростник (*Typha angustifolia*, *T. laxmanni* Ler. и *Phragmites communis*).

Пояс этих растений тянется почти без перерывов вдоль всего левого, более низменного берега водохранилищ. Правый берег зарастает слабо и лишь местами содержит пятна линеид или погруженных растений (рдестов). Если раньше прибрежные сообщества состояли на 90—95% из рогозов, то теперь они значительно обогатились тростником. Последний местами превосходит по частоте встречаемости и обилию рогоз (например, в верховьях Береславского водохранилища) и в будущем, надо полагать, станет ведущим растением. Линеидные заросли в верховьях настолько разрослись, что напоминают плавни наших южных рек (рис.3).

Местами относительно обильные заросли образовали только рдесты (*Potamogeton perfoliatus* и реже *P. lucens* L.). Гораздо реже и в меньшем количестве можно было встретить камыши (*Scirpus lacustris* и *S. maritimus*), сусак (*Butomus umbellatus* L.), гречишу (*Polygonum amphibium* L.) и некоторые другие. Правда, элодеиды (погруженные укореняющиеся виды) могли бы иметь гораздо более широкое распространение. Очевидно, препятствием служила большая мутность воды на мелководьях. Мне приходилось наблюдать погруженные растения (с мелкокорассеченными листьями), которые настолько были облеплены глинистыми частицами ила,



что под ними нельзя было различить их зеленой окраски. По этим же причинам на водохранилищах не встречались крупные скопления нитчатых водорослей. Толстые отложения минерального ила на дне водоема, наоборот, являлись отличным субстратом для разрастания корневищ прибрежных тростников и рогозов.

В верховьях Цимлянского моря также не было недостатка в мелководных участках и в источниках зачатков, но процесс зарастания там протекал совершенно иначе. В результате обследования отмелей выше г. Калача, а также ниже города в районе деревень Кумовка и Сталинодорф у меня сложилось впечатление, что растительность водохранилища крайне бедна и находится еще на самых начальных стадиях вселения. Нормальный режим изменения уровней воды установился в бассейне, как уже отмечалось, три года назад. По всей вероятности, некоторые изменения весенней отметки наполнения, а главное значительная сработка горизонта воды летом, тормозили естественный ход зарастания водохранилища. Это предположение подтверждается тем, что на водохранилище нет совсем погруженных видов (элодеид). Остальные растения встречались в августе почти исключительно на островах, поверхность которых затапливается на меньшую глубину.

В 3 км выше Калача на этих возвышенных участках встречались сусак зонтичный (*Butomus umbellatus*), рогоз, тростник (в виде отдельных кустов или разреженных сообществ), семенные всходы частухи (*Alisma* sp.), а также сорняков полей и луговых растений.

Некоторое обилие прибрежных гидрофитов было отмечено только около д. Кумовка. Здесь можно было видеть заросли цветущего сусака, который пока господствует над всеми другими гидрофитами. В меньшем числе встречались оба вида камыша (*Scirpus lacustris* и *S. maritimus*), ситняг (*Heleocharis palustris* L.) и др. На затопленной пойме Дона среди сухих, торчащих из воды кустарников попадались пятна тростника. Тростник и гречиха лучше других переживают глубокое затопление, и даже в августе их можно находить на глубине до 1,0 м. Но в настоящее время и они влачат жалкое существование и с 1953 г. не расширили занимаемых площадей.

Наибольшее число видов в верховьях Цимлянского водохранилища по-прежнему приурочено к местам бывших озер и стариц. Очевидно, сохранившийся запас зачатков и общие условия переживания здесь более благоприятны. Наоборот, очень слабо осваиваются гидрофитами новые территории. Например, около д. Сталинодорф на левом берегу имеются хорошо защищенные от волнобоя заливы, которые могли бы служить прекрасным биотопом для водной растительности, но они выглядят совершенно пустыми (рис. 4).

Различный видовой состав и обилие растительности сравниваемых водохранилищ позволяют дать им некоторую санитарно-эпидемиологическую оценку. Почти лишенные гидрофитов мелководья Цимлянского бассейна были в этом отношении вполне благополучными. Например, выплод малярийных комаров происходил на них только значительно выше г. Калача, среди подтопленных лугов и пойменного леса.

Наблюдения над анофелогенностью водохранилищ трассы в первые годы их существования проводились О. Ф. Буяновой. В 1952 г. было установлено, что выплод малярийных комаров анофелес (*Anopheles maculipennis*) происходил главным образом в скоплениях нитчатых водорослей, особенно в верховьях бассейнов. Но уже на второй год количество нитчаток резко сократилось. Наоборот, широко распространились линеиды, в которых на севере комар почти не откладывает яиц. Заросли





Рис. 4. Цимлянское водохранилище, залив около д. Сталинодорф  
(в 10 км ниже г. Калача)

элодеид хотя и увеличились, но были еще не настолько плотными, чтобы создать надежную защиту личинкам комара от волнобоя. Небольшое количество личинок комаров в водохранилищах объяснялось еще и тем, что поселки канала обрабатывались препаратами ДДТ.

В 1957 г. главными местами выплода комаров были почти исключительно заросли линеид. В противоположность водохранилищам лесной полосы численность личинок анофелес в линеидах была сравнительно большой. Например, в июле — августе 1956 г. в узколиственном рогозе на Карповском водохранилище насчитывалось в среднем 50 личинок на  $1 \text{ м}^2$  (Потапов, 1957). Рогозово-тростниковые заросли, обрамляя берега бассейнов, выгодно выделяются своей свежей зеленью на общем фоне выжженной солнцем степи. Не удивительно, что они привлекают к себе многих теплокровных животных, обеспечивая им защиту и кормовую базу. Микроклимат зарослей вполне обеспечивает условия дневки взрослых комаров. В ночные же часы они питаются на домашних животных, заходящих в заросли, а также на диких млекопитающих и птицах.

Санитарно-эпидемиологическое значение прибрежных зарослей на рассматриваемых водохранилищах этим еще не исчерпывается. Наблюдения Сталинградской противочумной станции показывают, что эти заросли служат местом размножения водяной крысы (*Arvicola terrestris*), численность которой из года в год увеличивается. Произведенный мною учет грызунов на Карповском водохранилище, путем раскладывания приманок через каждые 10 м, показал 100%-ное их поедание. С 1956 г. начаты промысел и заготовка шкурок водяной крысы. По данным Калачевской конторы «Заготживсырье», на водохранилищах заготовлено в 1956 г. 898, а в 1957 г. (включительно по 15 ноября) — 5436 шкурок зверька.

При постоянном уровне воды бассейнов формируются такие типы растительности, которые наилучшим образом соответствуют экологии грызунов. Отсутствие подъемов и понижений горизонта воды исключает также необходимость периодических миграций животных, во время которых значительная часть их становится добычей хищников. Этим обеспечивается более полная сохранность популяции. На водохранилищах пока не зафиксировано очагов туляремии или других инфекций, но в будущем появление их следует ожидать.



Наконец, необходимо обратить внимание на ухудшение санитарных условий на водоемах в связи с чрезмерным увеличением продуктивности рогоза и тростника. Уже в настоящее время в ряде мест наблюдаются скопления гниющих остатков этих растений, с выделением газов и неприятным сероводородным запахом.

Все перечисленные факторы говорят о необходимости культурного освоения мелководных водохранилищ. Такие попытки уже делаются и дают свои положительные результаты. Например, по инициативе М. П. Розанова (Гидропроект Министерства электростанций СССР) на мелководных созданы посадки дикого риса. В верховьях Карповского водохранилища мощные заросли многолетнего дальневосточного риса (*Zizania latifolia* L.) занимают не менее 3 га. В 1956—1957 гг. Сталинградский совхоз «Горная поляна» с успехом выкашивал эти заросли и кормил коров сеном и сеном дикого риса. Было установлено, что подопытная группа коров повысила удой молока в среднем на 13,6% по сравнению с контрольной (Розанов, 1957).

По моим наблюдениям на Карповском водохранилище, число личинок анофелеса в посадках многолетнего риса оказалось в 10 раз меньше, чем в окружающих рис зарослях рогоза узколистного. Условия климата и плодородие дольных отложений позволяют выкашивать рис 2—3 раза за сезон. Культурное ведение рисового хозяйства приведет к снижению численности обитающих на берегах водохранилища грызунов.

В дальнейшем, для еще более рационального использования бассейнов данного типа, необходимо обваловывать участки мелководного затопления еще в процессе подготовки их ложа. Сотни гектаров плодородной земли удалось бы сберечь таким путем для организации на них интенсивного сельского хозяйства. Сокращение мелководных до минимума повысит коэффициент полезного использования подкачиваемой воды и мощности насосных станций. Это относится в особенности к засушливым областям, где потери воды на испарение не покрываются осадками. Например, по подсчетам Н. И. Кудрина (1957), площадь мелководных водохранилищ Волго-Дона с глубиной 2 м испаряет за год 17 млн. м<sup>3</sup> воды. В среднем 30% мощности насосных станций расходуется на покрытие дефицита влажности воздуха. Широкое внедрение в практику строительства обвалования мелководных водохранилищ оправдалось бы с экономической точки зрения, а также предотвратило бы ухудшение санитарно-эпидемиологической обстановки в зоне населенных пунктов.

## ЛИТЕРАТУРА

- Б е к л е м и ш е в В. Н. 1954. Строительство больших водохранилищ и борьба с малярией. — В сб.: «Строительство водохранилищ и проблема малярии». Медгиз.
- В е р т е б н а я П. И., И з ъ ю р о в а А. И., К о л т у н о в а А. С., Р у ф ф е л ь М. А., Т и х в и н с к а я Н. Н. 1957. Значение санитарной подготовки ложа в формировании качества воды Цимлянского водохранилища. — Гигиена и санитария, № 1.
- К у д р и н Н. И. 1957. О сельскохозяйственном использовании мелководных зон водохранилищ. — Гидротехника и мелиорация, № 7.
- П о т а п о в А. А. 1956. Фотосинтез погруженных растений в связи с зарастанием верховьев Цимлянского водохранилища. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. VII.
- П о т а п о в А. А. 1957. Анафелогенное значение посевов водяного дикого риса на водохранилищах. — Медицинская паразитология, т. 26, № 3.
- Р о з а н о в М. П. 1957. Использование мелководных пресных водоемов под кормовую культуру дикого риса. — Животноводство, № 12.

Н. М. КАБАНОВ

О ХИМИЧЕСКОЙ И САНИТАРНО-БИОЛОГИЧЕСКОЙ РОЛИ  
МАКРОФИТОВ В КЛЯЗЬМИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

(Институт общей и коммунальной гигиены Академии медицинских наук СССР; Москва)

Как известно, в водохранилищах увеличивается обилие и растений и животных (Жадин, 1947). Растения являются причиной возникновения запахов, привкусов, цветности, мутности и прочих свойств воды, связанных с обогащением водоемов растворенными и взвешенными органическими веществами. Степень воздействия растений на качество воды определяется их количеством, присущими им физиологическими особенностями и рядом других факторов.

В Клязьминском водохранилище (Кабанов, 1959а) биомасса непогруженных прибрежно-водных растений в сыром весе была 2,18—9,05 кг/м<sup>2</sup>, а в воздушно-сухом — 0,35—2,09 кг/м<sup>2</sup>. Соответственно для погруженных водных растений эти цифры равнялись 0,12—2,72 кг/м<sup>2</sup> и 0,02—0,46 кг/м<sup>2</sup>. В тех же пределах изменялась биомасса в зарослях наиболее распространенного в водохранилище из погруженных растений — элодеи (*Elodea canadensis*). Нитчатые водоросли уменьшают биомассу высших растений: в присутствии ковра ризоклониум (*Rhizoclonium hieroglyphicum*) над зарослями элодеи сырая биомасса последней была 1,70 кг/м<sup>2</sup>, а воздушно-сухая — 0,24 кг/м<sup>2</sup>.

С увеличением глубины места произрастания биомасса элодеи уменьшается, но не просто в виде обратной зависимости, а в определенной связи с другими факторами (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Биомасса элодеи в зависимости от глубины

Глубина, см	Биомасса (сырой вес), кг/м <sup>2</sup>	Примечание
25	2,64	
59	2,26	
108	1,54	Присутствует нитчатая водоросль клагофора ( <i>Cladophora fracta</i> )
128	1,92	Элодея дорастает до поверхности воды. Возможен частичный от- рыв от дна
129	0,71	

Результаты физических и химических определений в зарослях

Дата (1948 г.)	время (часы, минуты)	Облачность, %	Сведения об инсоляции
Солнечные дни и дни с			
25.IX	09.30	30	Солнечно с утра, но солнце иногда скрывается
	13.00	80	Солнце иногда скрывается
	19.45	100	Солнце скрылось вскоре после предыдущего наблюдения
29.IX	09.00	20—30	Солнце иногда скрывается
	10.30	0—10	Солнечно
	14.15	0	»
	18.15	0	Солнце у горизонта
	20.15	Небо звездное	Темно
30.IX	07.20	100	Совершенно светло. С утра пасмурно
	12.00	60	Солнце появилось из-за облаков только около 10 час. Часто скрывается
	14.30	70	Солнце чаще скрыто
	17.30	100	После предыдущего наблюдения солнце было скрыто и появилось только в момент данного наблюдения
1.X	19.50	30—40	Темно
	07.00	100	Совершенно светло. С утра пасмурно
	13.00	70	Было пасмурно до 10 час., а затем стало появляться солнце
	16.00	30	С момента предыдущего наблюдения почти все время солнечно
	19.50	30	Темно
X	06.45	90	Светло. Солнце взошло, но скрыто за лесом
П а с м у р			
	10.30	100	Пасмурно
	14.45	100	Все время пасмурно
	19.20	100	Темно. Все время пасмурно
	08.00	100	Пасмурно
	12.00	100	Все время пасмурно

Таблица 2

дней в Осташковском заливе Клязьминского водохранилища

Ветер	Температура, °C		pH	Общая щелочность, мг-экв/л	Растворенный кислород	
	воздуха	воды			мг/л	%
переменной облачностью						
Средний, ю.-з.	7,8	9,2	8,7	1,75	18,1	155,0
Средний, ю.-з.	9,8	12,7	9,2	1,40	17,3	159,8
—	—	9,5	7,65	1,90	8,5	72,9
Средне-сильный, з.-ю.-з.	10,3	10,3	—	—	11,3	98,7
Выше среднего, з.-ю.-з.	12,5	12,0	8,2	1,85	14,1	127,9
То же	17,3	16,3	9,1	1,50	15,1	149,4
Средний, з.-ю.-з.	16,2	13,0	8,3	1,80	9,3	86,0
Средний и выше среднего, з.-ю.-з.	—	12,1	7,65	2,00	6,7	61,1
Средний, ю.-з.	11,0	10,3	7,55	2,10	7,3	63,6
Легкий и средний, з.-ю.-з.	13,8	14,6	8,85	1,70	18,8	180,6
То же	14,2	14,7	8,45	1,80	14,4	138,6
»	13,0	13,2	8,4	1,75	11,3	105,4
Легкий, з.-ю.-з.	—	10,2	7,55	2,10	6,2	54,3
»	10,3	10,5	7,5	2,10	7,3	69,8
Средний и выше среднего, с.	8,4	12,1	8,9	1,55	19,9	181,6
То же	9,4	13,0	8,9	1,55	19,3	179,4
Легкий и средний, с.-з.	—	7,5	7,7	1,70	8,8	72,4
То же з.-с.-з.	3,6	9,1(?)	7,6	1,80	9,6	81,6
ные дни						
Средний, з.	7,6	8,4	8,2	1,85	14,7	123,6
Средний и выше среднего, з.	9,5	9,5	8,5	1,75	13,6	117,2
Средний, з.	—	7,3	7,6	2,00	9,4	77,1
»	6,5	7,6	7,6	2,00	9,6	79,2
Средний и выше среднего, з.	7,6	8,0	8,1	1,90	12,4	103,3



Еще мало внимания уделяется у нас изучению влияния высших растений на химический состав воды водоемов, в частности, в связи с фотосинтезом макрофитов. Можно указать лишь работы В. С. Ивлева (1950) и К. В. Горбунова (1953), обзорную статью и работу А. А. Потапова (1950, 1955). Суточные колебания растворенного в воде кислорода и других ингредиентов химического состава обычно являлись предметом исследований преимущественно вне зарослей, например в работе Б. А. Скопинцева (1939).

В настоящей работе приводятся результаты наблюдений в Осташковском заливе (бухта Радости) Клязьминского водохранилища в осенний период (табл. 2). Исследования проводились в зарослях элодеи, биомасса которой составляла  $2,64 \text{ кг/м}^2$  в сыром и  $0,27 \text{ кг/м}^2$  в воздушно-сухом весе. В месте взятия проб глубина площадки была равна всего 15 см. Наблюдения на указанной глубине соответствуют взятию поверхностных проб вне зарослей.

Изменения химического состава воды в дневное время, в общем заключающиеся в уменьшении концентрации водородных ионов и величин общей титрирной щелочности, увеличении количества растворенного в воде кислорода, различны в зависимости от целого ряда условий (табл. 2).

Так, в пасмурную погоду рН достигает величины 8,5, общая щелочность уменьшается на 12,5%, количество кислорода доходит до 123,6% насыщения; при этом свободная углекислота, растворенная в воде, нацело потребляется макрофитом. В солнечные дни гидрохимические сдвиги более значительны: рН увеличивается до 9,2, общая щелочность уменьшается на 30—33%, а количество кислорода доходит до 180% насыщения и больше.

При усилении волнения в полосе зарослей элодеи пересыщение воды кислородом, несмотря на большие величины рН, не бывает значительным даже при солнечной погоде (29 сентября, частично 25 сентября). Очевидно, ветер и вызываемое им волнение увеличивают отдачу в атмосферу растворенного кислорода при количестве его больше 100% насыщения. По-видимому, похолодание в ночь с 1 на 2 октября обусловило уменьшение потребления кислорода и обогащение воды углекислотой.

Приблизительно такие же результаты были получены при эпизодических наблюдениях в других заливах. Как в солнечные дни, так и в дни с переменной облачностью на середине заливов, вне зарослей, количество кислорода не превышало 100% насыщения, а в зарослях элодеи у берега при облачности в 50% и прямой солнечной инсоляции насыщение воды кислородом достигало 206%, а в пасмурную, преимущественно, погоду — 126%.

Из всего изложенного следует, что необходимо учитывать целый ряд условий, а поэтому надо ставить ряд наблюдений в разные периоды и при различных состояниях погоды.

Таким образом, высшие водные растения можно считать не только существенным фактором обогащения водоема кислородом в вегетационный период, но и более постоянно действующим, чем фитопланктон. Поэтому при расчете кислородного баланса водоема нельзя игнорировать заросли высших водных, главным образом погруженных, растений. Определения содержания растворенного в воде кислорода целесообразно сопровождать анализами воды на свободную углекислоту, гидрокарбонаты и монокарбонаты или косвенные показатели соотношения разных форм углекислоты и ее ионов.

Баланс и режим кислорода в зоне зарослей водоема зависят не только от выделения кислорода при фотосинтезе и поглощении его в процессе

дыхания растений и других организмов. Кислород воды расходуется также и при разложении макрофитов (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Пятисуточное биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>)  
отмершими тканями водных и прибрежно-водных растений  
Клязьминского водохранилища

Р а с т е н и е	Гигроскопи- ческая влаж- ность, %	Потеря при про- калива- нии %	БПК <sub>5</sub> при 20° С, мг О <sub>2</sub> на 1 г	
			абсолют- но-сухого вещества	«органи- ческого» вещества
Водные растения				
Elodea canadensis . . . . .	7,8	50,0	83	168
Potamogeton pectinatus . . .	5,7	43,2	61	143
P. perfoliatus . . . . .	7,6	53,6	68	127
Heleocharis acicularis (водная форма) . . . . .	11,0	77,8	97	125
Прибрежно-водные растения				
H. palustris . . . . .	11,6	89,2	125	140
Scirpus radicans . . . . .	13,0	89,5	139	156

По просьбе автора Е. Ф. Кононовой были произведены определения пятисуточного биохимического потребления кислорода прямым методом (Кононова, 1951). Полученные результаты анализов сведены в табл. 3.

В связи с перечислением величин потребления кислорода по отношению к «органическому» веществу погруженных растений возникал вопрос о поправках на количество извести, отлагающейся на поверхности растений; оказалось, что эти поправки незначительны и поэтому ими можно было пренебречь. Здесь целесообразно привести результаты ориентировочных опытов Р. М. Павлиновой (1939), по которым на 1 г сухого вещества *Typha latifolia* наибольшее потребление кислорода на 30-е сутки при 24° выражается в 225 мг, а на 1 г сухого вещества *Elodea canadensis* при 20° — до 130 мг. Исследованные прибрежно-водные растения больше потребляют кислорода на 1 г сухого вещества, чем погруженные водные растения. Константа скорости биохимического потребления кислорода растительными материалами оказалась, по данным Е. Ф. Кононовой, равной 0,1; это свидетельствует о том, что БПК<sub>5</sub> составляет 68% от общего БПК. В течение пяти суток количество потребленного кислорода доходит до 13,9% от абсолютно-сухого веса растительного вещества. Для элодеи эта же величина доходит до 10%.

На основе результатов определения БПК<sub>5</sub> мной сделаны примерные расчеты, позволяющие судить о порядке величин возможного поглощения кислорода отмершей элодеей в процессе ее разложения (табл. 4). Условно для этого взята полоса зарослей шириной в 10 м при ширине профиля через полосу растений в 1 м. Профиль разбит на площадки по 1 м<sup>2</sup>.

Как видно из табл. 4, объемы элодеи, помещающейся на отдельных площадках, по предварительному определению способом погружения растения в воду, очень малы по сравнению с соответствующими объемами воды. На основе определений по элодее без известковой корочки найдено, что вес растения в воздушно-сухом состоянии составит 13% от сырого веса. Гигроскопическая влажность принята равной 8%. Исходные запасы

Т а б л и ц а 4

подсчет баланса кислорода в отмерших зарослях элодеи

Глубина профиля, см	Объем сы- рой массы элодеи, г на 1 м <sup>2</sup> дна	Биомасса элодеи, в г/м <sup>2</sup>			БПК <sub>5</sub> , г, соответ- ственно количе- ству элодеи	Запас растворенного в воде кислорода, г		Разность между запасом и по- треблением кис- лорода, г
		сырой вес	воздуш- но-сухой вес	абсолют- но-сухой вес		в каждом столбе во- ды над 1 м <sup>2</sup> дна	за 5 суток при пол- ном возоб- новлении	
50	2,9	2850	370	340	34,1	0,5	2,5	—31,6
100	2,8	2800	365	335	33,5	1,0	5,0	—28,5
150	2,8	2750	360	330	32,9	1,5	7,5	—25,4
200	2,7	2650	345	315	31,7	2,5	12,5	—19,2
250	2,6	2550	330	305	30,5	3,5	17,5	—13,0
300	2,4	2400	310	285	28,7	5,0	25,0	— 3,7
75	2,2	2150	280	260	25,8	7,5	37,5	11,7
100	1,9	1900	245	225	22,7	10,0	50,0	27,3
125	1,5	1450	190	175	17,4	12,5	62,5	45,1
150	0,3	300	38	35	3,6	15,0	75,0	71,4
сумма	5900	22,1	21 800	2835	260,9	59,0	295,0	34,1

кислорода подсчитаны при допущенном количестве его в 10 мг/л. БПК<sub>5</sub> всей растительной массы и на всем взятом в расчет профиле может в 4,4 раза превысить запас кислорода, растворенного в водной толще, находящейся над профилем. Только над самой глубоко расположенной площадкой запас кислорода в столбе воды больше, чем величина его потребления.

При отсутствии реаэрации полное исчерпание кислорода может произойти даже при разложении не всей растительной массы, а ее части, составляющей только 20—25% при обусловленных выше предпосылках. Подобное положение могло бы, очевидно, создаться в зимнее время подо льдом, но надо учитывать влияние низкой температуры, при которой биохимические процессы протекают очень слабо.

Мои наблюдения показали, что большая часть элодеи зимой полностью не отмирает и может оставаться до весны в живом состоянии. Погибает элодея в зоне сработки (в прибрежье, освобождающемся от воды) от промерзания и последующего обсыхания.

В вегетационный период процессы протекают в совершенно иных условиях. В это время идет реаэрация из атмосферы, а также происходит обогащение воды растворенным кислородом за счет процессов фотосинтеза.

В связи с условиями вегетационного периода в расчет введен пятикратный запас кислорода (за 5 суток). При таком допущении, количество кислорода в целом по профилю оказывается уже достаточным и даже получается некоторый избыток (около 10%). Но на площадках с малыми глубинами и в этом случае запасы кислорода меньше возможного потребления его, и только начиная с площадки, расположенной на глубине в 75 см, соотношения меняются, разность между запасом и потреблением кислорода становится положительной. При полном биохимическом потреблении кислорода его израсходуется на 32% больше, чем при пятисуточном.

В вегетационный период совершается перемещение воды волнением, которое, правда, в зарослях в большой степени ослаблено. Надо иметь в

виду, что не вся масса растений сразу предъявит свои требования на кислород вследствие постепенности их отмирания и распада. Весной и в начале лета катастрофических понижений количества кислорода быть не может, но все же в период повышения температуры воды в это время могут создаваться условия для некоторого уменьшения количества растворенного в воде кислорода в прибрежье водоема в условиях заливов. Отмирание прошлогодней элодеи может заканчиваться весной и быть даже массовым главным образом в осушной зоне. Таким образом, разложение растительных остатков будет происходить и завершаться в новом вегетационном периоде.

Приведенные расчеты необходимы в связи с тем, что надо как-то дифференцировать пути расходования в водоеме кислорода, так как последний потребляется не только растительными остатками, но и донными отложениями, растворенными и взвешенными в воде органическими веществами, не говоря уже о дыхании организмов планктона и бентоса.

При моих исследованиях в области изучения санитарно-биологической роли макрофитов в водоеме было уделено некоторое внимание вопросу взаимоотношений высших водных и прибрежно-водных растений с сапрофитными бактериями в природных условиях. А. С. Разумов (1953) одновременно в 1948 г. проводил лабораторные, главным образом экспериментальные, исследования в том же направлении и получил вполне определенные результаты, свидетельствующие о том, что элодея проявляет свойства бактерицидности. Подобные результаты были им получены ранее в отношении фитопланктона (Разумов, 1948). При моей работе на водоеме Л. Е. Корш (1955) были произведены, по просьбе автора, анализы воды Клязьминского водохранилища летом и осенью 1948 г. на содержание бактерий, растущих на мясо-пептонном агаре при 22° С с двухсуточной инкубацией. Мною наблюдения проводились в зарослях макрофитов (главным образом элодеи) и вне их в пределах больших и малых заливов Клязьминского водохранилища. В двух случаях определения выполнялись в скоплениях нитчатых водорослей ризоклониум и кладофора. Пробы воды забирались автором или непосредственно в стерильную колбочку, или же брались стерильной пипеткой, из которой сливались в колбочку. Всего было взято 43 пробы воды. Количество сапрофитных бактерий колебалось в пределах от 40 до 4400 колоний/мл. Указанные крайние величины относились к пробам, взятым из ковров нитчатых водорослей, покрывавших поверхность воды. В первом случае это была кладофора, а в последнем — ризоклониум, у которого, возможно, происходило отмирание клеток. При исключении двух указанных случаев колебания числа бактерий укладывались в пределах 47—2070 колоний/мл.

• Наименьшая величина относилась к зарослям элодеи, наибольшая — к зарослям стрелолиста (*Sagittaria sagittifolia*). В зарослях ситняга болотного (*Helosciaris palustris*) было найдено 675 сапрофитных бактерий в 1 мл, чистого рдеста гребенчатого (*Potamogeton pectinatus*) — 480, а с примесью нитчатки — 120; в зарослях элодеи число бактерий колебалось от 47 до 805, а в одном исключительном случае — до 1140. Таким образом заросли непогруженных растений, стрелолиста и ситняга болотного показали повышенное, по сравнению с участком вне зарослей, количество сапрофитов. Заросли рдеста гребенчатого только с примесью нитчаток и в ряде случаев заросли элодеи характеризовались меньшим количеством сапрофитных бактерий по сравнению с соседними участками прибрежья без макрофитов и такие соотношения встречались чаще, чем обратные (Кабанов, 1959, б). Это уменьшение количества сапрофитных бактерий иногда было относительно небольшим (табл. 5).



Таблица 5

Сопоставление количества сапрофитных бактерий (в 1 мл воды)  
в зарослях макрофитов (А) и вне их (Б) в 1948 г.

Растение	Дата	А	Б
Рдест гребенчатый с нитчатой водорослью . . . . .	10.VII	120	330
Элодея . . . . .	8.IX *	1140	1750
»	8.IX *	190	290
»	14.IX	100	140
»	15.IX	510	565
»	1.X	47	305
Кладофора . . . . .	8.IX *	40	250

\* Наблюдения совместно с А. С. Разумовым, сделавшим посевы на чашки Петри непосредственно у водоема.

Как видно из табл. 5, результаты определения числа бактерий непосредственно в зарослях менее четки, чем в опытах А. С. Разумова, но все же говорят о довольно заметном влиянии погруженных высших водных растений (на примере элодеи), а также зеленых нитчатых водорослей на снижение количества сапрофитных бактерий, содержащихся в воде зарослей макрофитов и скоплений нитчаток. В этом отношении заросли макрофитов, вероятно, могут иметь значение «очищающего» барьера (Кабанов, 1958) при поступлении в водоем неконцентрированных загрязнений. Бактерицидность воды в зарослях погруженных растений может быть связана не только с действием фитонцидов, но также с изменениями химического состава воды в дневное время (подщелачивание, пересыщение кислородом и т. д.). Необходимо дальнейшее накопление сравнительных материалов по количеству сапрофитных бактерий в зарослях макрофитов и вне их.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Г о р б у н о в К. В. 1953. Распад остатков высших водных растений и его экологическая роль в водоемах нижней зоны дельты Волги. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. V.
- Ж а д и н В. И. 1947. Закономерности массового развития жизни в водохранилищах. — Зоол. журнал, т. XXVI, вып. 5.
- И в л е в В. С. 1950. Влияние тростниковых зарослей на биологию и химический режим водоемов. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. II.
- К а б а н о в Н. М. 1958. Макрофиты и планктон зарегулированных водоемов. Научная конференция по вопросам гигиены водохранилищ 24—28 июня 1958 г. — Тезисы докладов. М. Ин-т общей и коммунальной гигиены им. А. Н. Сысина Академии медицинских наук СССР.
- К а б а н о в Н. М. 1959а. Вопросы зарастания Клязьминского водохранилища. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. IX.
- К а б а н о в Н. М. 1959б. Санитарно-биологическая и санитарно-химическая роль макрофитов в Клязьминском водохранилище. — Рукопись. 1948. «Сборник аннотаций научных работ Ин-та общей и коммунальной гигиены им. А. Н. Сысина АМН СССР за 1946—1956 гг.».
- К о н о н о в а Е. Ф. 1951. Прямой метод определения биохимической потребности в кислороде (БПК). — Труды АМН СССР, т. X.
- К о р ш Л. Е. 1955. Эффективность мероприятий по санитарной охране канала имени Москвы по данным санитарно-бактериологических исследований. — Канд. диссертация. Ин-т общей и коммунальной гигиены.

- Л и п и н А. Н. и Л и п и н а Н. Н. 1949. Макрофлора стоячих водосмов и связь ее с гидрофауной. — Труды Всерос. научно-исслед. ин-та прудового рыбного хозяйства, т. V.
- П а в л и н о в а Р. М. 1939. К вопросу о зарастании водохранилищ на примере водохранилища Горьковской энергетической областной станции. — Бюллетень Московского об-ва испытателей природы, отдел биол., т. XLVIII, вып. 4.
- П о т а п о в А. А. 1950. Вопросы физиологии и экологии погруженных гидрофитов. — Успехи современной биологии, т. XXIX, вып. 3.
- П о т а п о в А. А. 1955. К вопросу о зарастании водохранилищ погруженными гидрофитами. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. VI.
- Р а з у м о в А. С. 1948. Взаимоотношения между сапрофитными бактериями и планктоном в водоемах. — В сб.: «Вопросы санитарной бактериологии». Изд-во АМН СССР.
- Р а з у м о в А. С. 1953. Микробный планктон воды (методика, количество, качественный состав, значение при санитарно-гигиенических исследованиях). — Докт. диссертация. Ин-т общей и коммунальной гигиены.
- С к о п и ц е в Б. А. 1939. Сравнительное изучение суточного изменения растворенного  $O_2$  и pH в природных водоемах. — Гидрохимические материалы, т. XI.
-

## ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ВОДОЕМОВ

**И. Д. СТАРИКОВА**

### ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ УЧИНСКОГО, НЯЛОВСКОГО И ЯХРОМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ КАНАЛА им. МОСКВЫ

*(Институт океанологии АН СССР; Москва)*

Происхождение органического вещества в пресноводных озерах, процессы образования и разложения, его количество в иловых озерных отложениях изучены весьма подробно (Винберг и Иванова, 1932; Кастальская-Карзинкина, 1937; Коншин, 1939; Кузнецов, 1952; Скадовский, 1941; Скопицев, 1949, 1950; Титов, 1947; Шабарова, 1950 и др.). Однако опубликованных работ по органическому веществу в водохранилищах, в частности в их донных отложениях, почти нет.

В этой работе приводятся данные о количестве органического вещества в донных отложениях водохранилищ и распределении его по площади в зависимости от гидрологического режима и других условий осаждения осадков (глубины, удаленности от берега, удаленности от плотины и т. д.).

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Описание водохранилищ, выбранных для исследования, и характеристика донных отложений, их механический и минералогический состав приведены в предыдущей статье (Старикова, 1959).

Пробы для исследования органического вещества собирались на одних и тех же станциях по всей площади водохранилищ в августе — сентябре 1951 и 1952 гг. (рис. 1).

Донные отложения в исследованных водохранилищах существенно отличаются от иловых отложений озер. В последних толщина слоя илов достигает нескольких десятков метров, а в первых не бывает больше 25 см; весьма небольшой слой отложения лежит на плотных подстилающих почвах.

Эти два обстоятельства требуют особенно тщательного выбора прибора для взятия донных отложений. Он должен сохранить небольшой слой отложений и обладать достаточным весом, чтобы пробить плотный слой подстилающих почв.

Приборы, применяемые для получения мягких озерных илов: стратометры Карзинкина, Перфильева, поршневой бур Сукачева, дночерпатель Кордэ, желонка Алабышева (Кордэ, 1953; Кузнецов, 1952), для водо-

хранилищ непригодны; я пользовалась стратометром Учинской станции Мосводопровода, сконструированным специально для взятия проб донных отложений водохранилищ. Хотя полученные этим прибором колонки грунта не превышали в длину 25 см, они не только охватывали весь слой осадков, но и значительную толщину подстилающих почв.

Первые же полученные колонки грунта позволили четко отделить слой собственно донных отложений от подстилающей их почвы, состоящей из верхнего и нижнего слоев (соответственно средний и нижний слой колонки).

Толщина илистого полужидкого слоя донных отложений колеблется от 0,5 до 10 см, редко больше. Наиболее часто встречающаяся их окраска — коричнево-бурая, с различными темными или светлыми оттенками. Эти рыхлые отложения легко взмучиваются и при взбалтывании могут быть вымыты водой через верхний конец трубки стратометра.

Верхний слой подстилающей почвы более плотен, чем донные отложения, и при взбалтывании не вымывается с водой из трубки стратометра. Цвет его соответствует типу почвы: если это суглинок, то цвет желтоватый, торф — черный, подзол — серый.

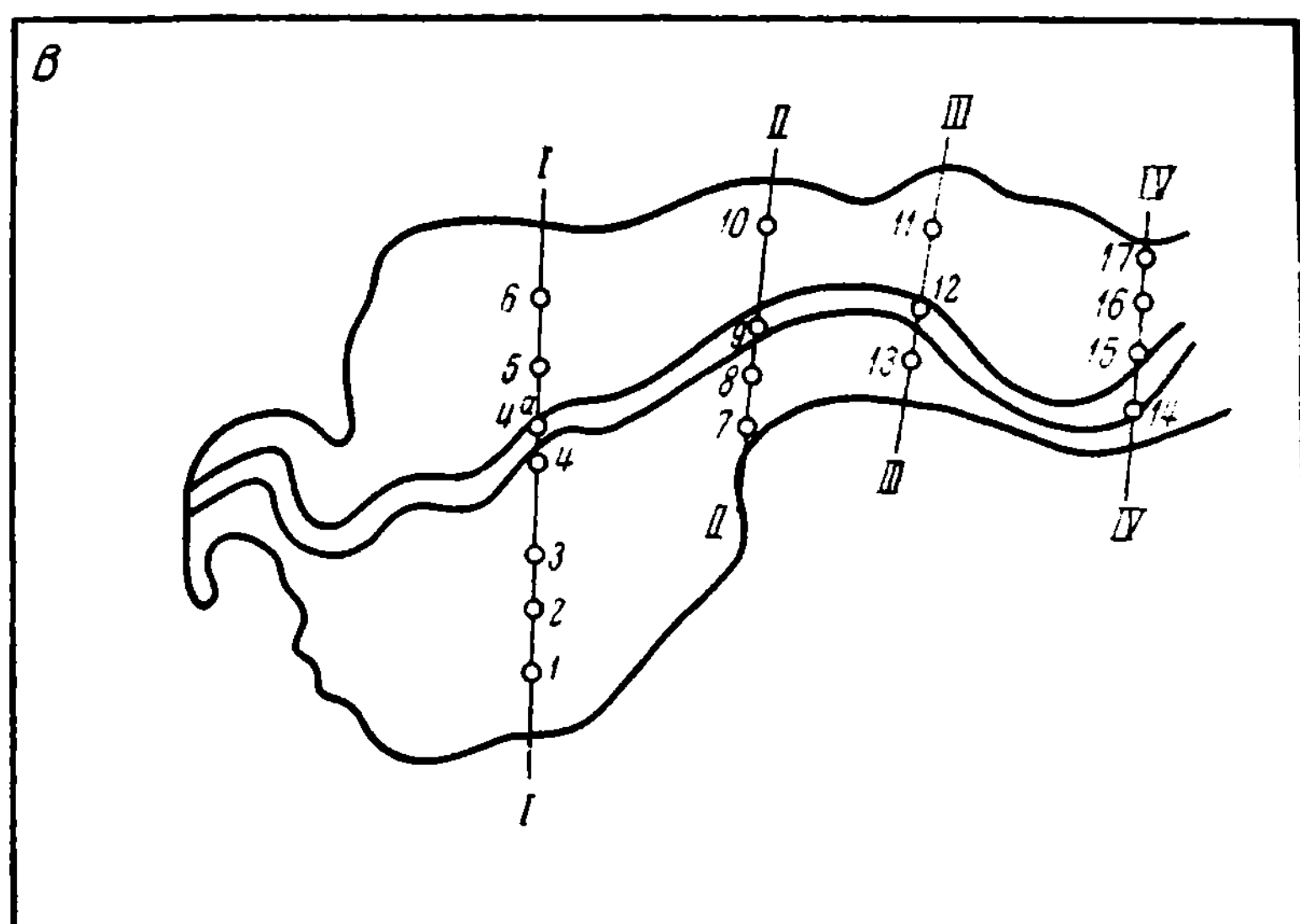
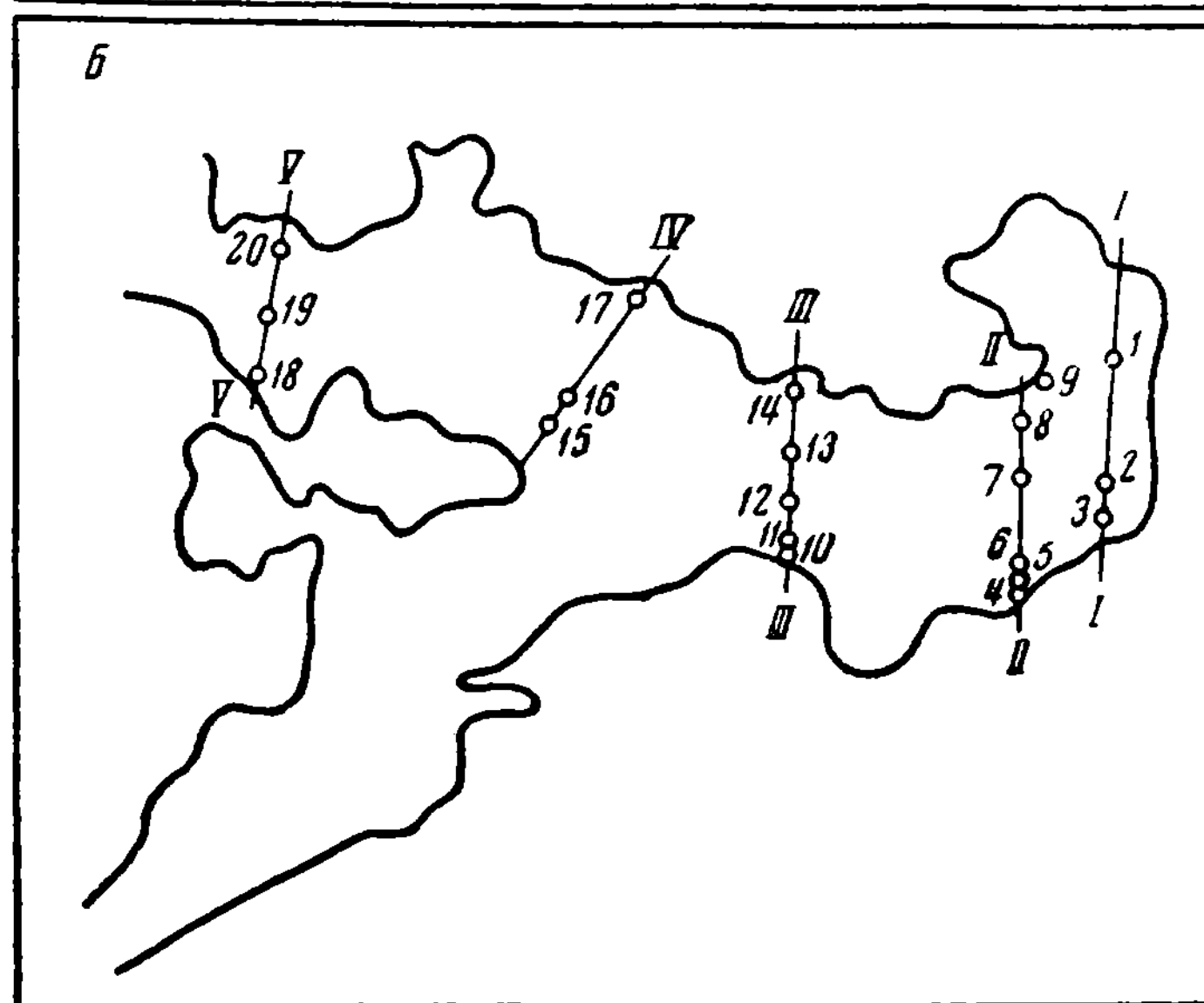
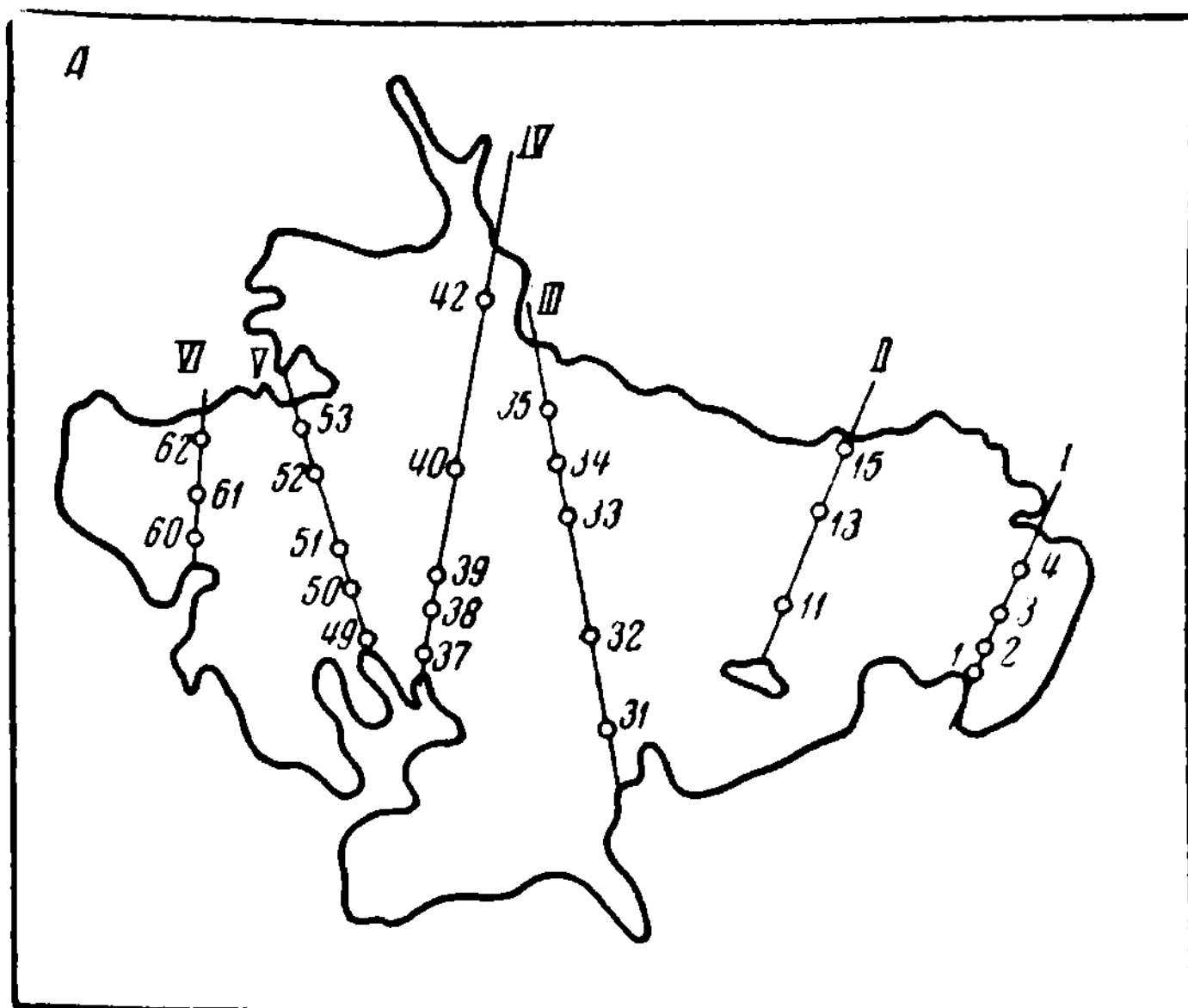


Рис. 1. Схемы расположения станций в водохранилищах: А — Учинском (1951 г.); Б — Пловском (1952 г.); В — Яхромском (1951 г.) Римские цифры — номера разрезов; арабские — номера станций



Следующий слой представляет почти неизменную водой сухую почву, в основном суглинок или подзол, в некоторых случаях — торф.

При дальнейших исследованиях слои, на которые визуальнo делили колонки, отличались один от другого по химическим показателям (по количеству азота и углерода) и влажности. При извлечении пробы из стратометра колонку разделяли, соответственно слоям, на три части. При этом промежуточные части между отдельными слоями отбрасывали и собирали только грунты, полноценно представлявшие данный слой. На одной станции брали от 3 до 5 колонок. Полученные образцы грунта помещали в банки, закрывали пробкой, этикетировали и доставляли в лабораторию. Немедленно после доставки в лабораторию образцы грунта сушили при комнатной температуре и доводили до воздушно-сухого состояния, часть же образца помещали в пробирку и консервировали 4%-ным раствором формалина для биологического анализа.

### МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОДОХРАНИЛИЩ

В литературе, посвященной определению органического вещества в илах пресноводных водоемов, за органическое вещество принято принимать потерю при прокаливании (Гильзен, 1905; Дексбах, 1925; Кудрявцев, 1950, и др.) и лишь в очень немногих работах органическое вещество определяют окислением его до  $\text{CO}_2$  хромовой смесью. Ошибки при определении первым способом происходят главным образом за счет потери различных форм воды: кристаллизационной, конституционной и адсорбированной. И. В. Тюрин (1937) указывает, что в почвах потеря химически связанной воды водными силикатами достигает 8,0%. Если органического вещества много (например, в озерных илах), то вышеупомянутые ошибки не имеют большого значения, но если его мало и много глинистого материала (например, в донных отложениях водохранилищ), то эти ошибки весьма существенны и количество органического вещества будет гораздо больше, чем в действительности.

Проведенное мною сравнение обоих способов определения органического вещества показало непригодность применения метода прокаливании (табл. 1) для определения органического вещества в осадках водохранилищ. Об этом же говорит и сравнение с методом Густавсона (Гильзен, 1905).

Органическое вещество донных отложений исследованных водохранилищ изучали по двум показателям: органическому углероду ( $\text{C}_{\text{орг}}$ ) и общему азоту ( $\text{N}_{\text{общ}}$ ).  $\text{C}_{\text{орг}}$  определялся объемным хромовым методом Тюрина, очень удобным ввиду простоты методики и массовости определений (Аринushкина, 1949; Тюрин, 1931, 1936).

Некоторые авторы указывают, что при сравнении двух методов определения  $\text{C}_{\text{орг}}$  — по методу Прегля и объемному хромовому — последний может давать большую ошибку, достигающую 7%. П. Г. Грабаров (1938) отмечает, что преувеличенные данные по методу Тюрина получаются за счет хлоридов, азотистых солей, закиси железа, сернистых металлов и других. В засоленных почвах большое значение имеют хлориды, так как остальные соли находятся в незначительном количестве. И. А. Юркевич (1950), усовершенствуя объемный хромовый метод Тюрина за счет увеличения окисляющего реагента — хромового ангидрида — от 0,3 N до 0,8 N, получил данные, сходные с данными, полученными по методу Кюпа.

Не имея возможности определить опытным путем влияние всех факторов (наличие хлоридов, нитратов, закиси железа и др.) на точность

Т а б л и ц а 1

*Количество органического вещества донных отложений водохранилищ, потерянное при прокаливании и полученное при умножении органического углерода ( $C_{орг}$ ) на 1,724 \* (в % к абсолютно сухому веществу)*

Водохранилище	Органическое вещество	
	потеря при прокаливании	$C_{орг} \times 1,724$
Учинское	14,38	9,25
	14,75	5,31
	11,78	4,83
Пяловское	10,46	5,20
	11,52	4,24
	9,76	4,04
	11,11	4,06
Яхромское	11,25	4,10
	6,80	2,90
	16,50	10,17
	12,15	6,15
	9,74	3,70
	8,74	5,23

\* Коэффициент, принятый в почвоведении (Тюрин, 1936).

определения  $C_{орг}$  по методу Тюрин, мною было проведено сравнение его с методом Кнопа на осадках из водохранилищ.

Определение углерода донных отложений по методу Кнопа проводили так же, как определение  $C_{орг}$  в морских осадках (Пономарев, 1951; Фотиев и Остроумов, 1952) (табл. 2).

Определение органического углерода донных отложений, проведенное двумя методами, показало вполне достаточную точность и надежность определения его по методу Тюрин. Поэтому в дальнейшем, учитывая простоту методики и возможность массового определения углерода, все анализы в основном проведены по методу Тюрин. Следует отметить, что при тщательно перемешанной пробе и осторожном кипячении расхождение при титровании параллельных проб было весьма незначительно.

В процессе обработки проб для проверки точности определений по методу Тюрин через 10—12 анализов производили определение углерода по Кнопу. Все определения  $C_{орг}$  по методу Тюрин производились в двух параллельных пробах, из которых брали среднее значение.

Определение общего азота было произведено по методу Кьельдаля (Аринюшкина, 1949).

Всего исследована 171 проба грунтов водохранилищ, выполнено 171 определение органического углерода и столько же определений азота. Все определения производили в параллельных пробах. Количество  $C_{орг}$  и  $N_{общ}$  по исследованиям, проведенным в 1952 г., оказалось близким к данным, полученным в 1951 г. Поэтому ниже приводятся результаты определений только для одного года наблюдений.

Т а б л и ц а 2

*Определение органического углерода по методам Тюрина и Кнопа*

Номер разреза и станции	Глубина, м	Толщина слоя, см	Визуальная характеристика	Количество угле- рода, в % на аб- солютно сухое вещество	
				по Тюрину	по Кнопу
Пяловское водохранилище					
Разрез II, ст. 3, донные отложения . . . . .	4,5	0—4	Ил желтовато-коричне- вый . . . . .	2,85	2,91
Разрез II, ст. 3, верхний слой . . . . .	4,5	4—7	Серый твердый грунт	1,77	1,94
Разрез I, ст. 1, донные отложения . . . . .	8,5	0,8	Ил желтовато-коричне- вый . . . . .	2,14	2,34
Разрез I, ст. 2 . . . . .	12,0	0—15	Ил буро-коричневый . .	3,25	3,05
» III, ст. 4 . . . . .	6,0	0,2	Ил желтовато-коричне- вый . . . . .	2,36	2,58
» V, ст. 1 . . . . .	0,5	0—1	Ил коричневый, бурый с остатками листьев	2,64	2,73
» V, ст. 2 . . . . .	9,0	2—5	Ил желтовато-коричне- вый . . . . .	3,20	3,06
Учинское водохранилище					
Разрез I, ст. 2, дон- ные отложения . . . .	14,0	0—6	Ил коричневатого-бурый	3,23	3,16
Разрез I, ст. 4, донные отложения . . . . .	7,0	0—1	То же . . . . .	2,87	2,80
Разрез II, ст. 2, донные отложения . . . . .	1,5	0—9	» » . . . . .	5,30	5,35
Разрез IV, ст. 1, донные отложения . . . . .	3,0	0—0,3	Ил желтовато-бурый . .	1,89	1,94
Разрез III, ст. 3, дон- ные отложения . . . .	14,0	0—2	Ил коричневатого-бурый	3,18	3,14
Яхромское водохранилище					
Разрез I, ст. 1, донные отложения . . . . .	0,8	0—6	Ил серый с черной про- слойкой . . . . .	13,00	13,10
Разрез I, ст. 1, верхний слой почвы . . . . .		6—11	Ил черный, консистен- ции сметаны . . . . .	13,80	13,90
Разрез III, ст. 2, дон- ные отложения . . . .	1,2	0—2	Ил желтовато-коричне- вый . . . . .	3,14	3,03
Разрез III, ст. 2, верх- ний слой почвы . . . .	1,2	2—5	Подзол серый с остат- ками ракушки и расте- ний . . . . .	2,86	2,46
Разрез IV, ст. 15, дон- ные отложения . . . .	1,6	0—3	Ил желто-коричневый, мягкий . . . . .	2,40	2,26

При рассмотрении табл. 2 обращает на себя внимание небольшое количество органического вещества в донных отложениях, что особенно заметно при сравнении с некоторыми подмосковными пресноводными озерами. Для сравнения привлечены 10 озер, наиболее близких по своему географическому положению к исследованным водохранилищам. Опубликованные данные анализов по этим озерам имеются только для проб, взятых с наиболее глубоких мест водоемов. Для соблюдения одинаковых условий по Учинскому и Пяловскому водохранилищам мною приведены данные

Т а б л и ц а 3

Количество  $C_{орг}$ ,  $N_{общ}$  и органического вещества в донных отложениях  
водохранилищ (в % на абсолютно сухую навеску)

Номер разре- за и станции	Грунт	Глубина, м	Количество проб	$N_{общ}$	$C_{орг}$	Органи- ческое ве- щество	C/N
						$C_{орг} \times$ $\times 1,724$	

## Учинское водохранилище, 1952 г.

Разрез I							
Ст. 1	Ил коричнево-бурый . .	4,0	2	0,18	2,13	3,70	11,8
» 4	» » желтый . . . .	15,0	2	0,32	3,23	5,56	10,0
» 5	» » бурый . . . .	11,0	2	—	2,98	5,15	—
» 6	» » » . . . . .	6,8	2	0,27	2,85	4,83	10,3
Разрез II							
Ст. 1	Ил желто-коричневый	10,0	1	0,22	2,28	3,93	10,3
» 2	» коричнево-бурый .	15,0	2	0,48	5,30 (34)*	9,25	11,1
» 3	» » »	6,0	2	0,19	2,20	3,00	11,6
Разрез III							
Ст. 5	» » желтый .	7,0	3	0,18	1,76	3,00	9,8
» 6	» » бурый . .	12,0	2	0,34	4,43	7,65	13,0
» 8	» » »	5,0	4	0,15	1,59	2,74	10,6
Разрез IV							
Ст. 1	Ил желто-бурый . .	3,0	3	0,17	1,98 (94)*	3,34	11,4
» 2	» коричнево-бурый .	11,0	3	0,25	3,00	5,15	12,0
» 3	Ил коричнево-бурый . .	14,0	2	0,30	3,18 (14)*	5,41	10,4
					3,14*		
» 4	» черный . . . . .	14,0	2	0,25	3,18	5,50	12,7

## Яхромское водохранилище, 1951 г.

Разрез I							
Ст. 1	Ил серый с черной про- слойкой . . . . .	0,80	2	0,81	13,0	22,60	16,2
» 2	Ил коричневатого-желтый	1,0	3	0,27	3,42	5,93	12,7
» 3	» коричневый . . . . .	2,0	3	0,48	5,90	10,17	12,4
» 4	» коричневатого-желтый	3,0	1	0,22	2,37	4,08	10,8
» 5	» желто-бурый . . . .	1,60	2	0,22	2,30	3,98	10,4
» 6	» серый . . . . .	1,20	4	0,20	2,15	3,70	10,5
Разрез II							
Ст. 7	Ил темно-коричневый	1,20	5	0,58	6,55	11,29	11,30
» 8	» желтовато-коричне- вый . . . . .	1,70	4	0,35	3,56	6,15	10,10
» 9	Ил серый с примесью песка . . . . .	4,50	2	0,16	2,38	4,10	14,9
» 10	Ил коричневый . . . . .	1,30	3	0,23	2,49	4,29	10,8
Разрез III							
Ст. 11	Ил желто-коричневый	1,20	3	0,27	3,03	5,23	11,3
» 12	Иловатый песок . . . .	4,80	1	0,23	2,50	4,31	10,8
» 13	Ил серый . . . . .	2,20	1	0,16	1,68	2,90	10,5

\* Определено по Кюпу.



Т а б л и ц а 3 (продолжение)

Номер разреза и станции	Грунт	Глубина, м	Количество проб	N <sub>общ</sub>	C <sub>орг</sub>	Органи- ческое ве- щество	C / N
						C <sub>орг</sub> × ×1,724	
Разрез IV							
Ст. 14	Ил черный с примесью песка . . . . .	4,70	2	0,15	2,42	4,17	16,1
» 15	Ил желто-коричневый	1,60	3	0,18	2,26	3,90	12,6
» 16	Ил буро-желтый, грубый	0,90	4	0,34	4,31	7,47	12,8
» 17	»       »       »       »	0,80	4	0,35	4,0	6,90	11,4
Разрез II							
Ст. 7	Ил темно-коричневый	1,20	5	0,58	6,55	11,29	11,30
» 8	Ил желтовато-коричне- вый . . . . .	1,70	4	0,35	3,56	6,15	10,10
» 9	Ил серый с примесью песка . . . . .	4,50	2	0,16	2,38	4,10	14,9
» 10	Ил коричневый . . . . .	1,30	3	0,23	2,49	4,29	10,8
Разрез III							
Ст. 11	Ил желто-коричневый	1,20	3	0,27	3,03	5,23	11,3
» 12	Иловатый песок . . . .	4,80	1	0,23	2,50	4,31	10,8
» 13	Ил серый . . . . .	2,20	1	0,16	1,68	2,90	10,5
Разрез IV							
Ст. 14	Ил черный с примесью песка . . . . .	4,70	2	0,15	2,42	4,17	16,1
» 15	Ил желто-коричневый	1,60	3	0,18	2,26	3,90	12,6
» 16	» буро-желтый, гру- бый . . . . .	0,90	4	0,34	4,31	7,47	12,8
Пяловское водохранилище, 1952 г.							
Разрез I							
Ст. 1	Ил черный, верхняя пленка коричневато- желтая . . . . .	8,5	2	0,25	2,34	4,04	9,3
» 2	То же	12,0	3	0,31	3,10	5,34	10,0
» 3	»	9,0	2	0,25	2,56	4,41	10,0
Разрез II							
Ст. 6	Ил желто-бурый . . . .	9,0	2	0,22	2,45	4,24	11,1
» 7	» темно-серый . . . .	7,5	3	0,25	2,68	4,61	10,7
» 8	» коричневый . . . . .	2,0	5	0,19	2,00	3,45	10,5
» 9	» желто-бурый ком- коватого строения . .	0,80	4	0,20	2,36	4,07	11,8
» 11	Ил желто-коричневый	7,20	3	0,24	2,87	4,95	11,9
» 12	»       »       черный . . .	9,0	2	0,26	3,08	5,30	11,8
» 13	»       »       коричневый	6,0	4	0,20	2,58	4,45	12,9
» 14	»       »       черный . . .	3,0	4	0,17	1,87	3,21	11,7
Разрез IV							
Ст. 15	Ил коричнево-серый	7,0	3	0,19	2,00	3,45	10,5

Таблица 3 (окончание)

Номер разреза и станции	Грунт	Глубина, м	Количество проб	N <sub>общ</sub>	C <sub>орг</sub>	Органическое вещество	C/N
						C <sub>орг</sub> / ×1,724	
Ст. 16	Ил коричнево-бурый с примесью песка . . .	8,0	2	0,29	3,00	5,20	10,4
» 17	Ил желто-серый . . .	4,0	3	0,17	1,98	3,44	11,7
Разрез V							
Ст. 18	Ил буро-желтый с остатками листьев . . .	0,5	2	0,25	2,73	4,71	10,9
» 19	Ил буро-желтый . . .	9,0	3	0,30	3,06	5,30	10,2
» 20	» серый . . . . .	2,0	3	0,20	2,28	3,93	11,4

анализов проб, взятых также с глубоководных станций. По Яхромскому водохранилищу приведены результаты анализов проб, взятых с участков, где наблюдалось повышенное количество органического вещества. Рассматривая табл. 4, можно видеть, что количество C<sub>орг</sub> в донных отложениях водохранилищ почти в 12 раз меньше, чем в илах озер.

Таблица 4

Количество C<sub>орг</sub> и N<sub>общ</sub> в озерных отложениях (по Кузнецову, Сперанской и Коншиной, 1939) и отложениях исследованных водохранилищ (в % к абсолютно сухой навеске)

Озеро	Глубина, м	Толщина слоя ила, см	N <sub>общ</sub>	C <sub>орг</sub>	Водохранилище	Глубина, м	Толщина слоя ила, см	N <sub>общ</sub>	C <sub>орг</sub>
Белое . . . . .	10,0	0—15	2,69	24,50	Учинское	16,0	—	0,32	2,28
Бисерово . . . . .	2,5	0—15	3,41	31,40		15,0	0—9	0,49	5,30
Глубокое . . . . .	30,0	0—5	1,06	11,83		14,0	0—2	0,30	3,14
Дилево . . . . .	1,5	0—15	4,23	49,7	Пяловское	12,0	0—15	0,31	3,05
Круглое . . . . .	2,5	0—15	1,14	10,62		9,0	0—10	0,22	2,45
Мазуринское . . . . .	1,0	0—15	1,85	55,40		9,0	0—5	0,30	3,06
Медвежье большое . . .	4,75	0—20	2,72	22,92	Яхромское	2,0	0—3	0,48	5,90
Медвежье малое . . . .	8,0	0—20	3,03	29,80		1,7	0—1	0,34	3,56
Святое . . . . .	3,0	0—15	3,81	46,60		1,2	0—0,5	0,58	6,55
Черное . . . . .	4,5	0—15	2,74	29,30					

Как видно из работ Л. С. Калитаевой (1938), С. М. Драчева (1951) и Д. Д. Кудрявцева (1950), количество органического вещества донных отложений Днепровского, Рыбинского и Клязьминского водохранилищ очень близко к полученным данным.

## УСЛОВИЯ НАКОПЛЕНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

Во всех трех исследованных водохранилищах образование органического вещества происходит главным образом автохтонным путем: основными его продуцентами являются высшая водная растительность и планктон.

В конце второго года заполнения Учинского водохранилища в нем насчитывалось 36 видов высшей водной растительности. В Пяловском водохранилище в первый год его существования вдоль левого берега широкой (местами до 10 м) полосой разрослась элодея. В период моей работы отмечалось сильное зарастание залива Стрелкова. В Яхромском водохранилище весь верхний плес, частично средний и нижний, были покрыты высшей водной растительностью.

В рассматриваемом мною вопросе накопления органического вещества донных отложений важно отметить, что частые и сильные волнения удерживают органическое вещество в состоянии взвеси, а это усиливает минерализацию его в толще воды, на что указывает биологический анализ 20 проб отложений<sup>1</sup>.

В пробах донных отложений, взятых вскоре после периода «цветения» водоема, были встречены единичные экземпляры всего лишь нескольких видов планктонных диатомовых водорослей, вызывающих «цветение». Основная масса их успевала разложиться, по-видимому, в толще воды. Большинство диатомовых было найдено без хроматофоров, что также указывает на усиленную минерализацию органического вещества. В редких случаях встречались остальные группы водорослей, причем большей частью в виде спор или живых донных водорослей. Основная масса органического вещества состояла из побуревших мелко перетертых частиц отмерших тканей высших растений, потерявших свою клеточную структуру в результате далеко зашедшего разложения. Эта бурая масса распадалась на округлые плотные или рыхлые бесформенные комочки.

В результате действия всех видов движений воды, возникающих в водохранилище, в той или иной степени распределяются по вертикали равномернее температура,  $O_2$ ,  $CO_2$  и др. Процессы минерализации отложившегося на дно органического вещества ускоряются при наличии достаточного количества кислорода в придонных слоях воды, прогреваания их, а вместе с ними и донных отложений.

Наиболее важным фактором, влияющим на уменьшение концентрации органического вещества в донных отложениях водохранилищ, является сильное разбавление его минеральным веществом, образующимся при бурно идущих процессах размывания берега и дна мелководий или, например в Яхромском водохранилище, поступающим с большой водосборной площади реки. Все три исследованных водохранилища, различаясь по источникам водного питания и поступления осадочного материала, характеризуются большим перевесом минеральной части осадка над органической (табл. 4). И если в водохранилищах это отношение колеблется от 10 до 24,5, то в озерных отложениях оно равно 1,1—2,6 (Россолимо, 1937, 1949).

На основании полученных данных о количестве  $C_{орг}$  и  $N_{общ}$  мною составлены схемы распределения органического вещества по площади водохранилищ. Рассматривая эти схемы, нетрудно заметить их сходство и выявить общие закономерности в распределении органического углерода и азота в осадках водохранилищ.

<sup>1</sup> Эта работа была произведена научным сотрудником Учинской лаборатории И. В. Потоцкой, за что я приношу свою благодарность.

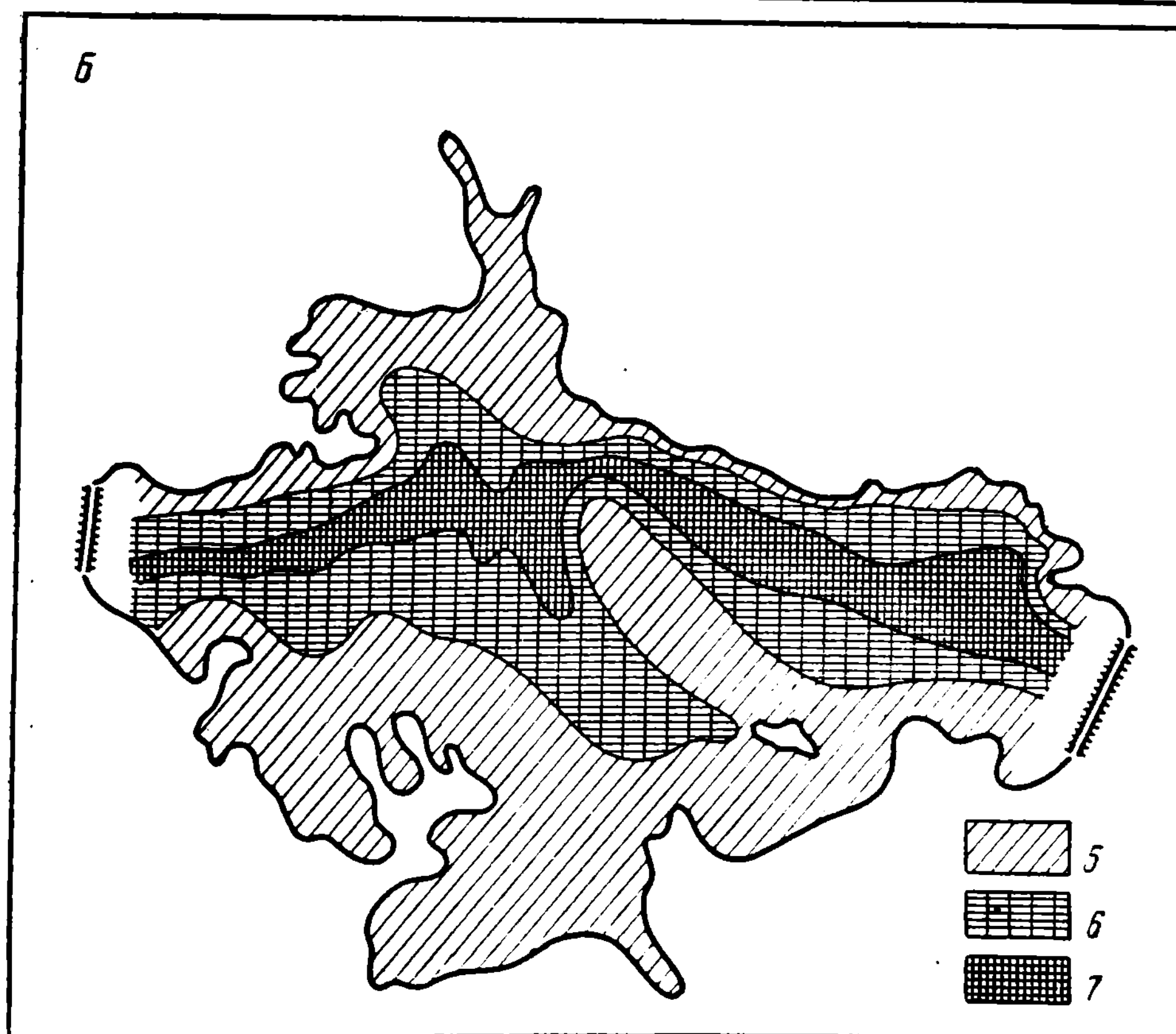
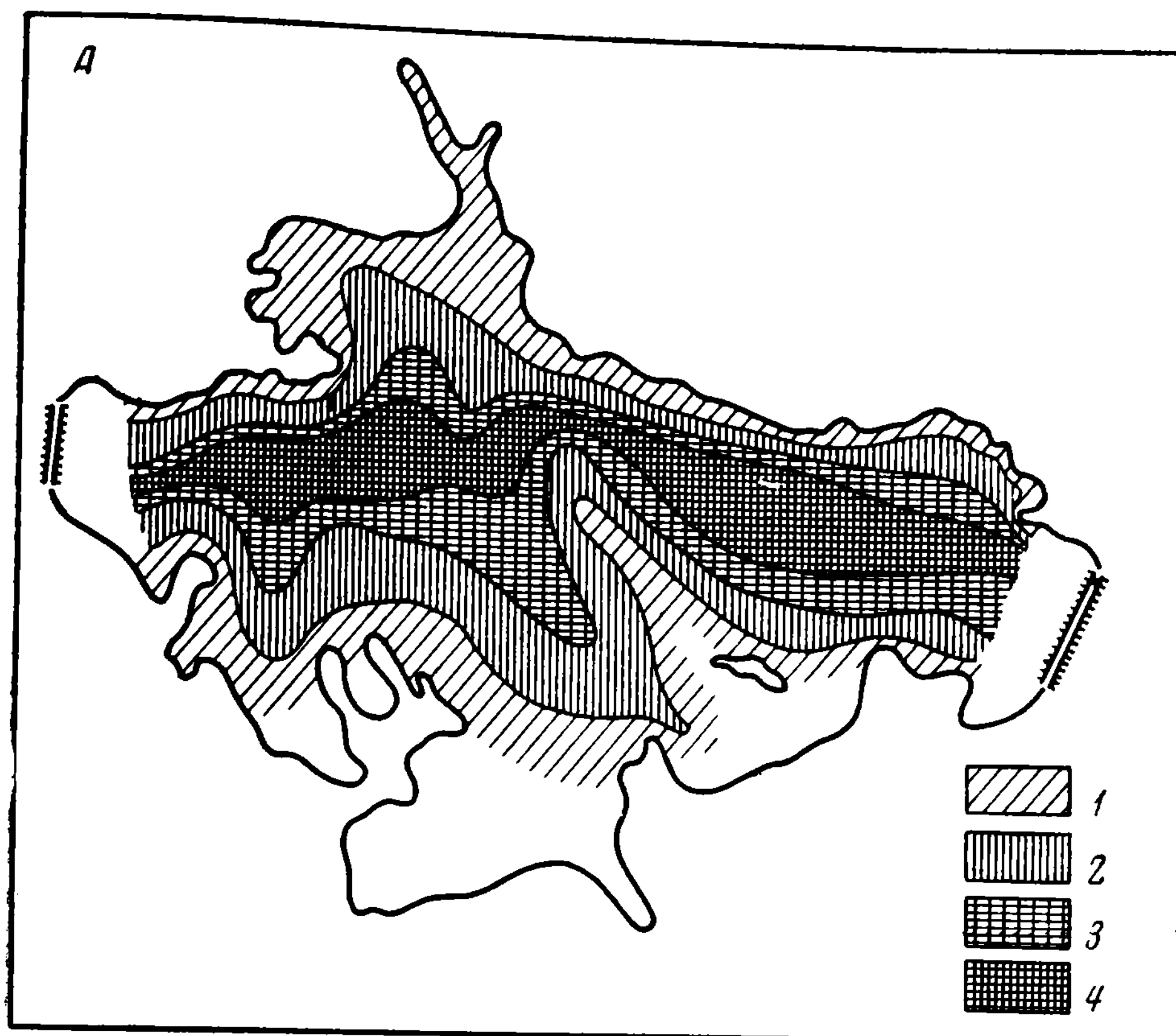


Рис. 2. Схемы распределения  $C_{\text{орг}}$  (А) и  $N_{\text{общ}}$  (Б) в донных отложениях Учинского водохранилища (в % от абсолютно сухого вещества)  
 1 —  $<2,0$ ; 2 —  $2,0 - 3,0$ ; 3 —  $3,0 - 4,0$ ; 4 —  $> 4,0$ ; 5 —  $<0,2$ ; 6 —  $0,2 - 0,3$ ; 7 —  $>0,3$



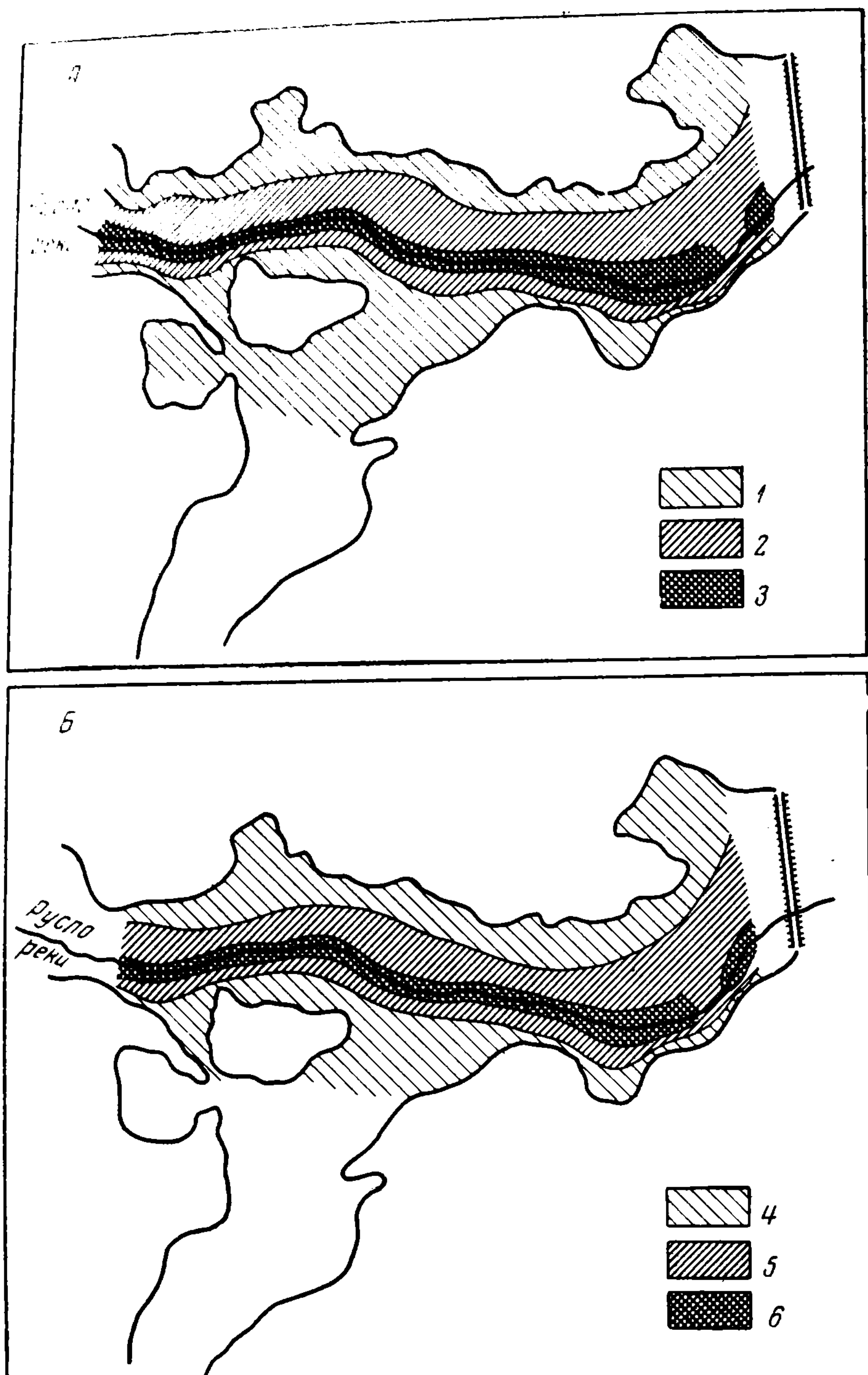


Рис. 3. Схемы распределения  $C_{org}$  (А) и  $N_{общ}$  (Б) в донных отложениях Пяловского водохранилища (в % от абсолютно сухого вещества)

1 —  $<2,0$ ; 2 —  $2,0-3,0$ ; 3 —  $>3,0$ ; 4 —  $<0,2$ ; 5 —  $0,2-0,3$ ; 6 —  $>0,3$

В Учинском водохранилище наибольшее количество  $C_{org}$  наблюдается в осадках центральной глубоководной части водоема, а наименьшее — в осадках мелководных мест, которые широкой полосой охватывают пространство вдоль всего берега (рис. 2, А). Такой же закономерности подчиняется и распределение азота (рис. 2, Б). Таким образом, распределение органического вещества в Учинском водохранилище находится в полном соответствии с распределением осадков: чем глубже, тем больше слой осадков и тем больше количество органического вещества.

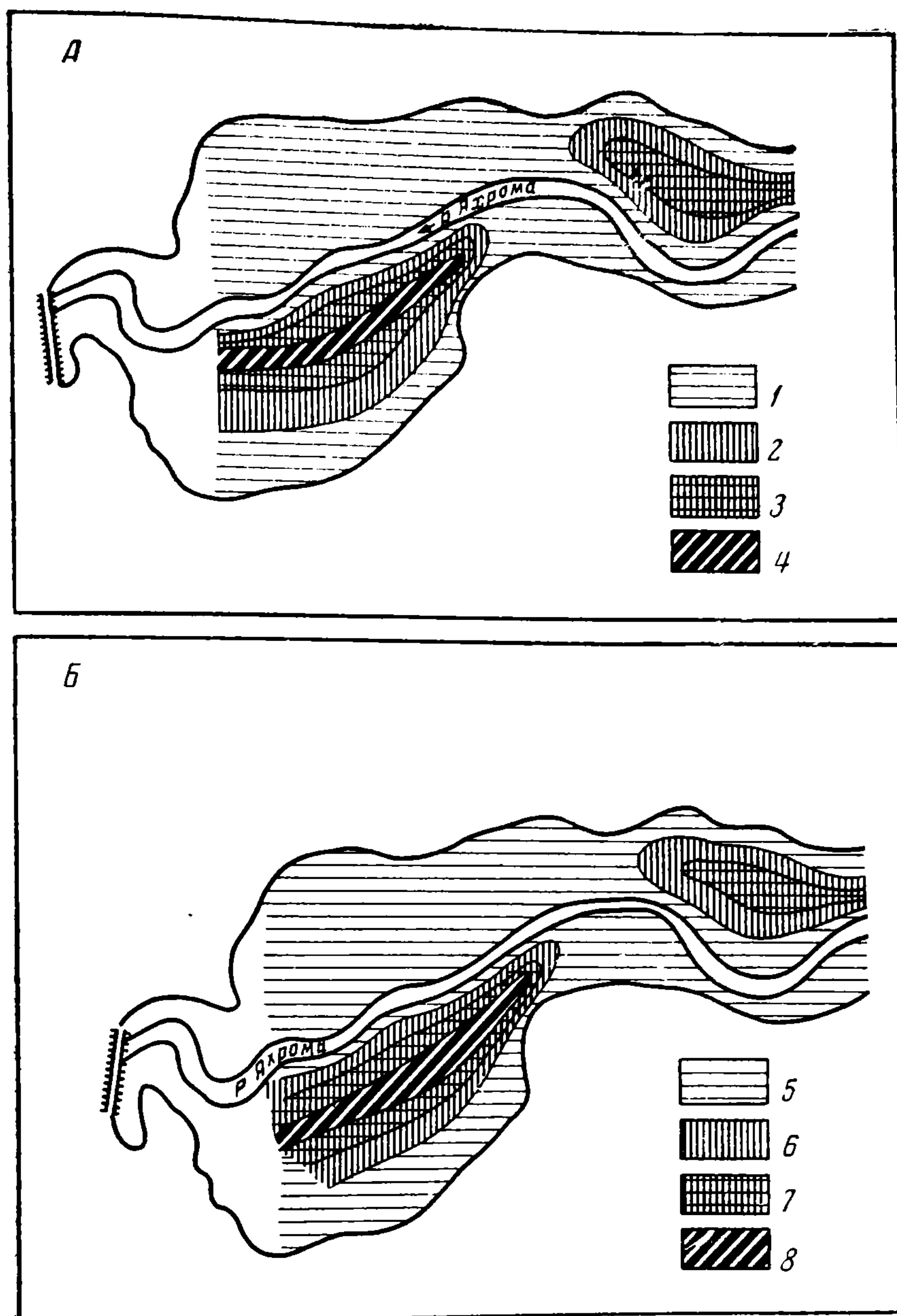


Рис. 4. Схемы распределения  $C_{org}$  (А) и  $N_{общ}$  (Б) в донных отложениях Яхромского водохранилища (% от абсолютно сухого вещества)

1 — 2,0—3,0; 2—3,0—4,0; 3 — 4,0—5,0; 4 — >5,0; 5 — до 0,2; 6 — 0,2—0,3;  
7 — 0,3—0,4; 8 — >0,4

В Пяловском водохранилище наблюдается в общем та же картина, однако имеются и свои особенности. Так, у плотины, в наиболее глубоком месте второго разреза, наблюдалось уменьшение количества органического вещества (рис. 3).

При изучении рельефа дна водоема этот факт легко находит свое объяснение. Берега Пяловского водохранилища низкие, абразия их происходит в небольших размерах. Берег в районе второго разреза подвержен сильной абразии. Как видно на схеме, русло реки близко подходит к крутому берегу, сильно размывая его. Продукты абразии отлагаются здесь же, в глубоком месте, сильно разбавляют органическое вещество и тем уменьшают его концентрацию.

Схемы распределения  $N_{\text{общ}}$  и  $C_{\text{орг}}$  в Яхромском водохранилище (рис. 4) также сходны между собой, но совершенно отличны от схем, полученных для двух предыдущих водоемов. В Яхромском водохранилище отсутствует прямая зависимость между количеством органического вещества и глубиной водоема. Более того, в наиболее глубокой части этого водоема — в русле р. Яхромы — наблюдается уменьшенное количество органического вещества.

Рассматривая схемы распределения  $N_{\text{общ}}$  и  $C_{\text{орг}}$  по площади водохранилища, можно увидеть два участка с большим количеством органического вещества: в среднем плесе водоема около правого берега и в нижнем плесе, между левым берегом и руслом реки.

Увеличенное количество органического вещества на первом участке связано с сильной его зарастаемостью и положением русла реки. Густая стена тростника и камыша отгородила как барьером эту часть водохранилища, и только русло реки было свободно от них. Таким образом, создавался как бы своеобразный отстойник для органического вещества. Кроме того, растительность, сама по себе являющаяся источником накопления органического вещества донных отложений, задерживает поступающие наносы с верхнего плеса. Русло реки резко отклонено и прижимается к левому берегу, течение, возникающее в нем при частых спусках воды из водохранилища, мало затрагивает рассматриваемый участок и в очень небольшой степени уносит осадок и органическое вещество, отлагающееся здесь.

Второй участок защищен с трех сторон берегом, покрытым лесом, и удален от русла реки, так что течения, возникающие в русле при спусках воды, также мало затрагивают и донные отложения, и органическое вещество, осевшие на этом месте. Таким образом, здесь создается как бы зона седиментации для легких частичек органического вещества и осадка.

Почти весь участок дна, прилегающий к правому берегу водохранилища от третьего разреза до первого, покрыт тонким слоем донных отложений с небольшим количеством органического вещества. Это вполне согласуется с пологим, постепенно снижающимся к руслу дном, небольшими глубинами и незащищенностью участка от ветра.

Толщина слоя донных отложений в русле реки наибольшая, но количество  $C_{\text{орг}}$  невелико. Причина этого становится понятной, если учесть, что река Яхрома приносит много твердого минерального материала, который уменьшает концентрацию органического вещества в ее русле. Кроме того, частые и быстрые сбросы воды из водохранилища и возникающие при этом течения в русле реки сносят легкие органические частицы в нижний бьеф водохранилища, тем самым обедняя осадки русла органическим веществом.

Рассматривая причины, влияющие на распределение органического вещества по площади водохранилищ, следует отметить, что основными из них являются гидродинамические факторы и рельеф дна. В связи с наличием обширных водных пространств в водохранилищах ветровые течения и обусловливаемое ими перемешивание имеют большое значение в распределении и перераспределении органического вещества. Ветровые волнения и течения воды, возникающие при снижении уровня воды, сносят с мелководий вместе с тонкой фракцией осадков органическое вещество и седиментируют его в глубоких, более спокойных местах водохранилищ, т. е. в основе распределения органического вещества в донных отложениях водохранилищ лежит механическая седиментация.

## ВЫВОДЫ

1. Определение органического вещества донных отложений водохранилищ как потери при прокаливании дает завышенные результаты. Более правильное представление о количестве органического вещества дает определение органического углерода.

2. Определение органического углерода донных отложений водохранилищ объемным методом по Тюрину и весовым методом по Кнопу показало сходные результаты. Это позволяет определять органическое вещество по методу Тюрина, более быстрому и весьма несложному по технике определения и аппаратуре, сравнительно с методом Кнопа.

3. Количество  $C_{орг}$  и  $N_{общ}$  в донных отложениях по наблюдениям, проведенным в 1951 и 1952 гг., очень мало различается по водохранилищам. Так, среднее количество  $C_{орг}$  в Учинском водохранилище равно 2,70%, в Пяловском — 2,56%, в Яхромском — 2,97% к абсолютно сухому веществу, а среднее количество  $N_{общ}$  соответственно равно 0,24%, 0,22% и 0,28%.

4. Величина отношения органического углерода к общему азоту (C/N) колеблется от 8,4 до 16,2 и в большинстве случаев равна 11,0. Следовательно, источником накопления органического вещества в исследованных донных отложениях является высшая водная растительность.

5. Наибольшее количество  $C_{орг}$  и  $N_{общ}$  в Учинском и Пяловском водохранилищах приурочено к их центральным глубоководным частям, наименьшее — к мелководным участкам, которые широкой полосой тянутся вдоль всех берегов этих водоемов. В Яхромском водохранилище увеличения количества  $C_{орг}$  и  $N_{общ}$  с глубиной водоема не наблюдается. Два участка большого количества обоих элементов находятся на тех местах Яхромского водохранилища, где ослаблено действие гидродинамических факторов.

6. Донные отложения исследованных водохранилищ характеризуются небольшим количеством органического вещества по сравнению с илами подмосковных озер: в среднем 5% против 60%.

Это обусловлено в первую очередь большим разбавлением органического вещества минеральной частью осадка. Так, отношение минеральной части осадка к органической в донных отложениях водохранилищ колеблется от 10,0 до 25, а в озерах Глубоком и Белом оно равно 1,1—2,0. Другим фактором, уменьшающим количество органического вещества в донных отложениях, являются гидродинамические факторы, главным образом ветровые волнения и течения, возникающие при сработке уровня; они удерживают органическое вещество в состоянии взвеси, что способствует большой минерализации его в толще воды. Те же факторы, выравнивая в той или иной степени по вертикали количество кислорода и температуру, усиливают минерализацию органического вещества донных отложений.

7. Накопление и распределение органического вещества по площади водохранилищ согласуются с накоплением и распределением осадков. Наибольшее количество органического вещества и осадков в Учинском и Пяловском водохранилищах приурочено к глубоководной части водоемов. Прибрежную зону водохранилищ окаймляют широкой полосой осадки наименьшей толщины с наименьшим количеством органического вещества. В Яхромском водохранилище накопление органического вещества и осадков наблюдается на тех участках, где ослаблено действие гидродинамических факторов.



## ЛИТЕРАТУРА

- Арибушкина Е. В. 1949. Валовой химический анализ почв и грунтов. Изд-во МГУ.
- Винберг Г. Г. и Иванова А. И. 1932. К вопросу о балансе органического вещества. Сообщение II. — Труды лимнол. станции в Косине, вып. 22.
- Гальперн К. К. 1905. Материалы по исследованию грунта Ладожского озера. — Известия Русск. геогр. об-ва, т. X.
- Грабаров Н. Г. 1938. Влияние хлора на точность определения гумуса в почвах по методу Тюрина. — Химизация соц. земледелия, № 8.
- Дексбах Н. К. 1925. Дно, как среда и его обитатели. — Труды лимнол. станции в Косине, вып. 3.
- Драчев С. М. 1951. Клязьминское водохранилище как источник питьевого водоснабжения. — Труды АМН СССР.
- Капитасова Л. С. 1938. Донные отложения. — В сб.: «Днепровское водохранилище», т. I.
- Кастальская-Карзинкина М. А. 1937. Опыт применения метода учета живых и отмерших компонентов в изучении планктона Глубокого озера. — Труды лимнол. станции в Косине, вып. 21.
- Коншин В. Д. 1939. Формы азота в озерных иловых отложениях. — Труды лимнол. станции в Косине, вып. 22.
- Кордо Н. В. 1953. Методика биологического анализа донных отложений. — В сб.: «Методика изучения сапропелевых отложений», вып. 1.
- Кудрявцев Д. Д. 1950. Физико-химические свойства донных отложений волжского отрога Рыбинского водохранилища. — Труды биол. станции «Борок», т. I.
- Кузнецов С. П. 1952. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах. Москва.
- Кузнецов С. И., Сперанская Т. И. и Коншин В. Д. 1939. Состав органического вещества иловых отложений различных озер. — Труды лимнол. станции в Косине, вып. 22.
- Пономарев А. И. 1951. Методы химического анализа минералов и горных пород. Москва.
- Россолимо Л. Л. 1937. Материалы к познанию седиментации озерных отложений. — Труды лимнол. станции в Косине, вып. 21.
- Россолимо Л. Л. 1949. Седиментация отложений в Глубоком озере. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. I.
- Скадовский С. Н. 1941. Факторы накопления и преобразования органического вещества иловых отложений. — Труды лаборатории генезиса сапропелей, вып. 2.
- Скопинцев Б. А. 1949. О скорости разложения органического вещества. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. I.
- Скопинцев Б. А. 1950. Органическое вещество в природных водах. — Труды Гос. океанограф. ин-та, вып. 17 (29).
- Старикова Н. Д. 1959. Донные отложения Учинского, Пяловского и Яхромского водохранилищ канала им. Москвы. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. IX.
- Титов Е. М. 1947. К химической характеристике уральских сапропелей. — Доклады АН СССР, т. 56, № 7.
- Тюрин И. В. 1931. Новое видоизменение объемного метода определения гумуса с помощью хромовой кислоты. — Почвоведение, № 5—6.
- Тюрин И. В. 1936. Материалы по сравнительному изучению методов определения органического углерода в почвах. — Проблемы современного почвоведения, № 2.
- Тюрин И. В. 1937. Органическое вещество почв. Сельхозгиз.
- Фотиев А. В. и Остроумов Э. А. 1952. Инструкция по определению карбонатов и углерода органических веществ в морских отложениях. — Рукопись. Архив Ин-та океанологии АН СССР.
- Шабарова Н. Т. 1950. Азотистые вещества сапропеля. — Труды лаборатории сапропелевых отложений, вып. 4.
- Юркевич И. А. 1950. Окисляемость органического материала современных осадков. — В сб.: «Современные аналоги нефтеносных фаций». Гостоптехиздат.

А. Д. К О Н Е Н К О

## МАТЕРИАЛЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВ УССР

(Институт гидробиологии АН УССР; Киев)

Донные отложения водоемов, образующиеся в результате седиментации терригенного материала и отмирающих гидробионтов, являются коллектором органического вещества и основным резервом биогенных элементов в водоеме. В результате минерализации органического вещества и вымывания легкоподвижных соединений из донных отложений водная толща обогащается веществами, необходимыми для развития продуцентов.

Поэтому для характеристики рыбоводных прудов определенный интерес представляют сведения о химическом составе донных отложений, в частности — их органического комплекса. Имеющиеся данные о химизме донных отложений весьма ограничены. В отечественной литературе опубликовано лишь несколько работ в этом направлении. Изучению динамики органического вещества в грунтах выростных прудов посвящена статья А. С. Константинова и Е. В. Додоновой (1953); О. Н. Андрищенко, В. И. Паншин и Н. А. Дунке (1958) приводят данные о химическом составе прудовых почв рыбопитомников, а Н. Г. Озерецковская (1957) и Н. Г. Озерецковская, Н. Ф. Смирнова (1958) — об элементарном составе органического вещества донных отложений опытных рыбоводных прудов. М. Б. Фельдман и Н. П. Рудаков (1958) рассматривают химический состав торфянистых грунтов в прудах в связи с их известкованием.

Целью этой работы является выяснение химического состава донных отложений различных прудов Украины в зависимости от их происхождения и экологического облика.

Материалом для настоящего сообщения послужили результаты регионального исследования прудов УССР, проведенного отделом гидробиологии Института гидробиологии АН УССР во время летних (июнь—август) маршрутных экспедиций 1953—1957 гг. Из ста с лишним обследованных водоемов донные отложения были исследованы в сорока наиболее типичных для различных зон рыбоводных прудах.

Образцы грунтов отбирали в мелководных участках водоемов штанговым дночерпателем, на глубине более 1 м — дночерпателем Петерсена; для химического анализа использовали верхний 10-сантиметровый слой донных отложений.

Обработку и анализ грунтов производили по методике, принятой для химического анализа почв и сапропелей (Домрачев, 1939; Соколов, 1953). В воздушно-сухих образцах грунта определяли валовой гумус, по Тюрину, и валовой азот, по Кьельдалю. Кроме того, определяли подвижные формы углерода и азота в гидролизате, по Соколову. Углерод

## Характеристика химического

Местоположение водоемов	Водоснабжение	Число исследованных прудов	Общая минерализация, мг/л	Общая жесткость, мг/экв.	Индекс по Алекину (1948)
Степная зона (Одесская, Николаевская, Херсонская, Запорожская обл.)	Атмосферное (весенние паводки)	16	250—900	3,0—7,0	$C_{II}^{Ca} - C_{I}^{Ca}$
	Родниковое . . .	15	400—5970	5,0—10,0	$C_{I-II}^{Ca} - S_{II}^{Na} - Cl_{III}^{Na}$
Лесостепная полоса (Виницкая, Киевская, Полтавская, Харьковская обл.)	Речное . . . . .	20	260—650	3,0—7,0	$C_{II}^{Ca} - C_{I}^{Ca}$
	Родниковое . . .	20	300—690	3,0—7,0	$C_{II}^{Ca} - C_{I}^{Ca}$
Полесье (Ровенская, Житомирская, Черниговская обл.)	Атмосферно-болотное . . . . .	12	26—112	0,3—1,50	$C_{II}^{Ca} -$
	Речное . . . . .	15	176—354	1,3—4,2	$C_{II}^{Ca}$
	Родниковое . . .	8	101—436	1,3—5,7	$C_{II}^{Ca}$

определяли расчетным методом с учетом кислородных коэффициентов для различных типов грунтов (Скопинцев, 1950).

Химический анализ прудовых вод производили по методике, принятой для анализа вод суши (Алекин, 1954). В сборе гидрохимического материала и в выполнении химических анализов, кроме меня, принимала участие старший лаборант отдела гидрохимии Института гидробиологии АН УССР Н. К. Никонович.

Как видно из табл. 1, исследованные водоемы значительно отличаются по химическому составу воды и некоторым другим особенностям.

Пруды различных ландшафтных зон УССР также значительно отличаются по их биологической продуктивности. В степных прудах, расположенных среди черноземных почв, естественная рыбопродуктивность достигает 600—700 кг/га, а в прудах Полесья, расположенных среди заболоченных лесных массивов, она не превышает 120—130 кг/га (Мовчан, 1948; Просяный, 1958). Это связано с различным состоянием в них кормовой базы. Так, по данным М. Л. Пидгайко (1958), в степных прудах Николаевской области биомасса зоопланктона достигает 90 г/м<sup>3</sup> (в отдельных случаях — 700 г/м<sup>3</sup>), а в гумидных полесских прудах она не бывает больше 6—11 г/м<sup>3</sup> (см. статью Пидгайко в наст. томе).

Донные отложения прудов по условиям их формирования значительно отличаются от отложений глубоководных водоемов. Происхождение прудовых отложений в большей степени связано с почвами водосборов. Фор-

Таблица 1

## состава воды прудов УССР

Азот общий минеральный, мг/л	Фосфор минеральный, мг/л	Перманганатная окисляемость, мг O <sub>2</sub> /л	Бихроматная окисляемость, мг O <sub>2</sub> /л	C/N	Цветность (в градусах хромового-бальтовой шкалы)	Примечания
0,16—5,50 0,20—4,80	0,01—0,80 0,01—0,50	10—32 8—46	30—144 53—128	5,5—12,0	30—70 30—60	Пруды с площадью 2—10 га; мелководные, сильно заиленные, лишены высшей водной растительности
0,17—3,20 0,20—2,80	0,00—0,30 0,00—0,50	6—27 6—31	20—57 20—57	4,0—11,0 —	40—70 40—70	Пруды с многочисленным планктоном и высшей водной растительностью; площадь 5—50 га
0,25—1,40 0,10—0,75 0,15—0,30	0,00—0,23 0,01—0,25 0,00—0,24	18—52 6,4—22,0 10,2	48—109 16—54 25—47	13,0—55,0 7,2—25,5 11,2—27,7	114—350 20—400 30—119	Пруды, сильно заросшие жесткой болотной растительностью; площадь 10—20 га

мирование их обычно происходит непосредственно на основе почвенного покрова заливаемых участков. В прудах, используемых для рыбоводства, такие биотехнические мероприятия, как мелиорация прудов, использование их ложа в период летования под огороды и т.п., способствуют развитию в донных грунтах почвообразующих процессов.

Исследованные образцы грунтов значительно различались по внешнему виду, механическому и химическому составу в зависимости как от общих физико-географических условий их формирования, так и от условий микроландшафта и характера преобладающих почв на водосборах.

Донные отложения прудов Николаевской и Херсонской областей в большинстве случаев представляли собой темно-серые (в сухом виде) богатые органическим веществом илы с примесью мелкозема. Грунты, слагающие ложе новых прудов, в основном представляли собой метаморфизированные почвы, прикрытые слабым наилом. В некоторых прудах южных районов встречались также относительно бедные гумусом светло-серые и светло-палевые глинистые грунты, которые занимали значительную часть ложа водосмов.

От описанных грунтов резко отличались грунты, слагающие ложе прудов, расположенных в зоне Полесья. Соответственно характеру почвенного покрова и подстилающих их четвертичных отложений грунты этих прудов сложены песком и глиной, на которых отлагается черный ил с большим количеством растительного детрита.



В прудах, расположенных в речных долинах, донные отложения формируются на основе дерново-луговых почв. Во многих прудах Полесья встречаются размытые торфяники, в некоторых случаях прикрытые аллювиальными песками и глиной. Эти торфяники в определенной степени влияют на формирование донных отложений и гидрохимический режим прудов.

Как известно, органическое вещество донных отложений представляет собой нерастворимую в воде фракцию, образующуюся из остатков отмерших водных организмов и почвенного гумуса, попадающего в водоемы из водосбора. Являясь питательным субстратом для многих микроорганизмов, оно под воздействием последних вовлекается в круговорот веществ в водоеме, превращаясь в более простые минеральные формы.

О качественном составе органического вещества, а также его происхождении в известной степени можно судить на основе изучения его элементарного состава. Одной из важных характеристик органического комплекса донных грунтов является соотношение в нем углерода и азота (C/N). По этому соотношению принято судить о степени распада растительных и животных остатков в процессе гумификации, а следовательно, и о происхождении донных отложений.

Соответственно величинам, характеризующим названное соотношение, донные отложения можно разделить на две группы. К первой группе относятся донные отложения эвтрофных водоемов, в которых количество темноокрашенных гумусовых веществ невелико и отношение C/N не выше 6. Ко второй группе относятся грунты дистрофных водоемов, содержащие большое количество темноокрашенных гуминовых соединений; отношение C/N в них достигает 12—15, а в торфяных грунтах—25—35 (Скопинцев, 1950).

Исследование донных отложений прудов Украины, расположенных в различных ландшафтных зонах, свидетельствует о значительном различии их по количественному и качественному составу органического вещества (табл. 2).

Подавляющее большинство донных отложений прудов, расположенных в степных и лесостепных районах, может быть отнесено к первой группе грунтов.

В темно-серых грунтах прудов Баштанского и Снигиревского районов количество гумуса, в расчете на сухой грунт, колеблется от 4700 до 5600 мг на 100 г грунта, а в пересчете на органический углерод составляет 2300—2800 мг. Валовое количество органического азота составляет от 100 до 480 мг на 100 г сухого грунта. Соответственно этому отношение C/N изменяется в пределах от 5 до 11,3. По этим характеристикам грунты описанных прудов весьма сходны с черноземами южных районов УССР.

Богатые карбонатами светло-серые илы прудов сел. Баштанки (Николаевская область) и Громовки (Херсонская область), а также суглинки новых прудов (колхоз им. Суворова, села Киселевка и Надеждовка Херсонской области) отличаются незначительным количеством гумуса: от 910 до 2750 мг на 100 г грунта. Отношение C/N колеблется в них от 3,1 до 12,0.

К грунтам первой группы приближаются донные отложения прудов, расположенных в лесостепных районах и в южных районах Полесья (Чернигов, Крошня и др.). Количество органического вещества в них составляет от 2700 до 7700 мг, а органического азота—от 230 до 400 мг на 100 г грунта; отношение C/N колеблется от 5 до 8.

Ко второй группе грунтов относятся донные отложения полесских прудов, расположенных среди лесных и болотных массивов (водоемы гумидной фации). Количество органического вещества в них достигает 15 800—25 000 мг на 100 г грунта, а органического азота — 800—1200 мг



Результаты анализа донных отложений прудов, почв и озерных илов в г и мг на 100 г сухого грунта)

Ландшафт- ная зона	Водоемы, почвы, их местонахождение	Характеристика грунтов	Валовое органи- ческое вещество, %	Валовой органиче- ский азот, мг	C/N	В гидролизате, в 1 п H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>				Зольность, %	рН водной вытяжки	
						подвижный углерод		подвижный азот				
						мг	% к валово- му угле-	мг	% к валово- му азоту			
												C/N
Степная	{ с. Добрая Криница, но- вый пруд (у вершины) с. Явкино, старый пруд нижний с. Баштанка, старый пр. средний с. Снигиревка, старый пруд с. Покровское, старый пруд с. Червона Долина, ста- рый пруд с. Светлая Дача, ста- рый пруд колхоз им. Суворова, 3-я бригада, новый пруд с. Киселевка, новый пруд }	Чернозем с примесью ила . . . . .	3,98	244	8,3	477	24,0	83,0	34,0	5,7	84,52	7,70
		Темно-серый ил с при- месью суглинка . .	3,63	162	11,4	263	14,5	32,0	19,7	8,2	82,06	8,20
		Светло-серый сильно вскипающий ил . .	2,37	257	4,8	172	14,5	36,0	14,1	4,8	80,93	8,20
		Темно-серый ил . . .	2,75	219	6,4	295	21,4	60,0	27,6	4,9	85,86	7,80
		То же	6,65	438	7,6	846	25,6	104,0	23,7	8,4	94,58	8,10
		»	3,40	219	7,8	528	31,0	36,0	16,4	14,5	80,45	8,00
		Темно-серый ил с при- месью мелкозема . .	2,61	173	7,7	146	11,2	30,5	17,6	4,8	85,02	8,00
		Светло-палевый ил . .	2,75	131	10,7	652	47,1	42,0	32,0	15,5	91,77	7,90
		Светло-серый ил с при- месью глины . . .	2,23	94	12,1	171	15,3	21,0	22,4	8,1	91,51	8,20
		{ с. Надеждовка, пруд реставрированный с. Громовка Новотроиц- кого района, пруд сельский }	Светло-палевый ил с примесью суглинка	0,90	146	3,2	130	28,3	42,0	28,7	3,1	92,01
Светло-серый ил . . .	2,05		113	9,1	310	30,2	25,0	22,1	12,4	79,04	7,90	

Таблица 2 (продолжение)

Таблица 2 (продолжение)													
Ландшафтная зона	Водоемы, почвы, их местонахождение	Характеристика грунтов	Валовое органическое вещество, г	Валовое органическое азот, мг	C/N	В гидролизате в 1 л H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>					Полнота, %		
						подвижный углерод	подвижный азот	C/N	% к валовому азоту	% к валовому углероду			
												мг	
Лесостепная	Харьковская обл.	с. Крысино, старый пруд, нижний	5,34	370	7,2	392	14,7	81,0	21,6	4,9	83,22	7,80	
Полесье	Черниговская обл.	Чернигов, водоснабжающий пруд	2,77	167	8,30	352	25,3	27,0	16,0	13,0	—	7,98	
Житомирская обл.	Крошня, нижний пруд	с. Несолонь, пруд на р. Тне	15,82	1140	6,9	1920	24,3	703	61,7	2,6	69,48	7,1	
Ровенская обл.	с. Вилы, средний пруд	Томашгород, пруд на р. Льве	1,75	46	19,2	140	15,9	19,5	42,3	7,1	96,97	6,70	
с. Маневичи, Волынской обл., нижний пруд	с. Селище, пруд «Маслятин Гале»	Песок с илом	4,82	220	11,0	469	19,4	104	47,3	4,5	93,53	6,61	
Лесная	Озеро Глубокое	Ил	23,7	1060	11,2	3490	29,5	580	54,7	11,8	—	—	
Степная	Почвы УССР (по данным Година и Антонова, 1939)	Каштановые почвы	2,50	151	11,4	350	22,6	31	20,5	11,3	—	—	
Лесостепная	Грушковская МТС Одесской обл.	Регенерированный чернозем	5,31	292	12,3	650	20,8	74	25,3	3,8	—	—	
Проскуровская МТС Хмельницкой области	Опозоленный грунт	Песок с илом	4,51	206	10,6	630	33,7	55	26,7	11,4	—	—	
Карловская МТС Полтавской обл.	Мощный чернозем	Песок с илом	7,82	121	12,5	1080	23,9	81	19,2	13,3	—	—	

(пруды с. Несолонь на р. Тие и с. Томашгород — на р. Лье). Соответственно этому отношение C/N в них увеличивается до 16,5—19,8.

Сравнивая эти данные с литературными данными о составе прудовых почв, можно отметить значительное сходство вышеописанных грунтов с близкими к ним по происхождению иловато-болотными почвами некоторых прудов Белоруссии (Андрющенко, Панин и Дунке, 1958).

Наряду с донными отложениями, богатыми органическим веществом, в прудах Полесья широко распространены донные грунты, представляющие собой перемытые пески с примесью иловых частиц и тонкого детрита. Общее количество органического вещества в таких грунтах весьма невелико (от 530 до 3700 мг на 100 г грунта), однако по отношению C/N они ближе к грунтам эвтрофных водоемов.

Для оценки трофичности водоемов имеют важное значение сведения о подвижной фракции органического комплекса грунтов. Как известно, разложение сложных, нерастворимых в воде органических веществ (крахмала, гемицеллюлоз, белковых веществ) и превращение их в растворимые, доступные микроорганизмам сахара, амины и другие, происходит в водоемах под влиянием ферментативных процессов гидролиза. Такие процессы в экспериментальных условиях наиболее близко воспроизводит кислотный гидролиз грунтов.

Результаты анализа кислотной вытяжки (гидролизата) показали, что при гидролизе нормальной (5%) серной кислоты, при нагревании в течение 5 час., количество углерода и азота, переходящих в кислотную вытяжку, изменяется соответственно их валовому количеству в грунтах. В темно-серых, богатых гумусом донных отложениях прудов Снигиревского и Баштанского районов количество подвижного углерода в гидролизате колебалось от 177 до 850 мг на 100 г сухого грунта, составляя от 14 до 30% его валового количества, а количество подвижного азота — от 32 до 130 мг на 100 г грунта (14,5—35,6% валового). Соответственно этому отношение C/N изменялось в пределах от 3,14 до 12,1. Что касается донных отложений полесских прудов гумидной фации, то они содержат еще большее количество подвижных углерода и азота. В богатых растительным детритом донных грунтах количество углерода составляло 1900—2400 мг на 100 г сухого грунта (18—24% от его валового количества). Крайние величины подвижного азота в различных грунтах выражались цифрами 482—703 мг на 100 г грунта, составляя 50—60% его валового количества. Отношение C/N в гидролизате при этом уменьшалось до 2,4—5,0.

Сопоставляя состав подвижного органического вещества в донных грунтах степных и лесостепных прудов и в различных почвах Украины (по данным М. М. Годлина и Т. Н. Антоновой, 1939), можно отметить близкое сходство их в отношении количества подвижного азота. Что касается количества подвижного углерода, то в донных отложениях прудов его значительно меньше, чем в почвах. Этим обусловлено меньшее отношение C/N в них по сравнению с почвами (см. табл. 1, 2).

Донные отложения прудов Полесья (например, в селах Несолонь, Томашгород) по количеству в них подвижных азота и углерода приближаются к иловым отложениям некоторых озер Подмосковья (Кузнецов, Сперанская и Кошкин, 1939). При этом отношение подвижного углерода и азота в них, так же как и в степных прудах, характеризуется небольшой величиной.

При рассмотрении отношения C/N в подвижной фракции органического комплекса исследованных донных отложений и сопоставлении их с литературными данными обращают на себя внимание относительно узкие границы, в которых изменяется это отношение в грунтах, очень сильно

отличающихся по происхождению и по абсолютному содержанию органического вещества.

Сопоставляя величины отношения  $C/N$  в подвижной фракции органического комплекса грунтов и в воде соответствующих водоемов, можно также отметить отсутствие строгой корреляции между ними. Можно было бы ожидать, что в мелководных прудах с однородными грунтами между отношением  $C/N$ , характеризующим легкоподвижную фракцию донного органического вещества, и отношением  $C/N$  в водном гумусе должно иметь место определенное соответствие. Однако на основании имеющегося материала какую-либо ясно выраженную закономерность в данном случае не удастся установить. В степных и лесостепных прудах в большинстве случаев отношение  $C/N$  в органическом веществе прудовых вод и в гидролизате изменялось в довольно близких границах (в воде от 4 до 11, в гидролизате от 3 до 14). Однако предельная величина отношения  $C/N$  в сильно окрашенных водах прудов Полесья значительно больше, чем в гидролизате соответствующих им донных грунтов. Здесь, очевидно, сказывается особенность формирования органического вещества прудовых вод — водного гумуса.

Характеристика грунтов по соотношению подвижных углерода и азота особенно широко используется в почвоведении, хотя в последнее время рядом экспериментальных работ доказана ограниченность этой характеристики в отношении оценки плодородия почв (Вернандер, 1946). С качественной характеристикой органического вещества воды и грунтов связывают биологическую продуктивность водоемов (Майстренко, 1959).

Рассматривая полученные данные о количестве подвижных азота и углерода в донных отложениях прудов, весьма отличающихся по экологическому типу, можно заключить, что наличие подвижных форм органического вещества в водоемах еще не решает вопроса о возможности достаточного накопления в них биогенных элементов, необходимых для развития продуцентов. Последнее определяется, с одной стороны, качественным (компонентным) составом органического вещества, с другой — направлением и интенсивностью микробиологических процессов, способствующих его минерализации.

## ВЫВОДЫ

1. Содержание органических веществ в донных отложениях различных прудов, а также соотношение в них углерода и азота в большой степени отражают условия их происхождения.

2. Донные отложения степных прудов УССР характеризуются умеренным накоплением органических веществ. По содержанию углерода и азота (валового и подвижного) они весьма сходны с черноземными почвами южных районов Украины.

3. Донные отложения прудов Полесья, расположенных в заболоченных лесных массивах, отличаются накоплением большого количества органических веществ, приближающихся по соотношению углерода и азота к отложениям дистрофных водоемов.

4. В прудах южной окраины Полесья и лесостепной полосы донные грунты по количеству и качественному составу органического вещества приближаются к грунтам эвтрофных степных прудов.



## ЛИТЕРАТУРА

- А л е к с и н О. А. 1948. Общая гидрохимия. Гидрометиздат.
- А л е к с и н О. А. 1954. Химический анализ вод суши. Гидрометиздат.
- А н д р ю щ е н к о О. Н., П а н ш и н В. И., Д у н к е Н. А. 1958. Естественно-исторические условия рыбопитомников Белоруссии.—В сб.: «Гидробиологические исследования на рыбоводных прудах БССР». Минск.
- В е р н а н д е р Т. Б. 1946. Подвижность азота и нитрофицирующая способность почв УССР.— Почвоведение, № 2.
- Г о д л и н М. М., А н т о н о в а Т. Н. 1939. Відношення N/C у грунтах УРСР.— Труды Науково-дослідного ін-ту соцземлеробства.
- Д о м р а ч е в Е. А. 1939. Физико-механический и химический анализ почв. Сельхозгиз.
- К о н с т а н т и н о в А. С., Д о д о н о в а Е. В., 1953. Содержание и динамика органического вещества в грунте выростных прудов Тепловского рыбопитомника.— Труды Саратовского отд. Касп. филиала Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. II.
- К у з н е ц о в С. П., С п е р а н с к и й Т. А. и К о н ш и н В. Д. 1939. Состав органического вещества иловых отложений.— Труды лимнол. станции, № 22.
- М а й с т р е н к о Ю. Г. 1959. Характеристика органического вещества Каховского водохранилища в первый год его становления.— Труды VI совещания по проблемам биологии внутренних вод. Изд-во АН СССР.
- М о в ч а н В. А. 1955. Комплексная интенсификация и экспериментальные экологические работы в прудовом рыбоводстве.—В сб.: «Вопросы прудового рыбоводного хозяйства УССР». Киев.
- О з е р е ц к о в с к а я Н. Г. 1957. Влияние удобрения на гидрохимический режим прудов рыбцево-шесмайнго питомника.— Труды проблемных и тематических совещаний Зоол. ин-та АН СССР, вып. VII.
- О з е р е ц к о в с к а я Н. Г., С м и р н о в а Н. Ф. 1958. Химизм прудов хозяйства «Рита Аусума» в связи с удобрением.— Труды Ин-та биологии Латвийской ССР, т. VII.
- П и д г а й к о М. Л. 1958. Зоопланктон прудов степной зоны УССР.— Вопросы ихтиологии, вып. 8.
- П р о с я н ы й В. С. 1958. Пути повышения рыбопродуктивности прудовых хозяйств Полесья.— В сб.: «Природные условия и ресурсы Полесья». Киев.
- С к о п и н ц е в Б. А. 1950. Органическое вещество в природных водах.— Труды Гос. океанограф. ин-та, вып. 7 (2).
- С о к о л о в Д. Ф. 1953. Суммарное определение легкогидролизуемых соединений азота, углерода и фосфора в сапропелях. Методика изучения сапропелевых отложений. Москва.
- Ф е л ь д м а н М. Б., Р у д а к о в Н. П. 1958. К вопросу о влиянии известкования на гидрохимический режим прудов с торфяным дном.— Труды научно-исслед. ин-та рыбн. хоз-ва. Киев.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Б. В. ВЛАСТОВ и Л. В. ЕРОХИНА

### ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ МОЛЛЮСКОВ (ВИДОВ UNIO) В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМОЙ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЗАПАСОВ ПЕРЛАМУТРОВОГО СЫРЬЯ В НАШИХ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМАХ

#### 1. ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ РАБОТЫ<sup>1</sup>

*(Кафедра зоологии беспозвоночных МГУ и Всероссийский  
научно-исследовательский институт прудового рыбного хозяйства; Москва)*

#### ВВЕДЕНИЕ

Проблема использования некоторых видов пресноводных моллюсков как источников получения перламутрового сырья впервые была выдвинута у нас в 30-х годах в связи с запросами промышленности<sup>2</sup>. В течение десятилетия перед Великой Отечественной войной, а также в послевоенные годы были произведены обследования различных водоемов с целью качественной и количественной характеристики имеющихся запасов промысловых видов ракушек, была разработана методика учета запасов, а также были намечены основы рациональной их эксплуатации и охраны (Жадин, 1930, 1935, 1937, 1938, 1939; Овчинников, 1932; Властов, 1932, 1934, 1950; Троицкий, 1934, 1939; Лукин, 1937; Бартош, 1939; Сент-Илер, 1939, 1940 и др.).

В связи с возможностью быстрого истощения природных ресурсов перламутра в перспективе была выдвинута задача искусственного воспроизводства запасов наиболее ценных промысловых видов; в первую очередь это сводилось к необходимости повысить продуктивность размножения перловиц, виды которых были главными поставщиками перламутрового сырья.

Огромный процент гибели потомства у этих моллюсков, связанный с их личиночным паразитизмом на рыбах, обуславливается, с одной стороны, относительной случайностью попадания их личинок (глохидиев) на своих хозяев и, с другой стороны, тоже большой степенью случайности попадания молодых ракушек по окончании метаморфоза глохидиев в ту или иную среду при их выпадении из тела рыб и переходе к свободному существованию.

<sup>1</sup> Доложено 12 апреля 1960 г. на Совещании по нерыбным ресурсам водоемов и их использованию в народном хозяйстве, созванном Всесоюзным гидробиологическим обществом.

<sup>2</sup> Необходимо отметить особую инициативу в этом деле специалиста пуговичной промышленности И. Я. Фусмана и профессора В. И. Жадина, возглавлявшего в 1932 г. бригаду по изучению промысловых ракушек.

Лабораторными опытами искусственного заражения рыб глохидиями уже давно (Schierholz, 1889; Harms, 1908 и др.) была доказана возможность «выкармливания» рыбами без существенного для них вреда такого количества глохидиев, которое в сотни (иногда в тысячи) раз превосходило среднее число глохидиев, развивающихся обычно на одной рыбе в природных условиях. Искусственное заражение рыб стало широко практиковаться в США уже в производственном масштабе при разведении североамериканских Unionidae (Coker, Shira a. oth., 1921). Наряду с этим была сделана попытка полностью исключить из онтогенеза перловицевых период паразитирования на рыбах путем культуры глохидиев в искусственных средах (Ellis M. M. a. M. D., 1926).

Опыты с нашими видами перловиц были поставлены в первом из указанных направлений В. И. Жадиным (1935), во втором — К. К. Сент-Илером (1940). Однако эти опыты не дали практически важных положительных результатов, и вопрос о разработке методики искусственного разведения перловиц вновь возник только в 1947 г. Исследования были проведены сначала на базе Всероссийского научно-исследовательского института прудового рыбного хозяйства и Болшевской биологической станции МГУ, а затем продолжались только на последней<sup>1</sup>. В результате была выработана временная инструкция по искусственному разведению перловиц (Властов и Ерохина, 1951), но в связи с более актуальными задачами рыбного хозяйства дело не получило дальнейшего развития.

Оживление в настоящее время интереса к проблеме воспроизводства перламутрового сырья в наших внутренних водоемах поставило на очередь освещение в печати тех результатов, которые уже были получены в нашей работе. Новые данные по биологии размножения и развития перловиц указали, как можно преодолеть основную трудность *при массовых искусственных заражениях рыб* — трудность получения глохидиев в количестве, достаточном для таких заражений. Кроме того, было выявлено значение некоторых технических приемов, обеспечивающих лучшие условия контакта между паразитами и уязвимыми для них частями тела хозяев.

В то же время новые данные, полученные Б. Властовым (наст. сб.) по биологии эмбрионального развития перловиц, дали возможность провести опыты, в которых наметился и *новый путь повышения продуктивности размножения этих моллюсков, а именно путь интенсификации естественного заражения рыб в самом водоеме.*

### ДОБЫЧА И ИСПЫТАНИЕ ЗРЕЛОСТИ ГЛОХИДИЕВ

Основной предпосылкой искусственного заражения рыб является добыча инвазионно зрелых глохидиев в массовом количестве. Как показали проведенные исследования (Властов, 1961), возможность последнего целиком зависит от точности учета определенных моментов в течение сезона размножения перловиц, у которых обнаружилось наличие трех следующих одна за другой яйцекладок (у *Unio tumidus*, *U. pictorum* п, вероятно, *U. crassus*). Однако лишь первые две кладки наблюдались у 100% самок, причем проходят они сравнительно дружно; третьи кладки наблюдаются у отдельных особей в различные сроки и количественно не полноценны. Поэтому только две первые кладки могут быть с успехом использованы для

<sup>1</sup> Временное участие в работе принимали лаборанты Б. В. Кошелев, а затем А. И. Канаев.

добычи зрелых гложидиев в количестве, достаточном для массового заражения рыб. Период, когда в жабрах самок развиваются зародыши двух первых кладок, немалый (весна и часть лета), но выход большинства зрелых, годных для заражения гложидиев происходит чаще всего в течение нескольких дней второй и последней декад мая (*U. tumidus* и *U. pictorum*), конца первой — начала второй (*U. tumidus*) или середины — конца второй декады июня (*U. pictorum*) (Властов, 1951, 1961). Точные календарные даты таких выходов, естественно, сдвигаются в зависимости от хода весны и начала лета, и очень важно, чтобы не были упущены даты массового созревания гложидиев, непосредственно предшествующие выбраковке самок гложидиев в водоем. Обнаружилась целесообразность содержания в садках, начиная с мая, вылавливаемых из водоема беременных самок (с зародышами в жабрах). Вместе с такими, занумерованными, самками в садках должны находиться и самцы того же вида<sup>1</sup>, так как самки при этом условии процесс яйцекладок протекает нормально. Содержание беременных самок в садках дает возможность почти день за днем проверять состояние зародышей, определяя приближение срока зрелости гложидиев<sup>2</sup>. Если садки с перловицами будут размещены в условиях, сходных с теми, которые характерны для мест обитания перловиц в водоеме, то по состоянию зародышей в садках можно будет судить о степени зрелости гложидиев у самок, находящихся на свободе.

Очень ответственным моментом является определение полной инвазионной зрелости гложидиев. Обычно указывается, что зрелость гложидиев определяется по признаку полного освобождения их от яйцевых оболочек и по их способности хлопать створками, особенно при действии на них солевого раствора или прибавления к воде мясного бульона или рыбьей крови. Наши наблюдения показали, что эти признаки надо уточнить. При взятии пробы из жабры у значительной части зародышей, независимо от стадии их развития, оболочки оказываются поврежденными и зародыши лежат свободно в воде. Что же касается хлопания створками, особенно при раздражении указанными веществами, то эта способность может проявляться задолго до наступления зрелости, как только у зародыша сформируется мускул аддуктор. *Подлинными, хорошо заметными признаками полной зрелости, помимо освобождения от яйцевой оболочки, надо считать, во-первых, способность свободно лежащего гложидия открывать и закрывать створки на угол примерно до 150°, а во-вторых, окончательное формирование гложидиальной мантии, которая при захлопывании створок не должна выступать наружу между их краями.* Наоборот, у незрелых гложидиев при захлопывании створок части мантии как бы выдавливаются наружу.

Хотя развитие зародышей первых двух кладок происходит в жабрах каждой самки сравнительно одновременно, все же наряду с той или иной преобладающей стадией развития гложидиев всегда наблюдается и небольшой процент зародышей как отстающих, так и обгоняющих большинство других. Поэтому иногда, особенно у неопытных работников, может возникать сомнение в пригодности данных гложидиев для заражения рыб. В этих случаях способность гложидиев к прикреплению может быть проверена с помощью препаровальной иглы, причем их прикрепительная активность может быть выражена в количественных показателях. Проверку активности гложидиев следует производить и тогда, когда между моментом их добычи и употреблением для заражения проходит более или менее

<sup>1</sup> О прижизненном определении пола см. Б. В. Властов (1956).

<sup>2</sup> Проба зародышей для микроскопического исследования берется кончиком скальпеля из заднего края наружной жабры после осторожного раздвигания створок.



значительный срок. В наших опытах в чистой фильтрованной воде в кристаллизаторе при температуре  $13-15^{\circ}\text{C}$  большинство глохидиев сохраняло способность к прикреплению в течение  $84-90$  часов, а отдельные особи — в течение  $132-144$  часов, если только они лежали на дне сравнительно тонким слоем (предельная толщина его определялась моментом дальнейшей невозможности читать через него газетный шрифт, подложенный под кристаллизатор). Однако процент активных глохидиев при этом постепенно сокращался. При легком прикосновении кончиком препаровальной иглы к чувствительным клеткам мантии у лежащих подряд в капле  $100$  открытых или полуоткрытых глохидиев обычно обнаруживались следующие группы, различные по степени активности. 1. Вполне зрелые и здоровые глохидии, которые сразу же прикрепляются к кончику иглы и держатся на нем долго и прочно (до  $30-40$  сек. и дольше). 2. Ослабленные глохидии, которые прикрепляются к игле лишь после повторных (иногда многократных) прикосновений; в других случаях они быстро прикрепляются, но тотчас же отваливаются. 3. Глохидии настолько ослабленные, что, не утратив способности хлопнуть створками, они уже не в состоянии сжать их с такой силой, чтобы удержаться на кончике иглы. Так, например, в одном из опытов в порции глохидиев, содержавшейся в течение  $98$  часов при температуре  $+14^{\circ}\text{C}$ , оказалось  $66,6\%$  глохидиев первой группы,  $17,3\%$  — второй группы и  $15,8\%$  — третьей группы. При  $+23-25^{\circ}\text{C}$  можно было насчитать всего лишь около  $60\%$  активных глохидиев уже через  $7$  часов после выделения их из тела матери.

В некоторых случаях проведение заражения рыб наталкивается на невозможность добычи глохидиев в данном водоеме. Такие затруднения легко разрешались в наших опытах транспортировкой беременных самок с глохидиями из другого водоема. Перловицы перевозились в полуоткрытой сумке между комками мокрой газетной бумаги, смачивание которой не должно быть чрезмерным, иначе самки нередко выбрасывают часть глохидиев наружу. При таком условии (вода не должна стекать с бумаги) глохидии в жабрах сохраняют полную меру своей жизненности в течение очень многих часов.

### ПЕРВИЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ЗАРАЖЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЕГО ФАКТОРЫ

Первичный результат искусственного заражения рыбы, т. е. число глохидиев, прикрепившихся к ней за время опыта, — это следствие взаимодействия многих факторов. Суммарно их можно разделить на три группы: первая — это природа хозяина (рыбы), включая сюда и его видовую принадлежность, размер и индивидуальные особенности его состояния и поведения во время опыта; вторая — это природа паразита (глохидии), т. е. также его видовая принадлежность, степень его инвазионной зрелости и физиологической активности; третью группу составляет тот комплекс условий среды, в которой происходит заражение, в первую очередь — те составляющие этого комплекса, которые непосредственно влияют на поведение или на состояние хозяина и паразита, а также те, которыми определяется степень вероятности соприкосновения паразита с уязвимой для него частью тела хозяина. Невозможность охватить уже в первых исследованиях все стороны этого сложного комплекса заставила сосредоточить внимание только на некоторых важных условиях физиологической активности глохидиев и рыб и на видовом составе последних. Решение этих вопросов позволит выяснить, каких рыб следует использовать при искусственном разведении перловиц, каковы наиболее выгодные условия встречи



паразитов с хозяевами. Вместе с тем был уточнен вопрос о поражаемости глохидиями перловиц жабер, краев рта и жаберной крышки, слизистой оболочки ротовой полости и плавников рыб, поскольку возможности прикрепления глохидиев унионид к этим частям тела отмечались разными авторами (Фаусек 1903; Harms, 1908; Herbers, 1913; Троицкий, 1939, и др.).

В наших опытах целиком подтвердилось указание С. К. Троицкого, что главным местом прикрепления глохидиев *Unio* являются жабры; прикрепление глохидиев к внутренней стенке жаберной полости, или к краям жаберной крышки — весьма редкое явление (наблюдалось у пескаря, а у окуня и плотвы — ни разу). Прикрепление глохидиев к плавникам отмечено нами лишь для молоди рыб сравнительно небольших размеров. Так, у пескарей длиной 6,3—7,2 см до 18,4% глохидиев (*U. pictorum*) оседает на плавниках, а у всех подвергавшихся заражению пескарей длиной 8—10 см не наблюдалось ни одного случая поражения плавников при одновременном значительном поражении жабер. У плотвы и у окуней, достигших размера 6 см, количество прикрепляющихся к плавникам глохидиев *U. pictorum* или *U. tumidus* настолько ничтожно, что для практических расчетов результатов заражения можно полностью пренебречь. Поэтому при всех дальнейших определениях первичного результата заражения подсчитывали только те глохидии, которые обнаруживались на жабрах.

#### СОСТОЯНИЕ ГЛОХИДИЕВ И РЫБ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ЗАРАЖЕНИИ ПОСЛЕДНИХ

Зрелые глохидии, только что добытые из жабер самок, обычно бывают окружены массой слизи, выделяемой жаберным эпителием. При обилии этой слизи раскрытие и захлопывание створок глохидиальной раковины у значительной части личинок оказываются затрудненными, а это, естественно, уменьшает возможность их прикрепления к жабрам рыб. Отрицательное значение слизи и необходимость отмывки глохидиев наблюдалось неоднократно. Например, при употреблении недостаточно отмытых личинок (опыт № 60) при заражении 5 окуней ( $l=17,9$  см), среднее число глохидиев *U. pictorum* на одну рыбу составило лишь 395,8 экз., а после хорошей отмывки последних среднее заражение 12 более мелких окуней ( $l=11,7$  см) выразилось цифрой 783 глохидиев на рыбу. Поэтому мы употребляли глохидиев обычно лишь после отмывки их от слизи в струях воды, направляемых пипеткой на осадок с глохидиями на дне сосуда; взмученные глохидии быстро оседают, и слизь может быть слита вместе с водой; операция повторялась обычно несколько раз, пока вода из мутной не делалась почти прозрачной.

Быстрое оседание глохидиев (скорость оседания отмытого глохидия *U. pictorum* в спокойной воде — 1 см за 10,4 сек.) по существу может выводить их из опыта. Поэтому для непрерывного взмучивания глохидиев во время опыта заражения вместо применяемого в американской практике помешивания воды, что беспокоит заражаемых рыб, мы применяли пипетку из стеклянной трубки с большой резиновой грушей.

Относительная кратковременность нахождения в жабрах перловиц зрелых глохидиев диктует необходимость приурочивать отлов рыб для искусственного заражения применительно к этим срокам, а не наоборот. Так как первичный результат заражения в значительной степени зависит от интенсивности фильтрации через жабры рыбы воды с глохидиями, чрезвычайно важно, чтобы этот процесс протекал нормально. При извлече-



нии из невода выловленных рыб всегда возможно хотя бы легкое повреждение отдельных особей: пострадавшие рыбы во время опыта впадают в угнетенное состояние и заражаются очень слабо. Поэтому больших результатов удавалось достигать, когда рыб вылавливали накануне и в течение ночи выдерживали в садках: небольшой процент отхода их за это время снижал отход во время опытов.

Искусственное заражение мы производили преимущественно в природной обстановке при температурах от 16 до 23° С. Уже а priori можно было считать, что в ряду факторов, влияющих на величину первичного результата заражения, важную роль должны играть степень насыщения глохидиями среды (ее инвазионность), численные соотношения между глохидиями и рыбами, продолжительность выдерживания рыб в инвазионной среде. Опыты показали, что при несомненной важности каждого из этих факторов, роль его проявляется лишь во взаимодействии с другими, и уже этим определяется относительность его значения.

### ИНВАЗИОГЕННОСТЬ СРЕДЫ И ВЕЛИЧИНА ПЕРВИЧНОГО РЕЗУЛЬТАТА ЗАРАЖЕНИЯ

Непосредственные подсчеты числа глохидиев на единицу осадка их (без отстаивания) показали, что в 0,1 см<sup>3</sup> содержится в среднем 2639 глохидиев *U. pictorum* или 2707 более мелких глохидиев *U. tumidus*. Заражение рыб чаще всего производилось в 5 л воды (в ведре), или в количестве, кратном этому (в тазу или в корыте), а насыщение глохидиями среды доводилось первоначально до нормы 3 см<sup>3</sup> на 5 л. При увеличении нормы насыщения в два раза можно было получить значительно большую зараженность (см. таблицу), причем жабры некоторых рыб оказывались почти сплошь усеянными прикрепившимися глохидиями. Однако увеличение первичного результата заражения всегда несколько отставало от увеличения доз глохидиев, и прямой пропорциональности между обеими величинами не наблюдалось. Незначительные отличия в заражаемости рыб были отмечены, когда норма насыщения была уменьшена до 2 см<sup>3</sup> на тот же объем воды. Так, например, при первой норме было получено среднее заражение окуней ( $l = 11,8$  см) в количестве 663 глохидия на рыбу, а при второй норме — по 600 глохидиев на окуня ( $l = 11,6$  см) (опыты № 73 и 75; 78 и 90).

Как показали подсчеты, число глохидиев, оседающих на жабрах рыб, составляло лишь около 4—5% от числа глохидиев, вводившихся в опыт. В связи с этим была сделана попытка заражения новых партий рыб остатком глохидиев от предыдущих опытов (серии соответствующих опытов № 81—83 и 88—89). Несмотря на очень высокую активность глохидиев в начальном опыте (№ 81) (по 665 глохидиев на окунях длиной 10 см и по 913 глохидиев на окунях длиной 15—16 см), результат последующих заражений остатком от тех же порций глохидиев был небольшой. Среди оставшихся глохидиев около 35% было плотно закрытых, а число вполне активных составляло лишь 29,4%, что было, вероятно, результатом пребывания в одном сосуде с рыбами в течение 40 мин. (при температуре 17—18° С). Нарушение прямой зависимости между степенью насыщения среды глохидиями и результатом заражения наблюдалось при чрезмерной плотности посадки рыб в ведре, при которой они располагались ярусами. Так, например, при одновременном заражении в ведре 20 разных рыб (норма была до 15 небольших рыб длиной около 12 см) окуни и густера располагались у дна, а плотва занимала верхний ярус над ними, куда уже почти не доходили взмученные глохидии. В результате при очень большой норме насыщения воды глохидиями (6 см<sup>3</sup> на 5 л) заражение плотвы

Т а б л и ц а

Заражение рыб глохидиями *Unio pictorum* при разных насыщениях среды

№ опыта	Заражаемая рыба	Насыщение воды	Общее число заражавшихся рыб	Длина (l) зараженных рыб, см	Число прикрепившихся глохидиев, экз.	Средняя длина (l) рыб в опыте, см	Среднее заражение (в экз. глохидиев на одну рыбу)	Примечание				
64	Окунь	3 см <sup>3</sup> на 5 л	15	11	293	около 12,8	460	Проверка сделана на другой день после заражения; одна плотва и одна густера погибли; жабры разложились Заражение в течение 20 мин. при температуре 21° С				
				11	464							
				16,5	624							
	Густера			8	104	8,7	160					
				8	97							
				8,5	218							
				9	193							
				10	192							
	Плотва			11	289	12,5	269					
				11,5	141							
				14	378							
				14	288							
				14	250							
67	Окунь	6 см <sup>3</sup> на 5 л	20	11,2	400	14,4	739	Проверка на другой день после заражения (погибло три, а позже еще четыре рыбы)  Глохидии того же качества, как в опыте № 64  Условия заражения те же, кроме насыщения среды				
				11	502							
				11,5	632							
				19	1124							
				19,5	1038							
	Густера			9	287	10,4	302					
				10	283							
				10,5	44							
				12	593							
	Плотва			13,5	60	14,4	64					
				13,5	119							
				15	37							
				15,5	40							
	73			Окунь	3 см <sup>3</sup> на 5 л	15	8,5		463	11,2	826	Заражение в течение 20 мин. при температуре 18° С Проверка через 1/2—3 суток после заражения
							9		725			
							10,5		798			
							11		407			
		11	724									
		11	1200									
		11,5	960									
		12	1250									
		12,5	480									
		15,5	1255									



оказалось примерно в четыре раза меньшим, чем при обычном насыщении (опыты № 64 и 67; см. таблицу). Вредное значение ярусного расположения рыб во время заражения их обуславливает преимущество использования для опытов таких сосудов, где ярусность исключается или сводится до минимума, например корыта или плоского таза. Располагаясь в один ярус у дна, рыбы движениями своих плавников способствуют лучшему взмучиванию глохидиев, а одноярусность расположения благоприятствует равномерности попадания на них глохидиев (в оцинкованном корыте одновременно заражалось от 50 до 130 рыб; опыты № 97, 98, 99, 101).

#### ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ВЫДЕРЖИВАНИЯ РЫБ В ИНВАЗИОГЕННОЙ СРЕДЕ И ПЕРВИЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ЗАРАЖЕНИЯ

Продление срока пребывания рыб в инвазионной среде ведет к фильтрации ими все новых и новых порций воды с глохидиями и потому должно увеличивать результат заражения. Однако такой результат может быть полностью или частично сведен на нет другими факторами. В опытах с мелкой плотвой (6—7,2 см), заражение которой глохидиями *U. pictum* производилось в течение 7,5 или 15 мин., у отдельных рыб проявлялись самые различные формы связи между продолжительностью опыта и числом глохидиев, осевших на жабрах. Наблюдались случаи прямой и почти пропорциональной связи между обеими величинами, прямой, но далеко не пропорциональной связи, и даже обратной связи, когда, например, из пары рыб ( $l = 6,2$  см) у одной, заражавшейся в течение 7,5 мин., на жабрах осело 286 глохидиев, а у другой, которая заражалась в течение 15 мин. — всего лишь 135 глохидиев.

В этих, как и во всех других опытах искусственного заражения, ярко проявилось значение индивидуального момента во взаимоотношении рыбы и паразитов. При одновременном заражении нескольких рыб и при определении среднего результата заражения прямая пропорциональность между продолжительностью опыта и числом осевших на жабрах глохидиев проявлялась более явственно; в других случаях дело ограничивалось прямой, но не пропорциональной связью. Поэтому при определении наилучшей нормы выдерживания рыб в воде с глохидиями приходилось эмпирически нащупывать эту норму, исходя из того, чтобы заражаемые рыбы не впадали в угнетенное состояние во время опытов, которые проводились на открытом воздухе на берегу водоема. В практике американских ученых сроки заражений рыб меняются от 5 до 25 мин. (Coker, Shira a. oth., 1921). В наших опытах была принята норма 20-минутного заражения, которую обычно рыбы хорошо переносили. Однако в некоторых опытах заражения плотвы пришлось столкнуться с фактами полной или почти полной незаражаемости рыб при наличии проверенных инвазионно активных глохидиев. В таких случаях жаберы рыб оказывались покрытыми обильной слизью, что и являлось, по-видимому, фактором, ограничивающим или даже полностью исключавшим возможность прикрепления глохидиев. Таким образом, все явления, стимулирующие слезоотделение на жабрах рыб, в той или иной степени уменьшают заражаемость. Возможно, что такую роль может играть и раздражение жабер вонзающимися в жаберные лепестки или застревающими между ними глохидиями. В то же время, как отмечалось выше, среди глохидиев, первоначально очень активных, но находившихся в одном сосуде с рыбами в течение 40 мин., было обнаружено уже свыше 35% особей, плотно закрытых и, следовательно, утративших на какое-то время (?) способность к инвазии. Оба эти

явления (жаберное слизеотделение и закрывание глохидиев) должны создавать, таким образом, предел возможному увеличению результатов заражения путем неограниченно долгого соприкосновения рыб и глохидиев в сосудах, где производится искусственное заражение. Вопрос этот требует дальнейшего исследования. Важными факторами, определяющими результат заражения, являются также видовая принадлежность и размер рыбы. Однако значение их целесообразнее рассмотреть в связи с вопросом о конечном результате заражения.

### КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ЗАРАЖЕНИЯ

Число глохидиев, прикрепившихся к телу рыбы, т. е. первичный результат заражения, еще не определяет величину конечного результата — числа глохидиев, могущих развиться в молодых ракушек. В. А. Фаусек (1895, 1903) первый отметил гибель части уже инцистированных на рыбе глохидиев в результате защитных реакций со стороны организма хозяина — накопления в полости и в стенках цисты цитолитического эксудата, вызывающего клеточный распад глохидия с последующим уничтожением последнего фагоцитами. Аналогичные наблюдения были сделаны затем Реулингом (Reuling, 1919) и Эреем (Arey, 1923, 1932), изучавшими явления врожденного и приобретенного иммунитета у некоторых рыб к определенным видам глохидиев; в обоих случаях происходило уже не частичное, а полное сбрасывание цист с погибшими глохидиями. В наших опытах полное сбрасывание инцистированных глохидиев перловиц наблюдалось у золотистого и серебряного карася и у карпа, хотя первичный результат заражения у всех этих рыб был весьма большой (у карасей в среднем от 895 до 1034 глохидиев на рыбу при длине 10—15 см). В опытах Л. В. Ерохиной уже на четвертые сутки после заражения годовиков карпа глохидиями *U. pictorum* количество глохидиев уменьшилось с 576 до 75 экз. на рыбу, а на седьмые сутки все цисты с глохидиями уже были сброшены. Между тем, при наблюдавшихся температурах нормальный выход молодых перловиц произошел в контрольном опыте (зараженный линь) только на двадцатые сутки. В параллельных опытах с серебряным карасем полное очищение жабер от цист произошло на десятые сутки.

Если, таким образом, карпа и карасей можно признать абсолютно иммунными по отношению к глохидиям перловиц и, следовательно, совершенно непригодными для искусственного разведения этих моллюсков, то в отношении плотвы можно говорить об относительной ее иммунности, проявляющейся в определенных условиях опыта. Так, например, в опыте № 101 плотву заражали глохидиями *U. pictorum* при температуре 15—16°C, а затем рыб содержали большей частью в садках при 17—19°C (только в течение двух дней температура поднималась до 20°C). Через 14—15 суток в аквариуме начался выход молодых перловиц. На 111 нормальных экземпляров на одной рыбе приходилось 19 явно абортивных (14,6%). Однако в опытах № 97 и 98, когда заражение производили при температуре соответственно 21°C и 23°C, непосредственно после конца опыта наблюдался необычно большой процент застрявших в жабрах, но не прикрепившихся глохидиев (22—35,7%), а через 42 часа произошло уже полное очищение жабер от глохидиев. При одновременном заражении в том же сосуде окуней, которые служили контролем, наблюдалась обычная для окуней картина заражения при числе застрявших глохидиев около 12% и обычном числе прикреплений. Таким образом, на основе проведенных опытов с плотвой напрашивается вывод, что эту рыбу можно использовать для искусственного заражения глохидиями перловиц лишь при температурах,

не превышающих те, которые были в опыте № 101. При температурах выше  $20^{\circ}\text{C}$  обильное жаберное слизеотделение и, по-видимому, повышенная иммунологическая реактивность препятствуют нормальному закреплению и развитию на жабрах глохидиев. При малом пока числе опытов с плотвой вывод этот надо считать предварительным.

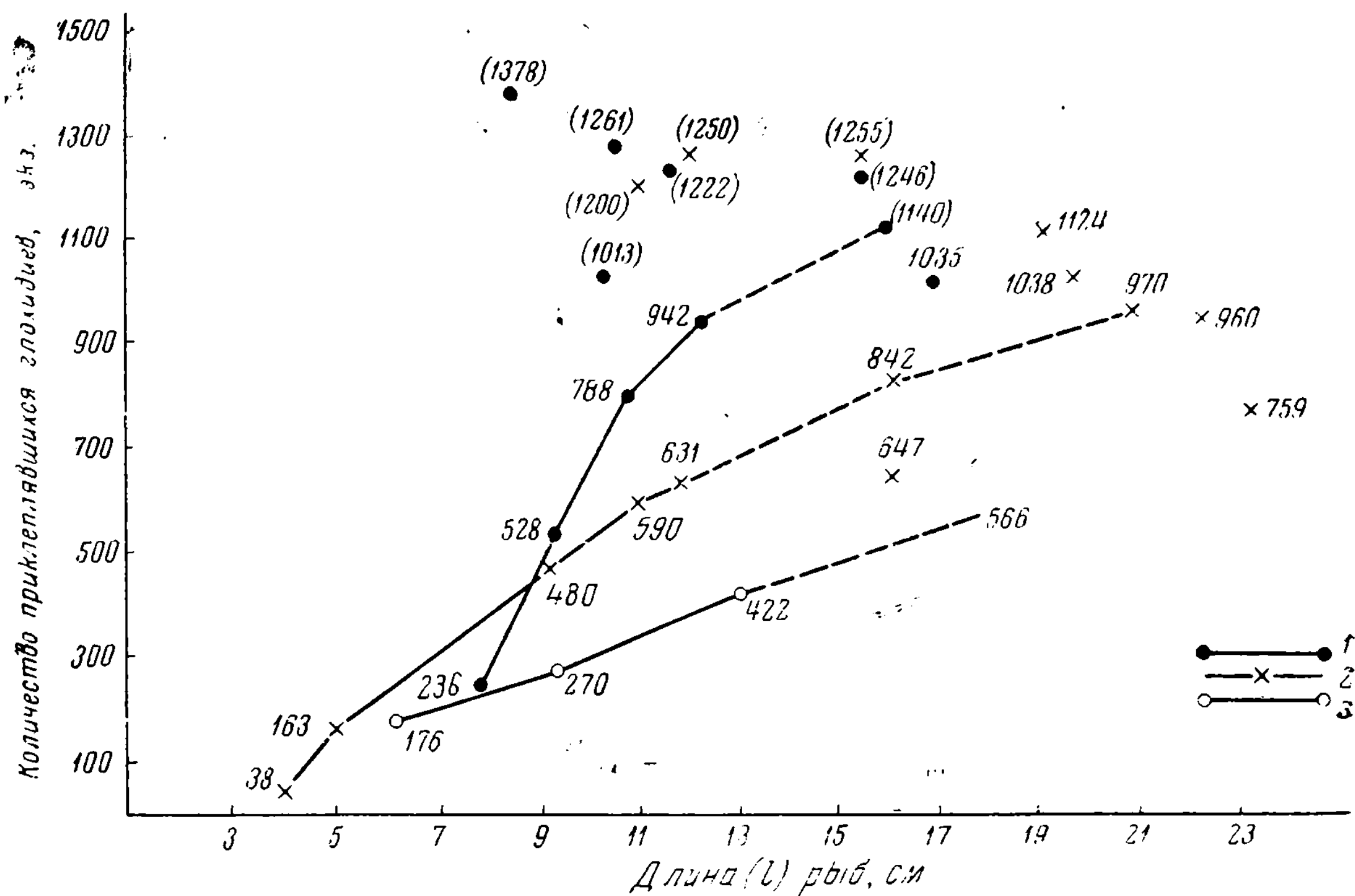


Рис. Результат искусственных заражений окуня и плотвы глохидиями. Эмпирические кривые показывают среднюю заражаемость; цифры в скобках — отдельные случаи рекордно больших заражений при насыщениях среды  $3\text{ см}^3$ : 5 л (1200, 1250, 1255 *U. pictorum*) или при  $2\text{ см}^3$ : 5 л (1378, 1261, 1222, 1246 *U. tumidus*)

1 — *U. tumidus* на окунях ( $n=17$ ); 2 — *U. pictorum* на окунях ( $n=31$ ); 3 — *U. pictorum* на плотве ( $n=39$ )

Имеющиеся в литературе указания на особенно легкую заражаемость глохидиями *Unio* окуня (Shierholz, 1889; Жадин, 1935) и на возможность развития на этой рыбе огромного количества глохидиев<sup>1</sup>, подтвердились и в наших опытах. Окунь обнаружил все качества подходящего хозяина для личинок перловиц: его заражаемость обоими видами глохидиев (*U. tumidus* и *U. pictorum*) превосходит заражаемость других возможных хозяев по показателям и первичного и конечного результатов заражения. Число глохидиев застревающих, но не прикрепляющихся к жабрам окуня, не превышало обычно в наших опытах 12%, и полное освобождение от них жабр происходило обычно уже к концу вторых суток. Элиминация глохидиев во время их метаморфоза в цистах составляла в наших опытах 2,5—3,0% от общего числа вышедших живых перловиц и сброшенных цист. Эти данные легко устанавливались при фильтрации воды и посадка из аквариумов, где содержались зараженные рыбы.

<sup>1</sup> Ширхольц (Shierholz, 1889) приводит случай оседания и развития на жабрах небольшого окуня (12 см) около 3000 глохидиев при продолжительности заражения в лабораторных условиях в течение одного часа. Однако автор описывает суммарно опыты с двумя видами *Unio* (*U. tumidus* и *U. pictorum*) и с пресноводной жемчужницей *Margaritana margaritifera*, у которой более мелкие глохидии. Остается неизвестным, к какому виду моллюсков относилась столь большая цифра заражаемости.



Одним из важных факторов, определяющих первичный результат заражения, является размер рыбы, но, как и другие факторы, он имеет лишь относительное значение и может настолько перекрываться действием других, что в единичных случаях связь между обеими указанными величинами может стать не прямой, а обратной. Однако общая закономерность — увеличения результата заражения с увеличением размеров рыбы (при наличии лишь отдельных уклонов) явно обнаружилась при заражении лишь отдельных уклеек и других рыб в пределах тех размерных границ последних, которые охватывали подопытный материал (см. рисунок). Сравнение кривых заражаемости у окуня и плотвы ясно обнаруживает преимущества окуня. То же самое может быть отмечено по отношению и к другим рыбам, подвергавшимся заражению в наших опытах — густере, линю, уклейке. *Легкая заражаемость окуней и благоприятные условия развития на них гложидиев перловиц не только делают эту рыбу перспективным объектом для разведения промысловых ракушек, но дают также возможность широко пользоваться ею для контрольных заражений при испытании других видов рыб или качества употребленных в опыте гложидиев.* Как контрольный объект заражения оказалось возможным использовать также линя, хотя у этой рыбы, по-видимому, имеется значительная элиминация гложидиев в цистах при температуре выше 20° С (наблюдение Л. В. Ерохиной). Несмотря на то, что в лабораторных условиях искусственное заражение единичных уклеек в опытах Гармса (Harms, 1908) показало полную возможность развития на них перловиц, наши попытки заражения их в тех же условиях, в каких мы заражали других рыб, были неудачными, так как уклейки во время опытов легко впадали в угнетенное состояние, а поэтому очень слабо заражались и потом очень плохо выживали в садках.

Результат заражения гложидиями *U. tumidus* оказался в среднем выше, чем результат заражения более крупными гложидиями *U. pictorum*, что, вероятно, связано с более легким взмучиванием первых. Однако наибольшие результаты заражения отдельных рыб теми или другими гложидиями почти совпадают (см. рисунок).

## ВЫВОДЫ

1. В проведенных опытах были сделаны попытки овладеть методом искусственного разведения промысловых видов перловиц и подготовлена почва для постановки соответствующих опытов уже в полупроизводственном масштабе. Небольшой пока масштаб производившегося заражения рыб (работали в основном два и лишь временами три человека) легко может быть увеличен. Кроме того, искусственное заражение рыб гложидиями может и должно сочетаться с мероприятиями по интенсификации естественного заражения рыб в водоемах (см. статью Б. В. Властова в наст. томе).

2. Решение чисто практической задачи, выдвинутой в постановлении правительства РСФСР — искусственного воспроизводства запасов пресноводных промысловых моллюсков, — привело к установлению ряда новых фактов из биологии размножения и развития этих моллюсков: порционности яйцекладок и фазы размножения у перловиц (Властов, 1961), прижизненной диагностики пола при отсутствии внешних признаков полового диморфизма, взаимоотношения полов, обеспечивающих успех оплодотворения, и, наконец, некоторых сторон взаимоотношений между рыбами и их временными паразитами — гложидиями.



## ЛИТЕРАТУРА

- Бартош А. А. 1939. Биология и запасы перловицы р. Кубни.— Труды об-ва естествоиспытателей при Казанском у-те, т. 55, вып. 3—4.
- Властов Б. В. 1932. Униониды р. Оки (Башкирская АССР).— Бюллетень Московского об-ва испытателей природы, Новая серия, т. 41, вып. 3—4.
- Властов Б. В. 1934. Биология жемчужницы и проблема использования ее раковин как перламутрового сырья.— Труды Бородинской биол. станции, т. 7, вып. 2.
- Властов Б. В. 1948—1949. Биологические основы искусственного разведения прудовых видов перловиц, ч. 1—2. — Рукопись (Всерос. научно-исслед. ин-т прудового рыбного хоз-ва).
- Властов Б. В. 1956. Прижизненная диагностика пола у видов перловицевых, не имеющих внешних признаков полового диморфизма.— Зоол. журнал, т. XXXV, вып. 1.
- Властов Б. В. 1961. Порционность яйцекладок, фазы размножения и продолжительность эмбриогенеза у видов перловиц.— Труды Ин-та медицинской паразитологии им. Е. И. Марциновского, т. IV.
- Властов Б. В. и Ерохина Л. В. 1951. Биологические основы искусственного разведения промысловых видов перловиц, ч. 3. — Рукопись (Всерос. научно-исслед. ин-т прудового рыбного хоз-ва). Приложение к ней: инструкция по разведению перловиц.
- Жадин В. И. 1930. К проблеме советского перламутра.— Бюллетень рыбн. хоз-ва, № 9—10.
- Жадин В. И. 1935. Пресноводные промысловые моллюски.— Природа, № 8.
- Жадин В. И. 1937. Промысловые моллюски пресных вод СССР. М.— Л.
- Жадин В. И. 1938. Сем. Униониды.— Фауна СССР, новая серия. Моллюски.
- Жадин В. И. 1939. К экологии жемчужницы *Margaritana margaritifera* L.— Известия Всесоюз. научно-исслед. ин-та озерн. речн. рыбного хоз-ва, т. 21.
- Лукин А. В. 1937. Отчет о работе по изучению запасов промысловых ракушек в водоемах ТАССР.— Труды об-ва естествоиспытателей при Казанском ун-те, т. 55, вып. 1—2.
- Овчинников И. Ф. 1932. *Unio crassus* Retz. m. *ater* Nills. и его промысловое значение.— Труды Зоол. ин-та АН СССР. 1.
- Сент-Илер К. К. 1939. К экологии пресноводных моллюсков рода *Unio*.— Рукопись (Всероссийский научно-исслед. ин-т прудового рыбного хоз-ва).
- Сент-Илер К. К. 1940. Опыты выращивания глохидиев в искусственных средах.— Рукопись. (Всерос. научно-исслед. ин-т прудового рыбного хоз-ва).
- Троицкий С. К. 1934. Пресноводные ракушки Азово-Черноморского края.
- Троицкий С. К. 1939. Материалы по размножению унионид в водоемах Ростовской области и Краснодарского края.— Труды Ростовского областного биол. об-ва, вып. 3.
- Фаусек В. А. 1895. О паразитизме личинок беззубки в коже рыб. (нем.)— Biol. Zbl., Bd. 15.
- Фаусек В. А. 1903. Паразитизм личинок *Anodonta*.— Записки Академии наук, серия 8, т. 13, № 6.
- Grey L. B. 1923. A microscopical study of glochidial immunity.— Anat. Rec., v. 26.
- Grey L. B. 1932. A microscopical study of glochidial immunity.— J. Morphol., v. 53.
- Coker R. E., Shira A. F., Clark H. W., Howard A. D. 1921. Natural history and propagation of fresh-water mussels.— Bull. Bur. Fish., v. 32.
- Ellis M. M. and M. D. 1926. Growth and transformation of parasitic glochidia in physiological nutrient solutions.— Science, v. 64.
- Harms W. 1908. Die postembryonale Entwicklung von *Unio pictorum* und *U. tumidus*.— Zool. Anz., Bd. 32.
- Herbers K. 1913. Entwicklungsgeschichte von *Anodonta cellensis* Schröt.— Z. wiss. Zool., Bd. 108.
- Reuling F. H. 1919. Acquired immunity to an animal parasite.— J. of Infect. Diseases, v. 24.
- Schierholz C. 1889. Über Entwicklung der Unioniden. Denkschriften d. k. Akademie der Wissenschaften Math.— Naturwissensch.— Classe, Bd. 55.

**Б. В. ВЛАСТОВ**

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ  
РАЗМНОЖЕНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ МОЛЛЮСКОВ (ВИДОВ UNIO)  
В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМОЙ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЗАПАСОВ  
ПЕРЛАМУТРОВОГО СЫРЬЯ В НАШИХ ВНУТРЕННИХ  
ВОДОЕМАХ**

**2. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЗАРАЖЕНИЙ  
РЫБ В ВОДОЕМЕ ЛИЧИНКАМИ ПЕРЛОВИЦ — ГЛОХИДИЯМИ**

*(Кафедра зоологии беспозвоночных МГУ; Москва)*

Увеличение продуктивности размножения видов перловиц — главных у нас поставщиков перламутрового сырья, может быть достигнуто путем массовых искусственных заражений рыб личинками этих моллюсков — глохидиями, проходящими на рыбах определенный отрезок своего онтогенеза в качестве их временных паразитов. Как отмечалось в первом сообщении, основной залог успеха в этом деле — это относительно точная согласованность в сроках добычи зрелых глохидиев и, соответственно, в сроках отлова рыб (Властов и Ерохина, 1951, наст. том; Властов, 1961). Некоторая сложность такого согласования определяется, с одной стороны, необходимостью безошибочного определения сроков достижения глохидиями полной зрелости в жабрах самок (что требует продолжительных наблюдений над их развитием) и, с другой стороны, обязательного приурочивания отловов рыб к узким срокам выхода зрелых глохидиев, что не всегда удается. Поэтому очень важно, помимо искусственных заражений рыб глохидиями, располагать также и другим равнозначным методом повышения продуктивности размножения перловиц, применение которого не связывалось бы с указанными выше трудностями.

При искусственных заражениях рыб повышение шансов попадания на них глохидиев, и соответственно, выход молодых ракушек, обуславливается концентрацией в сосудах искусственно выделенных глохидиев и заражаемых ими рыб. Но возможен и другой путь — создание в самом водоеме очагов концентрации рыб и беременных самок перловиц: глохидии по мере своего созревания будут естественным путем выбрасываться самками в водоем и при концентрации перловиц с рыбами в ограниченном пространстве очень большая часть тех глохидиев, которые обычно гибнут при рассеянии по водоему, будет попадать здесь естественным путем на жабры рыб. Теоретически такое решение вопроса о направленном воздействии на естественный процесс заражения рыб глохидиями вполне обосновано, но на практике оставалось совершенно неясным, какова должна быть степень пространственной концентрации рыб и перловиц, чтобы это принесло ощу-

тимые результаты, и каким наиболее выгодным способом должны создаваться в водоеме очаги концентрации рыб и моллюсков? В настоящее время еще не может быть дано исчерпывающих ответов на оба эти вопроса, но уже в первых проведенных опытах не только обнаружилась перспективность самого принципа создания упомянутых очагов, но наметились как более выгодные, так и невыгодные пространственные отношения в размещении рыб и перловиц.

В проведенных опытах предназначенных для заражения рыб (окуней) помещали в небольшие садки вместе с беременными самками перловиц (*Unio tumidus* и *U. pictorum*), а садки устанавливались на глубине 0,5 м в одном из зимовальных прудов Саввинского опытного рыбоводного хозяйства Всесоюзного научного института прудового рыбного хозяйства. На время опытов из пруда удалялись все другие садки с перловицами, чтобы рыбы в опытных садках могли заражаться гложидиями только от самок, находившихся в общих с ними садках.

Проверка результата заражения, т. е. числа прикрепившихся к жабрам гложидиев, производилась с учетом двух важных сроков: возможного срока выбрасывания самками зрелых гложидиев и продолжительности прохождения перловицами паразитической стадии их развития на рыбах (Властов, 1949). Соответственно, к концу опыта жабры самок оказывались уже опорожненными от гложидиев, а на жабрах рыб можно было видеть цисты с зародышами перловиц на разных стадиях еще далеко не законченного метаморфоза. Взмучивание гложидиев с досчатого дна садка происходило здесь без искусственного вмешательства и обуславливалось в основном движениями самих рыб после того, как выброшенные самками гложидии опускались на дно. Чтобы судить о результате заражения рыб в опытных садках, часть окуней из того же улова, из которого были и подопытные окуни, фиксировалась сейчас же после вылова для определения их естественной зараженности гложидиями до опыта.

В первом опыте<sup>1</sup> садкового заражения окуней в садок с площадью дна 9832,5 см<sup>2</sup> (103,5 см × 95 см) 30 июня были помещены 116 окуней (от 5,3 до 10 см длиной) и 15 беременных самок *U. pictorum* с зародышами, находившимися на разных стадиях развития. До окончательной проверки результатов опыта садок не вынимали и не сдвигали, а состояние рыб контролировалось через люк в крышке; через него же сачком удалялись погибшие рыбы: за 10 суток их было 8 экз., что составило 6,9% и не превышало обычного процента гибели рыб в небольших садках в жаркое время лета.

По установленным ранее данным о продолжительности прохождения зародышами различных стадий эмбриогенеза (Властов, 1961), первые выбрасывания зрелых гложидиев у некоторых самок должны были произойти уже через 1—1½ суток, а последние — через 9—10 суток после начала опыта. При окончательной проверке результатов опыта (10 июля) оказалось: 1) из оставшихся 108 рыб незараженными были только два окуня (1,85%); на каждую рыбу приходилось в среднем 42—43 гложидия, а за вычетом естественной зараженности окуней того же улова до опыта (2—3 гложидия на одну рыбу) — 40 гложидиев на рыбу; 2) наибольшая интенсивность заражения оказалась не у самых крупных из подопытных рыб (10—10,5 см), а у наиболее подвижных (7,6—8,9 см); 3) хотя средняя зараженность окуней в опыте примерно в 20 раз превзошла зараженность их в природных условиях в головном пруду Рыбхоза (причем зараженными оказались не 22,5% рыб, как в пруду, а 98,15%), все же результат опыта

<sup>1</sup> Опыт № 100 по нумерации опытов, общей с опытами искусственных заражений рыб в сосудах.

нельзя считать достаточно эффективным: зараженность окуней здесь лишь сравнялась с той, которая может наблюдаться и в природных условиях в дни наибольшего выбрасывания самками гложидиев в водоем, в среднем, до 37 гложидиев на окуня (Властов, 1948).

В связи с этим в следующем опыте (№ 103) садок был взят меньшего размера, с квадратным дном (49 × 49 см) площадью 2401 см<sup>2</sup>. 8 июля в него было посажено 30 окуней (от 6,6 до 10,5 см длиной) и 15 уклеек, а из перловиц — две беременные самки *U. tumidus* и одна — *U. pictorum*; через

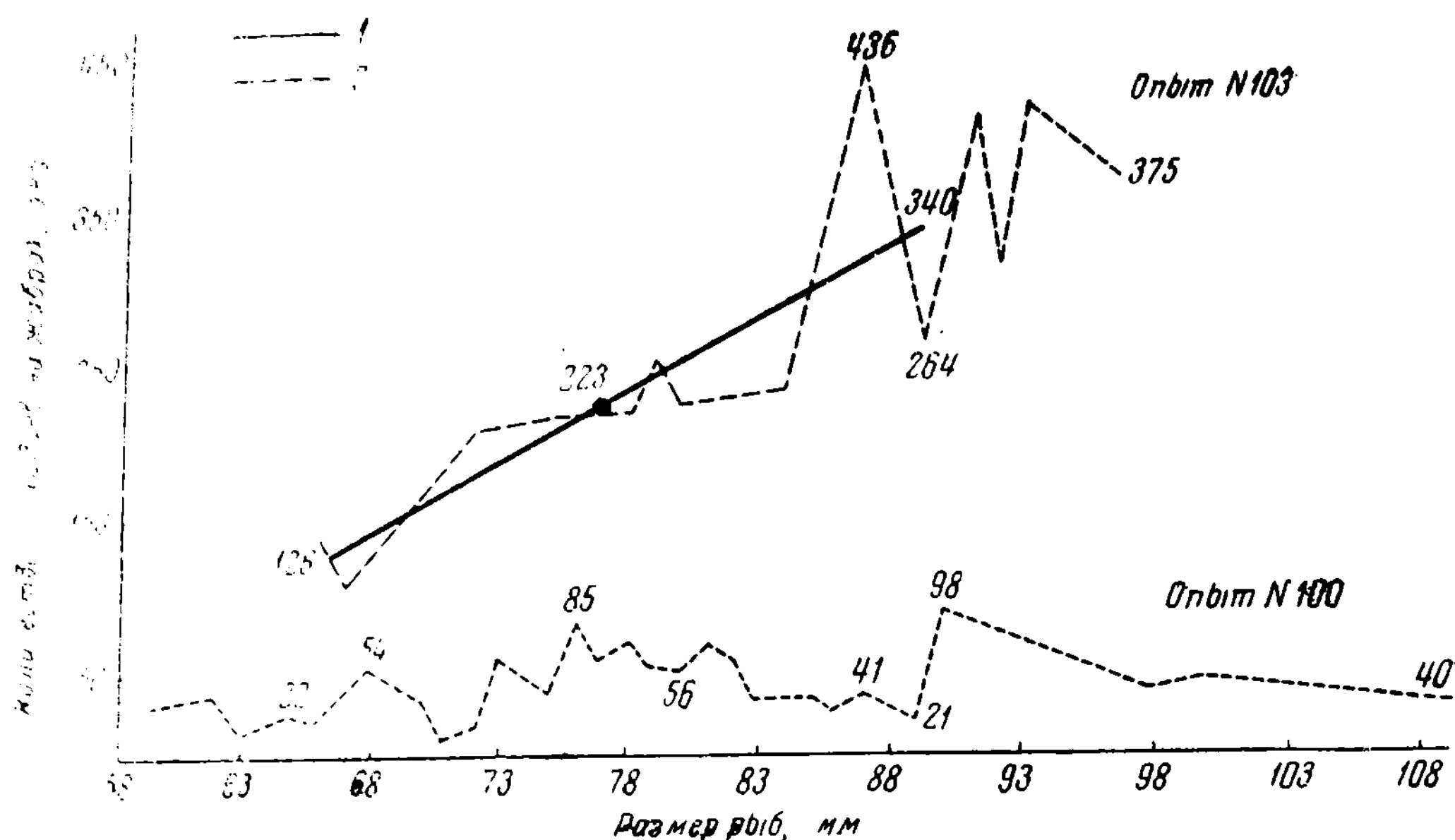


Рис. Результат заражения гложидиями окуней при более тесной (опыт № 103) и менее тесной (опыт № 100) близости рыб и беременных самок перловиц в садках

1 — кривая средней зараженности; 2 — показательные числа прикреплений гложидиев

два дня к ним были посажены еще две самки *U. tumidus*; у всех зародыши были на поздних стадиях эмбриогенеза, а у одной из них жабры были уже наполовину опорожнены от зрелых гложидиев. Через семь суток отход окуней составил 10%; у всех самок перловиц жабры были пустыми; все выжившие рыбы были заражены, а среднее число гложидиев на одну рыбу было 273. За вычетом среднего заражения до опыта 31 окуня из того же улова (1,1 гложидия на рыбу) заражение в опыте определилось как 272 гложидиев на рыбу, т. е. 7344 гложидиев на 27 рыбах. При столь значительном заражении в опыте окуней, на уклейках не было найдено ни одного гложидия.

Очень резкая разница в результатах обоих опытов (см. рисунок) не может быть объяснена ни некоторыми различиями в степени насыщения гложидиями среды, ни составом рыбного населения обоих садков. В опыте № 103 уклейки, как верховые рыбы, держались, по-видимому, все время в верхней части садка, высота которого равнялась 31 см, и не попадали или почти не попадали в придонный слой воды, толщиной около 10 см, где преимущественно и могли находиться внутри садка взвешенные гложидии, выброшенные самками или взмученные со дна садка движениями рыб. Только этим и можно объяснить полное отсутствие гложидиев на жабрах этих рыб, вообще легко заражаемых (Harms, 1908). Таким образом, причина расхождений в результатах опытов кроется в различном насыщении среды гложидиями и различной посещаемости окунями участков концентрации гложидиев.



В опыте № 100 на площадь дна около 1 м<sup>2</sup> приходилось 15 самок перловиц (*U. pictorum*) средней длиной 75 мм, что при перерасчете на площадь, в четыре раза меньшую, как в опыте № 103, составляло около четырех самок (3,7), т. е. немного меньше, чем было в этом последнем опыте (4,5 экз. *U. tumidus*, а по наблюдениям Л. В. Ерохиной количество глохидиев у них в жабрах примерно в 1,5 раза превышает количество глохидиев в жабах самок *U. pictorum* при одинаковом линейном размере тех и других, соответственно и насыщение глохидиями среды в опыте № 103 должно было быть больше, чем в опыте № 100. Различие это не могло все же почти в семь раз повысить эффект заражения в первом по сравнению со вторым: в опытах искусственного заражения рыб глохидиями небольшие различия в степени насыщения ими воды не отражаются существенно на результате заражения (см. Властов и Ерохина, наст. сборник). Поскольку уклеи в опыте № 103 держались, по-видимому, вне инвазионного слоя, и следовательно, не могли способствовать лучшему взмучиванию глохидиев со дна, активно действующим в этом отношении фактором в обоих опытах могло быть лишь окуневое население садков, а плотность посадки окуней в обоих случаях была почти одинакова (29 и 30 рыб на 0,5 м<sup>2</sup>). Наоборот, обращаясь к вопросу о пространственном распределении в садках рыб и перловиц, можно видеть существенные различия, которые, по-видимому, и обусловили резкую разницу в результатах обоих опытов. Каждый раз самки помещались в центре садка, где в основном и должны были концентрироваться выброшенные глохидии. При значительно большем просторе перемещений окуней в опыте № 100, их попадания в центральную часть садка, где они по преимуществу и могли заражаться, были много более редкими, чем в небольшом садке с квадратным дном, как в опыте № 103: два окуня, оставшиеся незараженными в опыте № 100, по-видимому, и вовсе не попали в инвазионную часть садка. Соответственно, в опыте № 100 более интенсивно заражались не самые крупные, а мелкие, но более подвижные окуни. Наоборот, в опыте № 103 отчетливо проявилась прямая связь между результатом заражения и увеличением размера рыб, что указывает на равномерное посещение почти всеми рыбами центральной части садка, где сосредоточивалась главная масса выброшенных глохидиев. Таким образом, резкая разница в эффективности обоих опытов находит свое объяснение в различном пространственном распределении рыб и перловиц в садках. Опыт № 103 показывает, что близость рыб и беременных самок перловиц в очагах концентрации тех и других должна быть весьма тесной, чтобы она принесла ощутимые результаты. В этом опыте результат заражения окуней лишь немного уступал результату искусственного заражения их в сосудах с выделенными глохидиями, что видно при сравнении средней интенсивности заражения рыб одного и того же размера. (Например, для окуней длиной 8,9 см соответственно 340 глохидиев во втором опыте и около 450 глохидиев при искусственных заражениях).

Отмеченная перспективность нового метода повышения продуктивности размножения перловиц дает основание для продолжения опытов в этом направлении. В дальнейших опытах должна быть найдена наиболее целесообразная и экономичная форма создания очагов концентрации в виде садков или огораживаемых участков в водоеме, где не было бы опасности сноса течением выброшенных самками глохидиев. При выборе в водоеме участков с грунтом, благоприятным для развития и роста молодых ракушек после их перехода к свободному существованию, очаги интенсивных заражений рыб могли бы одновременно стать и очагами роста молодых пер-

ловниц. Проще всего это могло бы осуществляться в огораживаемых участках прибрежной зоны, где молодые перловицы непосредственно падали бы на грунт, закончив свой метаморфоз на рыбах.

Однако полученные данные указывают на необходимость очень большой концентрации перловиц и рыб для того, чтобы число глохидиев, оседающих на жабрах рыб, очень сильно возросло бы по сравнению с обычным. Поэтому при огораживании участков значительной протяженности необходимая концентрация в них ракушек и рыб может оказаться практически невыполнимой. Более целесообразна была бы поэтому постановка в первую очередь опытов огораживания только тех ограниченных участков прибрежной зоны, где уже имеются массовые скопления перловиц; в этих случаях задача сводилась бы к выпуску в пределы огражденных участков рыб, чтобы на время увеличить плотность их населения в местах скопления моллюсков.

Параллельно с опытами интенсификации заражений рыб в огороженных участках водоема надо считать первоочередными также и опыты садкового заражения рыб, поскольку этот метод уже обнаружил свою эффективность. Необходимо, однако, выработать такую конструкцию садков, которая обеспечивала бы легкое выпадение в грунт закончивших метаморфоз молодых ракушек. Целесообразно было бы испытать конструкцию садков с решетчатым дном и боковыми стенками, нижняя половина которых делалась бы из плотного материала и только верхняя половина была бы водопроницаема как обычно в садках. Эти садки можно было бы закапывать в грунт до уровня верхней водопроницаемой части стенок; дно садка оказывалось бы при этом прикрытым грунтом. В таких садках рыбы после их заражения выдерживались бы до тех пор, пока они не освобождались бы от глохидиальных цист. После этого садок может быть вынут за ручки, приделанные к его боковым стенкам, и грунт с молодыми перловицами будет свободно уходить через решетчатое дно; рыбы же будут выпускаться в водоем или использоваться для новых заражений.

*Создание очагов концентрации в водоеме рыб и перловиц может осуществляться параллельно с проведением искусственных заражений рыб в сосудах.*

Опыты садкового заражения глохидиями рыб, помимо своего практического значения, могут дать ценный материал для выявления некоторых общих закономерностей возникновения инвазий в водной среде в зависимости от фактора пространственного распределения паразитов и хозяев.

#### ЛИТЕРАТУРА

- В л а с т о в В. В. 1948. Биологические основы искусственного разведения промысловых видов перловиц. ч. 1.—Рукопись. (Всеросс. научно-исслед. ин-т прудового рыбного хоз-ва).
- В л а с т о в В. В. 1949. Биологические основы искусственного разведения промысловых видов перловиц. ч. 2.—Рукопись. (Всеросс. научно-исслед. ин-т прудового рыбного хоз-ва).
- В л а с т о в В. В. и Е р о х и н а Л. В. 1951. Биологические основы искусственного разведения промысловых видов перловиц, ч. 3.—Рукопись (Всеросс.научно-исслед. ин-т прудового рыбн. хоз-ва). Приложение к ней: инструкция по разведению перловиц.
- В л а с т о в В. В. 1961. Порционность яйцекладок, фазы размножения и продолжительность эмбриогенеза у видов перловиц.—Труды института медицинской паразитологии им. Е. И. Марциновского, т. IV.
- В л а с т о в В. В. и Е р о х и н а Л. В. Повышение продуктивности размножения промысловых моллюсков (видов *Unio*) в связи с проблемой воспроизводства запасов перламутрового сырья в наших внутренних водоемах. 1. Задачи и методы работы.—Наст. том.
- r m s W. 1908. Die postembryonale Entwicklung von *Unio pictorum* und *Unio tumidus*.—Zool. Anz. Bd. 32.

П. И. УСАЧЕВ

## КОЛИЧЕСТВЕННАЯ МЕТОДИКА СБОРА И ОБРАБОТКИ ФИТОПЛАНКТОНА

(Институт океанологии АН СССР; Москва)

Давно известно, что сетные сборы планктона, если они собраны редкоячейными сетями из мельничного сита меньше № 42, отбирают только крупные формы фитопланктона, пропуская всю «мелочь», а пробы, собранные мелкоячейными сетями из мельничного сита больше № 42, при ловах непосредственно в толще моря не являются количественно верными, так как ячейка очень быстро забивается детритом и планктоном и сети плохо фильтруют воду. Кроме того, коэффициент фильтрации сетей подвержен чрезвычайно резким колебаниям ввиду их изношенности, а последняя зависит от качества шелка или другого материала, из которого сделано сито («мельничный газ» № 16—77 или крупяное сито № 110—115). Поэтому для сбора фитопланктона при исследовании морей в СССР стали использовать осадочный метод. Впервые он начал применяться мною в 1924 г. при исследовании Азовского и Черного морей в экспедиции Н. М. Книповича (Усачев, 1926; Книпович, 1926).

Этот метод, рекомендованный в отечественных инструкциях и проверенный многолетней практикой, вошел теперь как стандартный при всех океанологических исследованиях в СССР. Между тем его применяют не всегда и не так, как следует. Поэтому будет полезно этот метод, как он сейчас разработан на практике, изложить более подробно, чем это делалось до сих пор.

Применяя осадочный метод сбора фитопланктона, необходимо выполнять следующие требования.

1. Посуда для взятия проб должна быть предварительно тщательно вымыта и ополоснута формалиновой водой, а корковые пробки необходимо проварить в воде с формалином и, как и пластмассовые крышки, перед употреблением протереть формалином. Это предохраняет пробы от плесени.

2. Вода, взятая батометром из определенного слоя, сливается в объеме 1 л и больше в склянку (желательно употреблять сосуды узкие и высокие), тут же фиксируется формалином до явного запаха и закрывается пробкой. Точки сбора проб по вертикали должны быть согласованы с работниками смежных специальностей, и обязательно с гидрохимиками и гидрологами. При работах на судах воду в склянках вместе с фиксатором рекомендуется доливать до горлышка: это предохранит пробу от вредного взбалтывания. Формалин обязательно должен быть *нейтральным и совершенно прозрачным*. Если фиксация проб с первого раза была совершена с добавкой небольшого, но совершенно достаточного количества 40%-ного формалина до явного его запаха, то такую фиксацию можно считать удачной. При ней очень хорошо сохраняются у ряда форм жгути, содержимое клетки почти



не деформируется, хорошо сохраняется положение хромотофоров и прочие признаки «живой» клетки. При большом количестве фитопланктона объем воды на батометре можно уменьшить до 250 мл, но в бедных планктонном водоемах (например, в тропических водах) для осаждения рекомендуется брать 2—3 л и больше.

Кроме формалина, хорошим фиксатором, особенно для нежных форм фитопланктона (например, окрашенных жгутиковых), является крепкий йодный раствор йода с йодистым калием (Усачев, 1926), который следует наливать в пробу до ее слабой желтой окраски. Пробу надо держать в темноте или тщательно завернутой в черную бумагу. После концентрирования (см. пункт 4) пробу еще раз пополняют фиксатором до явно желтого оттенка. Перекрашенные йодом организмы в дальнейшем при обработке легко отмываются раствором йодистого калия.

3. На прочную этикетку тушью наносят данные, которые приняты при сборах планктона, и *не бросают* в склянку с пробой, а сначала завертывают в плотную бумагу, а затем привязывают к *горлышку склянки*. При дальнейшей упаковке пробы привязанная этикетка заливается горячей упаковочной смесью вместе с пробкой (крышкой).

4. Фиксированные пробы отстаиваются в течение 10—14 дней и более в темном и спокойном месте. За это время произойдет осаждение водорослей, за исключением планктонных сине-зеленых и других, плавающих в самом поверхностном слое пробы. Отстоявшиеся пробы подвергаются дальнейшей обработке, т. е. концентрированию планктона — его осадка и плавающего слоя, — что достигается сливанием среднего слоя воды. Для этого применяется очень тонкая стеклянная трубка-сифон с загнутым на 2 см вверх и несколько оттянутым концом, который все время поддерживается (например, при помощи пробки) в *среднем* слое пробы. Сливать жидкость надо медленно, по каплям или очень тонкой струей, стараясь не нарушить сохранность осадка и не засосать плавающий слой планктона. Когда объем доводится до 30—80 мл, проба переливается в мелкую посуду. Стенки сосуда, в котором отстаивалась проба, следует раза два ополоснуть и «ополоски» слить в общую пробу осадка. Не всегда, конечно, удастся довести осаждение до указанного объема, — иногда осаждение приходится вести второй раз, но тогда новое осаждение проводят в еще более узкой и высокой посуде. Сифонные трубки после каждой пробы тщательно моются. Строго запрещается надевать на сифонный конец какие-либо сетяные колпачки или ватные пробочки. При таких приспособлениях теряется часть сбора или, что особенно нежелательно, происходит загрязнение пробы внесением осадка из предыдущих сборов.

После сцеживания, если проба потеряла запах формалина, производится по каплям доливка его до восстановления *явного* запаха.

5. С горлышка первичной склянки снимается этикетка, в ней отмечается (если это требуется) количество слитой из пробы воды, после чего она привязывается уже к горлышку новой склянки — с концентрированным сбором. На стенку пробы с внешней стороны наклеивается небольшая этикетка с номером станции и номером пробы. В таком виде и сохраняются пробы осадочного планктона; при этом в сырых хранилищах следует тщательно наблюдать за сохранностью привязанных к горлышку этикеток.

Обработку сборов осадочного планктона, как и других проб, фиксированных формалином, рекомендуется не затягивать по времени, так как особенно нежные формы наннопланктона могут довольно быстро растворяться или изменять форму. В пробах с кислой реакцией наблюдается разрушение кокколлитов у кокколлитин, растворение оболочек у окрашенных жгутиковых и проч.



По сравнению с другими осадочный метод имеет следующие преимущества.

1. Видовой состав фитопланктона и вообще микропланктон бывает представлен значительно полнее за счет мелких и мельчайших форм. В количественной неприкосновенности сохраняются органический детрит и минеральные взвеси.

2. Небольшое количество формалина или йода на большой объем воды очень «нежно» фиксирует водоросли, сохраняя нормальное состояние хроматофоров, окраску их, наличие жгутов, строение мелких форм и проч. На ряде примеров из практики можно сказать, что сохранность мелких окрашенных жгутиковых в осадочном планктоне была даже лучше, чем при центрифужном или мембранном методе сбора нефиксированного планктона.

3. Совершенно *точное* знание объема взятой воды, из которой получена проба. Это особенно важное преимущество метода, поскольку при сборе планктона крупно- или мелкочейными сетями искажаются видовой состав, численность и количественные соотношения форм.

4. Метод не требует больших затрат и не связан со специальными приборами.

5. При применении осадочного метода сохраняется точность в местоположении сборов по горизонтам и приуроченность их к гидрологическим и гидрохимическим точкам сбора. В СССР для характеристики фитопланктона при океанологических работах, как обязательные, берутся пробы осадочного планктона на 0, 10, 20, 25, 50, 100 м и над температурным скачком.

6. Осадочный планктон, если сборы его были тщательно проведены, представляет собой весьма достоверный материал для суждения о составе, в первую очередь — об основных формах и формах большого и среднего количественного развития, и количестве микро- и наннопланктона.

7. Сборы, произведенные этим методом, являются не менее достоверными для суждения о минеральной и органической взвезях. Поэтому при обработке фитопланктона рекомендуется одновременно вести наблюдения и над детритом.

Осадочный метод имеет ряд недостатков.

1. Основным недостатком является фиксация организмов, так как растительную клетку следует изучать в живом виде.

2. При фиксации, как бы она удачно ни проходила, какое-то количество мелких жгутиковых ломается и пропадает для исследователя.

3. Некоторая громоздкость и соблюдение особой тщательности при фиксации, сливании и при концентрировании пробы.

4. Малый или сравнительно малый объем воды, из которой получают пробы, и ограниченность их небольшой частью сбора по горизонтам являются большим недостатком осадочного метода. Для преодоления этого недостатка можно рекомендовать, во-первых, брать большие объемы воды и, во-вторых, на более частых горизонтах.

Этот существенный недостаток, как и остальные, можно отнести к любому методу лова планктона, к любой методике сбора, так как нет и не может быть *единого* и удовлетворительного метода сбора на все случаи исследования микро- и наннопланктона.

Когда важные вопросы об однородности методики, применяемой для количественного анализа и точного определения количества воды, взятой для пробы планктона, были так просто решены применением осадочного метода сбора, тогда возникла потребность в получении более точных количественных данных по численности и биомассе. В СССР при количественном анализе фитопланктона определяется одновременно и то и другое.

Количественная обработка осадочных сборов ведется разными способами. В Институте океанологии АН СССР принято подсчет диатомей и перидиней вести по клеткам, сине-зеленых и других — по нитям или колониям определенной величины («счетные единицы»). При подсчете чаще всего употребляется способ Гензена.

Некоторые исследователи применяют различные счетные пластинки и камеры, например камеры «Нажотта» объемом 0,05 мл, «Тома» или «Бюркера» (для подсчета кровяных телец) и др.

Само собой разумеется, что стандартных объемов отдельных видов для расчета биомассы фитопланктона, добытого в разных морях или областях Мирового океана, не существует, так как размеры клеток могут сильно колебаться не только в отдельных морях, районах и участках их, но и в зависимости от сезона, от стадии развития и проч. Поэтому всегда следует предпочесть расчеты объемов по *собственным* наблюдениям, чем пользоваться уже готовыми, казалось бы, полученными при сходных условиях. Те стандартные объемы (вес), которые сейчас публикуются в методических статьях, годны для грубых, в первом приближении, расчетов биомассы.

Биомасса, а не общая численность вернее отражает действительное количественное состояние в развитии фитопланктона. Именно показатели биомассы дают верное основание судить о распределении фитопланктона, динамике в развитии его во времени и пространстве, продуктивности разных морей и их частей.

Количественная характеристика фитопланктона морей СССР по сборам, выполненным описанными методами сбора и обработки, дана мною в статье по общей характеристике фитопланктона морей СССР (Усачев,

1947), а более подробные сведения методического порядка на конкретных примерах можно найти в другой работе по колебанию количества фитопланктона в Северном Каспии (Усачев, 1948).

Применяя осадочный метод сбора, мы не должны забывать главное при наших работах — изучать фитопланктон в *живом* виде. Для этого предварительно применяют центрифугирование и фильтрацию через мембранные фильтры. В первом случае для сохранения живыми нежных окрашенных жгутиковых не следует применять большие скорости. Так, если в пробе воды содержится нормальное количество микральной и органической взвесей, то скорость не должна превышать 3 тыс. об./мин. При фиксации через мембранные фильтры следует время от времени проверять проходимость фабричных фильтров, особенно так называемых «предварительных». Их способность оставлять организмы на себе или пропускать их через себя колеблется в самых различных пределах в зависимости от величины самих организмов. Кроме того, не следует вести фильтрацию под сильным искусственным давлением. Лучше брать небольшое количество воды и производить фильтрацию при слабом подсасывании ртом. Это гарантирует сохранность окрашенных жгутиковых и зеленых водорослей, а также естественное состояние органического детрита.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

- К н и п о в и ч Н. М. 1926. Работы Азовской научно-промысловой экспедиции в 1922—1924 гг. (предварительный отчет). — Труды Азовско-Черноморской научно-промысловой экспедиции, вып. 1.
- У с а ч е в П. И. 1926. К методике планктонных исследований. — Дневник Всесоюзного съезда ботаников в Москве 1926 г. Изд.-во МГУ.
- У с а ч е в П. И. 1947. Общая характеристика фитопланктона морей СССР. — Успехи современной биологии, т. XXIII, вып. 2.
- У с а ч е в П. И. 1948. Количественное колебание фитопланктона в Северном Каспии. — Труды Ин-та океанологии, т. II.

Г. К. БАРАШКОВ

## О МЕТОДИКЕ РАЗДЕЛЬНОГО СБОРА МОРСКОГО ФИТО- И ЗООПЛАНКТОНА

(Мурманский морской биологический институт Кольского филиала АН СССР;  
Дальние Зеленцы Мурманской области)

Основным отправным моментом предлагаемой методики является значительная разница в величине организмов зоо- и фитопланктона.

Сбор материала осуществляется в зависимости от особенностей распределения растительных и животных организмов. Фитопланктон, как известно, располагается в верхней освещенной зоне водной толщи. В морях высоких и умеренных широт слой с наибольшим количеством водорослей при «цветении» распространяется от поверхности до глубины 20—25 м. Поэтому сбор фитопланктона на станциях в местах «цветения» ведется планктонной сетью Джеди или Нансена из мельничного сита № 38 или 23 с горизонта 15—0 м. В местах очень обильного «цветения» этот слой можно увеличить до 20—0 м. Опускать сеть на большую глубину нецелесообразно из-за весьма незначительного увеличения «улова» при увеличении затраты времени на каждое опускание сети. По-видимому, в местах обильного «цветения» слизистых форм фитопланктона можно применять ихтиопланктонные сети мельничного сита № 140.

Зоопланктона в собранном материале оказывается обычно вполне достаточно для радиобиологических целей. Когда планируется более глубокий анализ и нужен количественно больший материал, зоопланктон собирается ихтиопланктонной сетью из мельничного сита № 140 с горизонта, на котором при стандартном предварительном облове встречены интересующие нас организмы. В последнем случае наилучшим способом массового лова является «циркуляция». Так называется своеобразное траление при самом малом ходе судна ихтиопланктонной сетью из мельничного сита № 140 на нужной глубине.

Улов после каждого поднятия сети сливается в какой-либо сосуд большого объема (бочка, ведро или таз), затем сразу же начинается отделение фитопланктона от зоопланктона и икры рыб. Эту работу нужно выполнять по возможности быстро. Следует иметь в виду, что диатомовый фитопланктон не выносит повышенной, сравнительно с природной, температуры. Он очень быстро погибает, попадая в необычные для нормальной жизнедеятельности условия, и в нем начинается интенсивный автолиз (Горюнова, 1958). Поэтому отделение проводится в условиях пониженной температуры, по возможности прямо на палубе судна. Таким образом, одновременно устраняется и загрязнение лаборатории.

Собранный в сосуд большого объема материал порциями сливают в эмалированный таз через крупноячеистое мельничное сито № 140. Сито должно быть свободно натянуто на металлический обруч, равный диаметру



верхнего края имеющегося эмалированного таза. Обычно подходящим для этой цели является обруч от сети Джеди. Обруч желательно обернуть какой-либо материей, чтобы газ не терся о металл. При отсутствии обруча можно воспользоваться деревянной рамой тех же очертаний.

Если фитопланктон состоит из *Thalassiosira*, то он допускает «пробивку» через сито тонкой струйкой заборной воды через шланг с высоты 15—20 см. Просмотр под микроскопом клеток *Thalassiosira*, *Fragilaria* и *Biddulphia* показал, что клетки водорослей, прошедших через крупноячеечное сито, очень устойчивы к механическим повреждениям, хотя часть нитей разрывалась. Механическая прочность этих клеток была проверена и в центрифуге при 3000 об./мин; оказалось, что лишь немногие из них ломались и теряли содержимое.

После наполнения таза, который был поставлен под первое сито, его содержимое сливают на мелкоячеечное шелковое сито № 61, натянутое на прямоугольную деревянную рамку примерно 70 × 70 см с бортами высотой 4—5 см. Рамку можно поставить на ножки такой длины, чтобы налитая взвесь распределялась равномерно, не скапливаясь в одном углу. Для хорошего фильтрования нужно перед употреблением смочить обе стороны сита.

Оставшуюся после этого массу фитопланктона, имеющую вид коричневого желе со специфическим приятным запахом, подсушивают снизу фильтровальной бумагой. Прошедшие через первое сито немногочисленные организмы зоопланктона и икринки удаляются пинцетом.

Если фитопланктон слизистый или состоит из ломающегося *Chaetoceros*, то содержимое ведер прямо сливают на второе сито. В этом случае зоопланктонные организмы приходится выбирать пинцетом, что является длительной и кропотливой работой. По внешнему виду диатомовый фитопланктон, состоящий из *Chaetoceros*, отличается от коричневого «талассиозирового» своей желтизной.

Для биохимического анализа полученный осадок собирают фарфоровой ложкой во взвешенный кристаллизатор и заливают при помешивании пятикратным объемом спирта-ректификата на единицу веса. В дальнейшем для ускорения фиксации массу водорослей можно помещать в мерный стакан и фиксировать по объему. Вновь по весу фиксировать следует в тех случаях, когда нужно знать сырой вес взятого материала. Организмы зоопланктона фиксируют, также предварительно разделив их по видам пинцетом. Обычно это гораздо более легкая операция, чем разделение фито- и зоопланктона. В качестве фиксатора можно использовать ацетон, также в пятикратном объеме.

Для радиобиологического анализа разделенный планктон фиксируют общепринятым способом 3—4%-ным формалином. Если перед фиксацией формалином планктон не разделить, то в условиях лаборатории сделать это будет труднее.

Собранные пробы отличаются одна от другой по видовому составу в зависимости от времени и места сбора, а также от процесса отделения. Поэтому каждая проба характеризуется отдельно. Для этого присутствующие в пробе виды водорослей определяются в весовых процентах. Соотношение веса клеток определяется по В. А. Яшнову (1934).

Техника определений сравнительно проста. Несколько препаратов каждой пробы, в среднем 3—4, просматриваются под микроскопом марки МБИ при увеличении в 400 раз. Количество подсчитанных в поле зрения микроскопа клеток разных видов водорослей умножается на переходный коэффициент, дающий относительный вес клеток этого вида. По результатам нескольких подсчетов определяют вес каждого вида в процентах.

Привожу некоторые переходные коэффициенты для наиболее широко встречаемых видов планктонных водорослей в морях высоких и умеренных широт северного полушария:

<i>Tricladia oceanica</i> . . . . .	1,5	<i>Biddulphia aurita</i> . . . . .	28
<i>Chaetoceros furcellatus</i> , <i>Ch. socialis</i> . . . . .	1	<i>Navicula directa</i> . . . . .	9
<i>Ch. atlanticus</i> , <i>Ch. subsecundus</i> . . . . .	8	<i>Rhizosolenia alata</i> , <i>Rh. hebetata</i> . . . . .	15
<i>Raeterosira fragilis</i> . . . . .	5	<i>Thalassiotrix longissima</i> . . . . .	20
<i>Thalassiostrum nordenskiöldii</i> . . . . .	9	<i>Coscinodiscus oculusiridis</i> . . . . .	120
<i>Th. gravida</i> . . . . .	20	<i>Ceratium arctica</i> . . . . .	25

Результаты определений заносятся в карточку:

Карточка планктонных проб для анализа

Дата	№ станции, координаты	Горизонт лова	Фиксация	Состав, в % по видам	
				фитопланктон	зоопланктон
Подпись сборщика					

Банки с фиксированным планктоном закрывают крышками с резиновыми прокладками. Крышки банок заливают смесью воска с парафином. Материал хранится в таком герметически закрытом виде в темноте.

Несмотря на трудоемкость, предлагаемая методика отделения дает хорошие результаты, позволяя получить чистоту растительного материала 97%. Однако она не всегда применима. Это может быть при сборах проб на поздних стадиях «цветения», когда в массе водорослей начинают развиваться науплии и личинки планктонных ракообразных. Они легко проходят через первое, крупноячеистое, сито. В этом случае приходится мириться с загрязненностью получаемого растительного материала. Пользоваться предлагаемой методикой имеет смысл только в условиях массового и обильного «цветения», ибо только в этом случае можно получить почти чистый фитопланктон из-за относительно меньшего количества зоопланктона.

Предложенная методика была разработана под руководством П. И. Усачева и применена с хорошими результатами в работах на э/с «Витязь» Института океанологии АН СССР в 1952 и 1954 гг. и на НИС-6 «Академик Берг» (Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии) в 1958—1959 гг.

### ЛИТЕРАТУРА

Горюнова С. В. 1958. Особенности процессов автолиза у диатомовых водорослей. — Труды Ин-та микробиологии АН СССР, вып. V.  
Яшинов В. А. 1934. Инструкция по сбору и обработке планктона. — Инструкции Всесоюз. научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз. и океанографии. М.

Э. П. Б И Т Ю К О В

## НОВАЯ МОДЕЛЬ ПЛАНКТОНОЧЕРПАТЕЛЯ

(Государственный научно-исследовательский институт  
озерного и речного рыбного хозяйства; Ленинград)

При исследованиях вертикального распределения зоопланктона на Финском заливе необходимо было произвести количественный облов каждого горизонта, включая придонный слой. Для этого использовали количественный трал для лова придонного планктона (Грезе, 1951), планктоночерпатель конструкции В. Г. Богорова (1947, модель с двумя гирями) и планктонную сеть Джеди. Однако работа планктоночерпателя оказалась недостаточно удовлетворительной. Как правило, даже при тихой погоде он срабатывал не сразу, а при дрейфе и волнении были случаи, когда прибор закрывался лишь при четвертом или пятом запуске. Это явилось одной из главных причин, побудившей меня сконструировать новую модель планктоночерпателя. В конструировании прибора приняли участие П. Л. Пирожников и инженер Д. П. Дворников.

Конструкции планктоночерпателя Богорова присущи некоторые недостатки, главным из которых является неподвижность дна и крышки, что приводит к распугиванию зоопланктеров, которое увеличивается во время волнения, поскольку прибор вместе с судном то поднимается, то опускается. Кроме того, сложенная при опускании сеть уменьшает объем облавливаемой воды и может заносить в своих складках поверхностные организмы в нижележащие слои. Это наблюдалось и у нас. Например, *Ceriodaphnia quadrangula*, обитающая только в опресненном и теплом поверхностном слое, не ловилась сетью Джеди при фракционных ловах глубже 20 м, однако планктоночерпатель на той же станции часто приносил с больших глубин по несколько экземпляров этих ракообразных. При работе во время дрейфа судна противоположные стенки сита из-за отбоя прибора при подъеме испытывают неравномерное давление со стороны воды, что вызывает перекося сита и неполное закрытие прибора.

Новая модель планктоночерпателя опускается со скоростью 1,5—2 м/сек и плотно закрывается в тот самый момент, когда достигает нужного горизонта, вырезая при этом 50 л воды. Особенность нового прибора заключается в принципе его закрытия: сито из мельничного газа остается неподвижным, а нижняя и верхняя крышки, вращаясь каждая вокруг своей оси, закрывают прибор (см. рисунок)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Указанный принцип нашел свое применение в изготовленной Раусоном (Rawson, 1956) планктонной ловушке. Она представляет собой металлический цилиндр с вращающимися на осях крышками, который вырезает десятилитровый объем воды. В дальнейшем эта вода фильтруется через планктонную сеть.

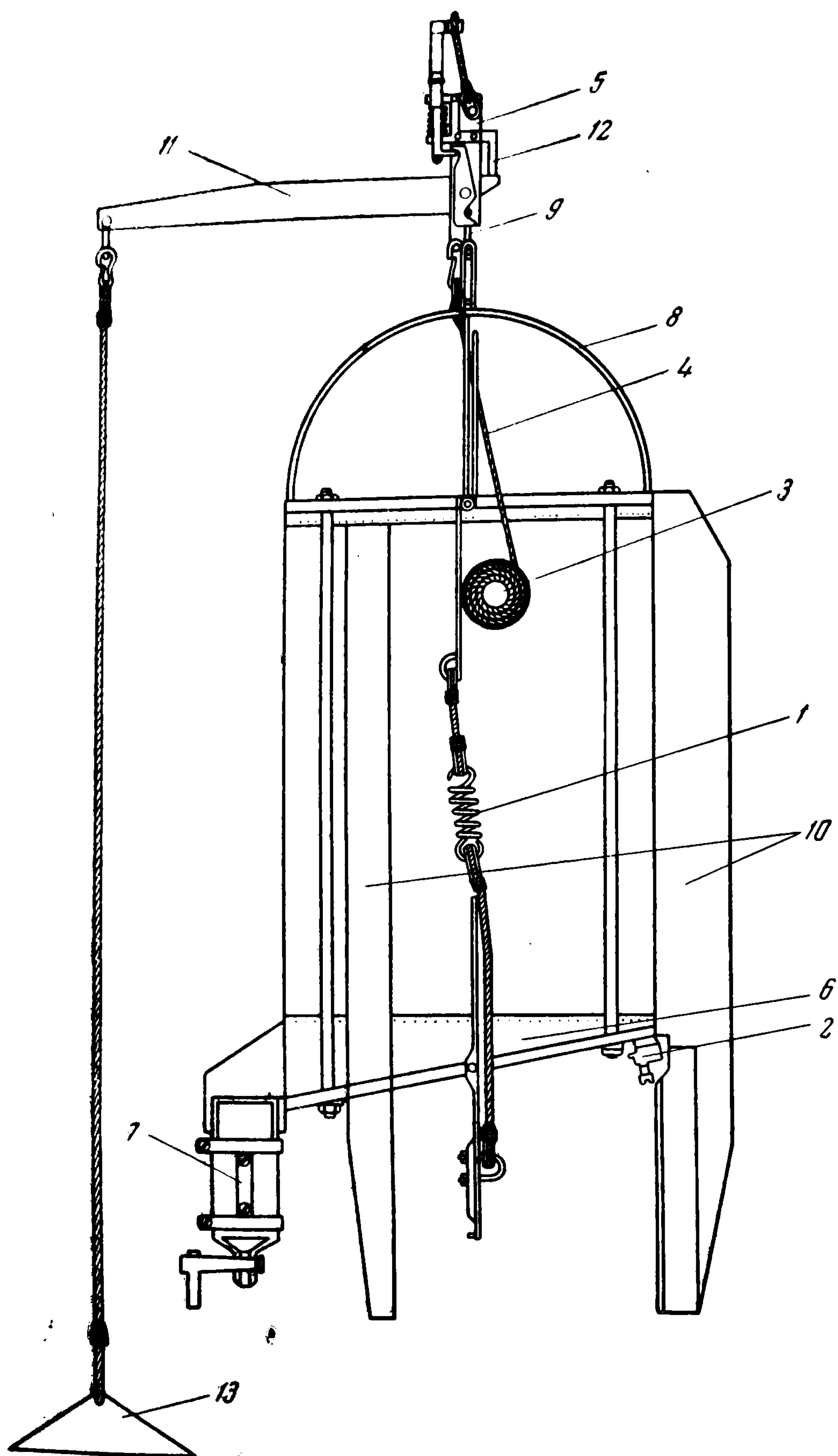


Рис. Общий вид планктоночерпателя с присоединенным блокируемым сбрасывателем (обозначения см. в тексте)



Прибор представляет собой цилиндр из мельничного газа. Он имеет нижнюю и верхнюю крышки, поворачивающиеся на осях и занимающие при опускании прибора вертикальное положение. Связывающий крышки трос с пружиной (1) отрегулирован так, что при закрытой нижней крышке удерживает нижнюю крышку в закрытом состоянии. На верхней крышке находится катушка (3), на которую наматывается 1,5 м троса (4), прикрепленного к замыкателю (5). Нижнее кольцо имеет металлический бортик (6), сбоку которого, в нижней части скоса, находится отверстие для слива воды в планктонный стаканчик (7) с сетяными окошками, укрепленный на нижнем кольце. На верхней части бортика и нижней части закраины верхнего кольца имеются отверстия для пришивания мельничного газа. Опорой для газа служат четыре трубчатых стержня: они же соединяют с помощью гаек верхнее и нижнее кольца. Для прикрепления прибора в открытом состоянии к замыкателю на верхнем кольце укреплены взаимно перпендикулярно два аркообразных прута (8) с кольцом (9). Перпендикулярно к цилиндру установлены, с креплением на верхнем и нижнем кольцах, вертикальные пластины (10), играющие роль стабилизаторов. Одновременно они служат треножником для установки прибора в вертикальном положении на палубе судна при сливании пробы из планктонного стаканчика. При подъеме противоположные края крышек несколько выступают над кольцами и, прижимаясь к резиновым прокладкам, обеспечивают плотное закрывание прибора.

Для работы с прибором необходимо открыть нижнюю крышку, которая благодаря балласту всегда принимает вертикальное положение. Верхняя крышка с асимметрично расположенным центром тяжести (из-за имеющейся на ней катушки) также располагается вертикально, когда трос от катушки имеет слабинку. На катушку наматывается 1,5 м троса. Прибор прикрепляется кольцом (9) к замыкателю и опускается до глубины, которая является меньше заданной на 1,5 м. Посланный «почтальон» освобождает прибор, который начинает падать, разматывая трос с катушки. Крышки остаются в этот момент в вертикальном положении: ток воды не может их повернуть из-за расположенного ниже оси центра тяжести, а усилие для поворота катушки нужно меньше, чем для поворота крышек. При полном разматывании троса с катушки прибор повисает на нем, причем в силу инерции и собственного веса крышки поворачиваются в тот же момент и закрывают прибор. В таком состоянии его поднимают на борт судна. Вода фильтруется через стенки черпателя, а также через окошечки планктонного стакана, оставляя в последнем свой сестон.

Прибор позволяет взять пробы планктона в любой точке водного столба. Однако использование планктоночерпателя у дна чревато опасностью захвата ила вследствие даже небольших ошибок при определении глубины из-за волнения или дрейфа (с переносом судна на новое место и с меньшей глубиной). В связи с этим для удержания планктоночерпателя в раскрытом состоянии при спуске и для работы в самом придонном слое используется блокируемый сбрасыватель, действующий по тому же принципу, что и у дночерпателя «Океан-50» (Лисицин и Удинцев, 1953). На удлиненную ось крюка обычного замыкателя насаживается съемное неравноплечное коромысло (11), короткое плечо которого с подвешенным прибором упирается в угольник (12), а длинное несет груз (13), висящий на тросе, причем длина троса рассчитана так, чтобы груз касался дна раньше прибора. Катушка с намотанным тросом закрепляется стопором. Груз в 2 кг (длина коромысла 40 см) обеспечивает запираание сбрасывателя, и прибор опускается в открытом виде. При соприкосновении груза с

грунтом прибор соскальзывает с короткого плеча коромысла и закрывается, повисая на укороченном тросе, идущем от катушки.

Для взятия проб планктона в самых поверхностных слоях (на глубине менее длины троса, наматывающегося на катушку) необходимо намотать трос на катушку и закрепить ее стопором; прикрепить добавочный трос к кольцу (9) с помощью карабинчика; отмерить нужную длину троса, соединенного с катушкой, и опускать прибор с помощью добавочного троса. В тот момент, когда трос, соединенный с катушкой, будет короче добавочного, произойдет закрывание прибора в силу указанных выше причин.

Основные параметры прибора: диаметр цилиндра — 360 мм, его высота без скошенной части — 450 мм, уклон нижнего кольца с крышкой — 15°, вес прибора без блокируемого сбрасывателя — 11,7 кг, объем — 0,02 м<sup>3</sup>. Материалы. — не подвергающиеся коррозии, — латунь и нержавеющая сталь.

Выбор длины троса, наматывающегося на катушку, определяется наибольшей высотой волны при волнении, во время которого еще проводят гидробиологические работы. Длина троса должна быть не меньше высоты волны (но не меньше общей высоты прибора), чтобы при волнении не происходило распугивания планктеров прибором до закрытия последнего, когда судно достигает подошвы волны. Так, в условиях Финского залива выбор полутораметровой длины троса объясняется тем, что гидробиологические работы на нем проводятся при волнении не более трех баллов.

Таким образом, применение катушки с определенной длиной дополнительного троса, дающее возможность производить облов на определенной глубине, где зоопланктон не подвергался распугивающему влиянию прибора, имеет известное преимущество перед существующими планктончерпателями и батометрами, применявшимися в гидробиологической практике.

Среди имеющихся приборов в этом отношении выгодно отличается автоматический черпатель Паталаса (Patalas, 1954). Однако, по-видимому, он может работать только при штилевой погоде. Это, а также малый объем прибора (5 л), дает возможность его применения только на малых водоемах.

Испытания опытного экземпляра планктончерпателя новой конструкции проводились в ноябре 1957 г. В результате испытаний выяснилась необходимость внесения ряда мелких дополнений и изменений в конструкцию прибора, которые были осуществлены во втором экземпляре планктончерпателя, изготовленного на экспериментальном заводе Института механизации рыбной промышленности.

Вторичное испытание прибора и сопоставление его работы и уловов с работой и уловами планктончерпателя Богорова и сети Джеди (см. таблицу) были проведены в октябре 1958 г. с борта научно-исследовательского судна ГосНИОРХ «РС 52-16». Для получения сопоставимых материалов использовался для всех трех приборов мельничный газ одного номера (49). Работа проводилась одновременно с двух лебедок, расположенных рядом, и лов проводился с одних и тех же горизонтов, причем сетью Джеди проводили однометровый фракционный лов.

Планктончерпатель новой конструкции, работая безотказно, давал, как правило, больший улов, чем планктончерпатель Богорова. Только в одном случае лова на глубине 10 м планктончерпатель Богорова принес больше организмов (3900 экз./м<sup>3</sup> против 1800 экз./м<sup>3</sup>), но это оказались науплиусы копепод, захваченные, по-видимому, в поверхностном слое. Остальные ловы приносили примерно одинаковое количество этих ракообразных. Если не принимать во внимание эту серию как случайную, то планктончерпатель

Т а б л и ц а

Отношение величины улова планктона (экз./м<sup>3</sup>) планктоночерпателем конструкции ГосНИОРХ к уловам планктоночерпателем Богорова и сети Джеди

Сопоставляемые приборы	Глубина лова, м	Планктоночерпатель конструкции ГосНИОРХ						
		отдельные ловы						среднее
Планктоночерпатель Богорова . . . . .	35	+2,5	+2,7	+2,4	+1,4	+2,0	+3,0	+2,3
То же . . . . .	10	—0,9	+2,0	+2,3	+2,8	—	—	+1,5
Сеть Джеди . . . . .	35—34	+2,8	+3,5	—	—	—	—	+3,1
То же . . . . .	10—9	+1,7	—	—	—	—	—	+1,7

ГосНИОРХ и на глубине 35 м и на глубине 10 м ловит в 2,3 раза больше организмов, чем планктоночерпатель Богорова. При сравнении уловов активно плавающих видов, а именно *Limnocalanus grimaldii* или *Eurytemora hirundoides*, отличие получается более значительное. Так, ни один из шести ловов, сделанных планктоночерпателем Богорова, не принес *L. grimaldii*, между тем как планктоночерпатель новой конструкции ловил их по 5—7 экз. Такие же ловы давала сеть Джеди. *E. hirundoides* новым прибором ловилась в среднем по 10—15 экз., а планктоночерпателем Богорова — по 1—2 экз.

Приведенный материал позволяет сделать вывод о том, что планктоночерпатель новой конструкции является более уловистым, чем планктоночерпатель конструкции В. Г. Богорова. Новая модель планктоночерпателя, снабженная густым мельничным газом, может служить не только для сбора микропланктона (Богоров, 1957), но и активно плавающих крупных форм.

Размеры прибора позволяют его использовать на морских водоемах, водохранилищах и крупных озерах.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

- Б о г о р о в В. Г. 1947. Инструкция для проведения гидробиологических работ на море (планктон и бентос).—Издание Арктическ.научно-исслед. ин-та Главсевморпути, вып. 18.
- Б о г о р о в В. Г. 1957. Стандартизация морских планктонных исследований.—Труды Ин-та океанологии, т. 24.
- Г р е з е В. Н. 1951. Придонный планктон, его роль в питании рыб и методика учета.—Зоол. журнал, т. 20, вып. 1.
- Л и с и ц ы н А. П. и У д и н ц е в Г. Б. 1953. Новая модель дночерпателя.—Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. VI.
- P a t a l a s K. 1954. Porównawcze badania nad nowym typem samoczynnego czerpcza planctonowego i hydrochemicznego.—Ecol. polska, v. 2, N 2.
- R a w s o n D. S. 1956. The net plancton of Great Slave lake.—J. Fish. Res. Canada, v. 13, № 1.

**Н. Н. СОКОЛОВ**

**ПРИБОР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ  
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДНЫХ ОРГАНИЗМОВ  
РИСОВЫХ ПОЛЕЙ**

*(Кафедра общей биологии  
Андижанского государственного медицинского института;  
г. Андижан Узб. ССР)*

Поставленная партией и правительством задача дальнейшего увеличения рыбной продукции настоятельно требует наибольшего использования и освоения новых водоемов местного характера. В частности, к таким водоемам относятся рисовые поля, которые могут быть использованы для расширения источника рыбной продукции. За последние годы в ряде районов, областей и республик СССР (Узбекистан, Казахстан и др.) использование рисовых полей, как временных водоемов под нагул зеркального карпа, дало хороший результат. В связи с этим, для правильной и рациональной эксплуатации рисовых полей под нагул карпа и других промысловых видов рыб, встает необходимость тщательного учета продуктивности такого рода водоемов.

Между тем современные методы количественного учета и распределения кормовых ресурсов мало или совсем не применены к таким временным водоемам, какими являются рисовые поля, имеющие ряд своеобразных особенностей (густой растительный покров, малая поверхность свободной воды, небольшой уровень, слабая проточность, хорошая прогреваемость воды и т. д.).

Нижеописываемый прибор позволяет устранить отмеченный недостаток.

Как видно из рисунка, прибор состоит из прочного металлического каркаса размером  $8 \times 75$  см, в котором укреплены 4 металлических или стеклянных цилиндра, расположенных в одной плоскости так, что расстояние между ними равно 5 см. Длина цилиндров 60 см, внутренний диаметр их 5 см, объем каждого цилиндра 1 л. К боковым стенкам каркаса прикреплены две каретки, подвижность которых осуществляется посредством двух пар роликов на каждой из них. К центральной пластинке кареток прикреплены металлические клапаны (диски), по количеству и размерам соответствующие цилиндрам. Последние закрываются дисками при помощи зажимных винтов, действующих на центры дисков, края которых закреплены на центральной пластинке кареток пружинящими штифтами. Герметичность цилиндров, закрытых дисками, достигается резиновыми кольцевидными прокладками, надетыми на каждый цилиндр.

Перед погружением прибора в воду подвижные каретки, закрывающие цилиндры, поднимаются вверх с одной или с обеих сторон и закрепляются на верхнем поперечнике рамы сделанными для этой цели пластинками-подвесками.



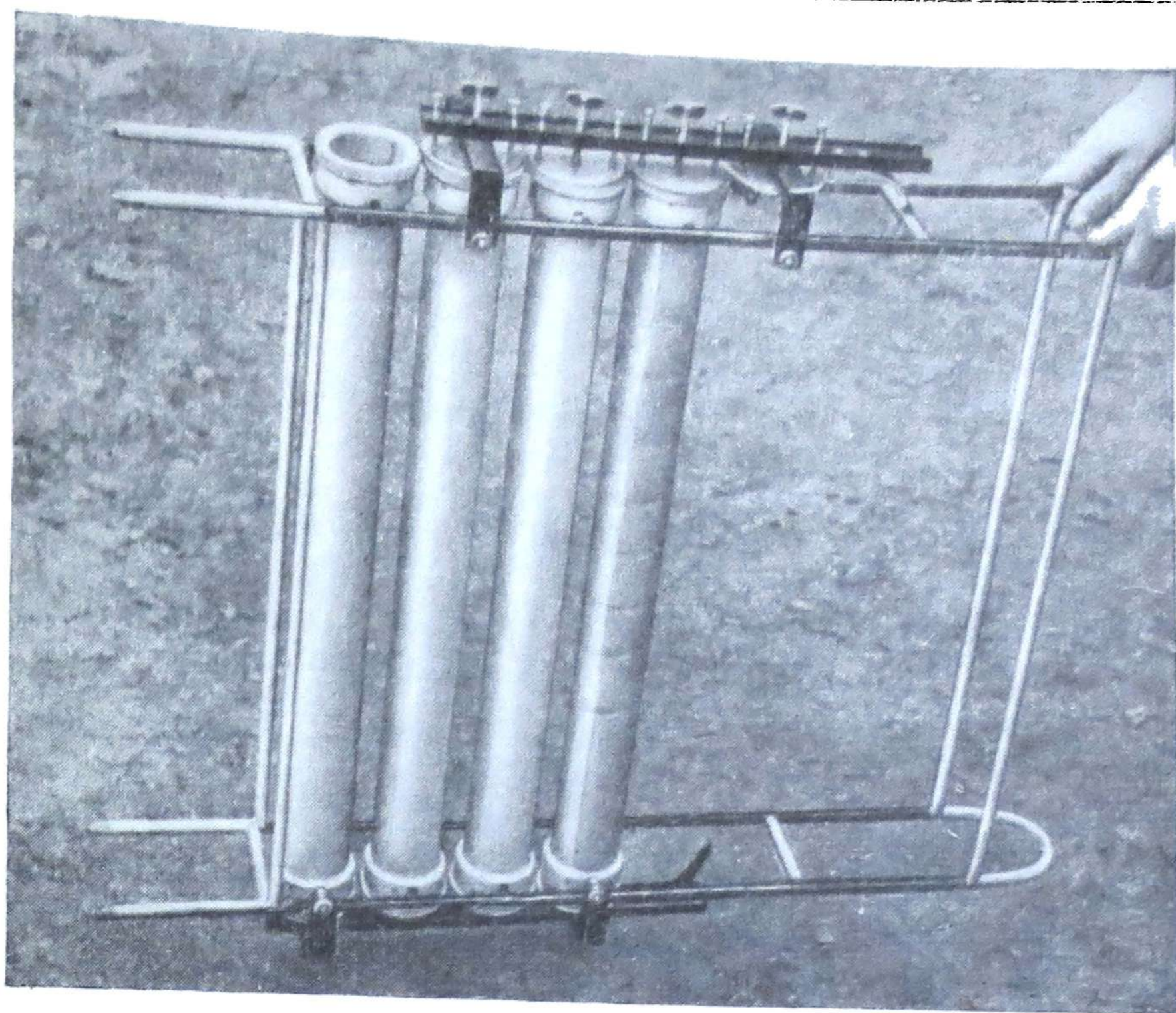


Рис. Прибор в вертикальном положении с одним открытым нижним цилиндром

После наполнения цилиндров водой каретки быстро спускаются вниз до отказа, и таким образом все цилиндры одновременно с двух сторон закрываются дисками. До изъятия прибора из воды диски с каждой стороны цилиндров для лучшей герметичности прижимаются зажимными винтами. После этого прибор извлекается из воды и ставится на одну из сторон, чтобы цилиндры приняли вертикальное положение. Затем отвинчиваются верхние зажимные винты, что дает возможность подвинуть каретку и освободить от диска нижний цилиндр, который в погруженном состоянии находился у самого дна водоема. Остальные цилиндры, во избежание утечки воды при освобождении нижнего цилиндра, снова завинчиваются зажимными винтами. Из освобожденного от металлического диска нижнего цилиндра проба воды выливается в приготовленные цилиндры-отстойники или спускается через планктонную сетку. В таком же порядке последовательно открываются и другие цилиндры.

При осторожном погружении прибора сильного взмучивания грунта не происходит. Прибор можно оставить на неопределенное время закрытым и затем вылить пробы.

Прибор рассчитан на глубину затопления рисовых полей в пределах 15—20 см, и, следовательно, дает возможность исследования видового состава фито- и зоопланктона как в сплошном столбе воды, так и послойно. Прибор был испытан при работе на рисовых полях и дал положительные результаты. Для сравнения сборы организмов в разных слоях воды производили также и небольшим ручным насосом типа Шинса с параллельными дисками на конце приемного шланга. Полученные результаты мало отличались от сборов, сделанных описанным прибором, но последний проще и удобнее при работе в условиях затопления рисовых полей и занимает в два — три раза меньше времени, чем при работе с насосом Шинса.



**Б. М. МЕДНИКОВ, Я. Н. СТАРОБОГАТОВ**

## **РЭНДОМ-КАМЕРА ДЛЯ ПОДСЧЕТА МЕЛКИХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

*(Кафедра зоологии беспозвоночных МГУ; Москва)*

В планктологии разработано немало способов обработки планктонных проб, но и в настоящее время совершенно незаменимым является счетный метод, при котором определяется число экземпляров всех видов в пробе с последующим пересчетом на биомассу по таблицам средних весов. Большинство планктологов пользуется методом Гензена, основанным на том, что от пробы отделяется определенный объем, в котором просчитываются все организмы. По соотношению объемов всей пробы и просмотренного определяется число организмов во всей пробе. Недостатки метода Гензена уже рассматривались рядом авторов (Бродский, 1950; Бродский и Баскаков, 1951; Медников, 1961). Здесь мы укажем лишь наиболее существенные.

1) Деление пробы на объемы является источником ошибок, так как при самом тщательном перемешивании организмы в ней не распределяются равномерно; особенно это относится к морскому планктону, организмы которого в фиксированном состоянии весьма неоднородны по удельному весу и плавучести.

2) Организмы в просчитываемой части пробы встречаются в разном количестве, поэтому чтобы получить более или менее точные данные, нужно просчитывать разные объемы — от  $0,5 \text{ см}^3$  для организмов мелких и многочисленных, до  $5 \text{ см}^3$  для крупных и встречающихся реже, что отнимает немало времени.

3) Метод Гензена требует применения порой дефицитного оборудования — штемпель-пипеток, позволяющих отмеривать точно объемы.

От всех этих недостатков свободен метод Бродского — Баскакова в нашей модификации (Медников, 1961), при котором проба не делится, а распределяется по известной площади. Определяя число планктеров в части этой площади, мы можем узнать количество их во всей пробе. К сожалению, этот метод имеет существенный недостаток, а именно — субъективность в выборе средней пробы. Организмы не могут быть распределены по площади абсолютно равномерно, поэтому наша выборка (просчитываемая площадь) может не быть представительной; при пересчете на всю пробу ошибка возрастает во много раз. Эта ошибка неустранима, но может быть учтена, если мы исключим субъективный выбор просчитываемого участка.

К. А. Бродский (1948) рекомендует вести подсчет организмов в пробе на стеклянной пластинке, разграфленной на квадраты и окруженной бор-

тиками. Следует учесть, что большей частью пробы бывают такого объема, что полностью их просчитать невозможно; в противном случае подсчет лучше производить в камере Богорова. Подсчитывая организмы лишь в части квадратов, мы неизбежно приходим к их субъективному выбору. И. Димов (1959) предлагает, чтобы избежать субъективности, вести подсчет в камере из 289 квадратов, причем подсчитывать организмы в 10 квадратах, равномерно расположенных по площади камеры. Мы, в свою очередь, применили с той же целью при обработке планктонных проб принцип рандомизации.

Первая модель рэндом-камеры изготовлена нами из плексигласа; площадь ее  $10 \times 10$  см. По краям камеры дихлорэтаном приклеиваются бортики. Дно камеры разделено на 100 квадратов площадью в  $1 \text{ см}^2$  каждый. Квадраты пронумерованы по порядку от 0 до 99 (линии и цифры хорошо прорезаются на мягком плексигласе).

Порядок работы с рэндом-камерой следующий.

1. Из планктонной пробы оттягивается пипеткой, конец которой обтянут шелковым газом, лишняя жидкость.

2. Осадок переливается в камеру и равномерно распределяется по ее площади.

3. Просчитываются и если нужно выбираются крупные формы (эвфаузииды, гиперииды, сагитты, медузы и др.).

4. По таблице двузначных случайных чисел находят номера квадратов, в которых подсчитывается под бинокуляром число всех организмов. Количество квадратов, в которых необходимо вести подсчет, зависит от объема пробы; если на каждом квадрате не менее 200 организмов, вполне достаточно ограничиться 1—3 квадратами, при меньшей численности следует просчитывать до десяти. Увеличение числа просчитываемых квадратов сверх этих норм, лишь незначительно уменьшая ошибку, резко увеличивает расход времени на обработку пробы, а потому бесполезно.

5. По среднему числу организмов в квадрате определяется путем умножения на 100 число организмов во всей пробе.

Практика работы с рэндом-камерой показала, что при подсчете организмов планктона, все виды которого или большинство их знакомы исследователю, на обработку пробы уходит 15—20 мин; разумеется, если планктон содержит формы, требующие детального определения, обработка затягивается, так как тогда нужно просмотреть пробу по квадратам и выбрать интересующие нас организмы. Точность подсчета, по неоднократной проверке, вполне удовлетворительна; ошибка составляет не больше  $\pm 5\%$  общего числа организмов в пробе.

Рэндом-камера применима не только для подсчета проб морского и пресноводного планктона. Весьма перспективно ее применение при обработке массовых сборов микробентоса, питания планктоноядных и перифитноядных рыб, обработке материалов по плодовитости рыб с мелкой икрой, короче говоря, во всех случаях, где нужно применять подсчеты в пробах и навесках мелких объектов (от 0,1 до 10 мм). При обработке материала с включением твердых минеральных частиц (песчинки и т. д.) плексигласовые камеры неудобны, так как легко царапаются, и становится трудно различать цифры номеров квадратов. В таких случаях лучше применять стеклянные камеры с бортиками, приклеенными канадским бальзамом; номера и квадраты в данном случае протравляются по слою парафина фтористым водородом (ядовит, при изготовлении соблюдать осторожность!) или процарапываются острым алмазным резцом. В углу камеры весьма желательно делать носик, как у фотографической кюветы, для смывания обработанной пробы.

В заключение приводим краткую таблицу двузначных случайных чисел. Номера квадратов берутся из нее в любом порядке один за другим (по вертикали или по горизонтали).

Таблица случайных чисел  
[по Циммерману (Zimmermann, 1959)]

17	39	54	61	71	65	63	06	48	50
64	94	33	19	89	74	46	51	22	49
80	86	87	84	05	26	75	88	70	34
36	02	16	40	98	53	81	62	14	15
93	00	42	03	12	59	29	25	83	32
69	21	85	96	56	47	04	24	01	43
31	55	08	28	27	11	92	73	66	67
45	77	91	52	44	20	10	30	09	41
72	68	60	35	13	82	37	99	57	76
18	23	79	97	90	78	58	07	95	38

#### ЛИТЕРАТУРА

- Бродский К. А. 1948. Свободноживущие веслоногие рачки (Copepoda) Японского моря. — Известия Тихоокеанского научно-исслед. ин-та морск. рыбн. хоз-ва и океанографии, т. 26.
- Бродский К. А. 1950. Веслоногие рачки Calanoida. М. — Л.
- Бродский К. А., Баскаков Г. А., 1951. Ускоренный счетный метод количественного определения планктона. — Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, т. III.
- Димов П. 1959. Улучшенный количественный метод подсчета зоопланктона. — Доклады Болгарской АН, 12, № 5.
- Медников Б. М. 1961. Модификация метода Бродского — Баскакова для ускоренного счета планктона. — Научные доклады высшей школы, серия биол., № 1.
- Zimmermann K. F. 1959. Tabellen, Formeln und Fachausdrücke zur Variationsstatistik. Berlin.



## СОДЕРЖАНИЕ

### ПРЕСНОВОДНЫЕ ОРГАНИЗМЫ, ИХ ЭКОЛОГИЯ

Г. А. Соколова. Сезонные изменения видового состава и численности железобактерий и круговорот железа в Глубоком озере . . . . .	5
Д. А. Радзимовский. О фитопланктоне прудов южных районов Николаевской и Херсонской областей УССР . . . . .	12
О. М. Кожова. О периодических изменениях в развитии фитопланктона озера Байкал (в районе пос. Лиственничное — ст. Танхой — бухта Песчаная)	28
Г. Б. Мельников. Зоопланктон Симферопольского водохранилища в связи с особыми условиями существования . . . . .	44
А. С. Богословский. Распределение коловраток в отрезке реки Клязьмы, ее заводях и в пруду, находящихся под влиянием плотины . . . . .	54
М. Б. Эггерт. Планктон озера Ильмень . . . . .	82
О. М. Л. Пидгайко. Зоопланктон и зообентос некоторых новопостроенных прудов опытного рыбоводного хозяйства «Нивки» . . . . .	105
А. А. Качанова. Некоторые данные о размножении <i>Dreissena polymorpha</i> Pallas в Учинском водохранилище . . . . .	117
В. Г. Мушенок. Вертикальное распределение донных животных в грунтах водоемов Доно-Аксайской поймы . . . . .	122
Н. Ю. Соколова. К вопросу о формировании донной фауны Можайского водохранилища ( <i>Предварительное сообщение</i> ) . . . . .	132
Ф. Д. Мордухай-Болтовской. Донная фауна дельт понто-каспийских рек . . . . .	136
С. М. Ляхов. Бентосток в Волге у Куйбышева до зарегулирования ее стока	150
Н. К. Дексбах. Влияние внутривековых колебаний уровня воды на гидробионтов курортных водоемов Западной Сибири. Озеро Горькое Курганской области Щучанского района . . . . .	162
В. С. Ивлеви В. М. Ивасик. Материалы по биологии горных рек советского Закарпатья . . . . .	171

### МОРСКИЕ ОРГАНИЗМЫ, ИХ ЭКОЛОГИЯ

П. И. Усачев. Фитопланктон у Северного Полюса (По сборам П. П. Ширшова на Первой дрейфующей станции «Северный полюс» 1937—1938 гг. под начальством И. Д. Папанина) . . . . .	189
А. К. Гейрих. Состав и количественное распределение зоопланктона в западной части Тихого океана . . . . .	209
О. Г. Резниченко. К экологии и морфологии <i>Actinia equina</i> L. (Coelenterata Нехасогаллия) . . . . .	224
Е. Г. Свиренко. Дыхание и питание молоди севрюги ( <i>Acipenser stellatus</i> ) в опытах.	

### БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ

Ю. И. Сорокин и Л. Б. Кляшторин. Первичная продукция в Атлантическом океане . . . . .	265
А. П. Щербakov. Продуктивность животного населения прибрежных зарослей Глубокого озера . . . . .	285
В. П. Ляхнович. Соотношение кормовой биомассы и рыбопродукции в карповых прудах . . . . .	299
М. В. Желтенкова. Использование кормовой базы рыбами Азовского моря и величина их улова . . . . .	309

## ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

- А. В. Францев. О некоторых путях воздействия на жизнь пресных водоемов . . . . . 323  
 С. Н. Скадовский. О гидробиологическом методе очищения воды от органических загрязнений и о биогеоценологии в гидробиологии . . . . . 331

## ВОПРОСЫ АККЛИМАТИЗАЦИИ

- П. А. Журавель. Некоторые соображения по вселению новых видов кормовой фауны в водохранилища Крыма . . . . . 338  
 В. М. Круглова. Перспективы акклиматизации некоторых видов каспийской фауны (на примере Веселовского водохранилища) . . . . . 345

## САНИТАРНАЯ ГИДРОБИОЛОГИЯ

- А. А. Потапов. Распространение гидрофитов на водохранилищах Волго-Донского канала и их санитарно-эпидемиологическая оценка . . . . . 354  
 Н. М. Кабапов. О химической и санитарно-биологической роли макрофитов в Клязьминском водохранилище . . . . . 361

## ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ВОДОЕМОВ

- Н. Д. Старикова. Органическое вещество в донных отложениях Учинского, Пяловского и Яхромского водохранилищ канала им. Москвы . . . . . 370  
 А. Д. Коненко. Материалы по изучению органического вещества донных отложений рыбоводных прудов СССР . . . . . 385

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

- Б. В. Властов и Л. В. Ерохина. Повышение продуктивности размножения промысловых моллюсков (видов Unio) в связи с проблемой воспроизводства запасов перламутрового сырья в наших внутренних водоемах. 1. Задачи и методы работы . . . . . 394  
 Б. В. Властов. Повышение продуктивности размножения промысловых моллюсков (видов Unio) в связи с проблемой воспроизводства запасов перламутрового сырья в наших внутренних водоемах. 2. Интенсификация естественных заражений рыб в водоеме личинками перловиц—глохидиями . . . . . 406  
 П. И. Усачев. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона . . . . . 411  
 Г. К. Барашков. О методике отдельного сбора морского фито- и зоопланктона . . . . . 416  
 Э. П. Битюков. Новая модель планктоночерпателя . . . . . 419  
 Н. П. Соколов. Прибор для исследования распределения водных организмов рисовых полей . . . . . 424  
 Б. М. Медников, Я. И. Старобогатов. Рэндом-камера для подсчета мелких биологических объектов . . . . . 426

## C O N T E N T S

### FRESHWATER ORGANISMS, THEIR ECOLOGY

G. A. S o k o l o v a. Seasonal variations in the specific composition and number of iron bacteria and the iron cycle in lake Glubokoye . . . . .	5
D. A. R a d z i m o v s k y. On phytoplankton in the ponds of the southern districts of Nikolayevsk and Kheresson regions, of the Ukrainian Soviet Socialist Republic . . . . .	12
O. M. K o z h o v a. On the periodical variations in phytoplankton development in lake Baikal —(settlement Listvenichny—station Tankhoi—Peschannaya Bay). . . . .	28
G. B. M e l n i k o v. Zooplankton of the Simferopol reservoir in relation to its life-conditions . . . . .	44
A. S. B o g o s l o w s k y. Distribution of Rotatoria in a section of the r. Kljasma, its pools and a pond as influenced by a barrage . . . . .	54
M. B. E g g e r t. Plankton of lake Iljmen. . . . .	82
M. L. P i d g a y k o. Zooplankton and zoobenthos of some new ponds of the experimental fish-farm «Nivky». . . . .	105
A. A. K a t c h a n o v a. Some data on the reproduction of Dreissena polymorpha Pallas in the Uchinsk reservoir . . . . .	117
V. G. M u s h e n k o. Vertical distribution of organisms in the bottom of the Dono-Aksaisk flood plain water bodies. . . . .	122
N. Ju. S o k o l o v a. To the problem of the formations of bottom fauna in the Mojaisk reservoir. . . . .	132
Ph. D. M o r d u k h a y - B o l t o v s k o y. Bottom fauna of the deltas of Ponto-Caspian rivers. . . . .	136
S. M. L j a k h o v. Benthos runoff in the r. Volga near Kuybishev prior to the regulation of the river runoff . . . . .	150
N. K. D e c k s b a c h. Effect of intrasecular variations of water-level on hydrobionts in the water bodies of West-Siberian health-resorts. Lake Gorjkoye, Kurgan region, Stchuchansk district. . . . .	162
V. S. I v l e v and V. M. I v a s s i k. Materials to the biology of mountain rivers in the Soviet Transcarpathians . . . . .	171

### MARINE ORGANISMS, THEIR ECOLOGY

P. I. U s a c h e v. Phytoplankton of the North Pole (Based on the collections of P. P. Shirshov. First drifting station «The North Pole» 1937—1938, under the command of I. D. Papanin). . . . .	189
A. K. H e i n r i c h. Composition and quantitative distribution of zooplankton in the Western Pacific. . . . .	209
O. G. R e z n i c h e n k o. To the ecology and morphology of Actinia equina L. (Coelenterata Hexacorallia) . . . . .	224
E. G. S v i r e n k o. Respiration and nutrition of young Acipenser stellatus under experimental conditions . . . . .	253

### BIOLOGICAL PRODUCTIVITY

Ju. I. S o r o k i n and L. B. K l j a s h t o r i n. Primary production in the Atlantic ocean. . . . .	265
A. P. S z e r b a k o v. Productivity of the animal population of inshore vegetation in lake Glubokoje . . . . .	285
V. P. L y a k h n o v i c h. Ratio between the food biomass and the production of fish in carp-ponds . . . . .	299
M. V. J e l t e n k o v a. Utilization of food organisms by fishes of Azov sea and the size of catches . . . . .	309

## GENERAL PROBLEMS

A. V. Franzev. On some ways of controlling the life of freshwater bodies . . .	323
S. N. Skadovskiy. On a hydrobiological method of the purification of water from organic pollutants and on the biogeocenology in hydrobiology . . . . .	331

## PROBLEMS OF ACCLIMATISATION

P. A. Zhuravlev. Some considerations on the introduction of new species of food animals into the reservoirs of Crimea. . . . .	338
V. M. Kruglova. Prospects of acclimatisation of some Caspian species (on the example of the Vesselovsk reservoir). . . . .	345

## SANITARY HYDROBIOLOGY

A. A. Potapov. Distribution of hydrophytes in the reservoirs of the Volgo-Don Canal and their sanitary-epidemiological appraisal . . . . .	354
N. M. Kabanov. On the chemical and sanitary-biological role macrophytes in the Kljasma reservoir . . . . .	361

## BOTTOM DEPOSITS

N. D. Starikova. Organic matter in the bottom deposits of the Moscow Canal . . . . .	370
A. D. Konenkov. Results of the study of organic substances in the bottom deposits of fish breeding ponds of the Ukrainian Soviet Socialist Republic . . . . .	385

## METHODS OF INVESTIGATIONS

B. V. Wlastov and L. V. Jerokhina. Increasing the reproductive capacity of commercial molluscs (Unio sp.); the problem of renewal of the resources of mother-of-pearl shells in our inland basins. 1. Tasks and methods . . . . .	394
B. V. Wlastov. Increasing the reproductive capacity of commercial molluscs (Unio sp.); the problem of renewal of the resources of mother-of-pearl shells in our inland basins. 2. Intensifications of the natural infection of fishes by Unio larvae — glochidia. . . . .	406
P. I. Usachev. Quantitative methods for the collection and treatment of phytoplankton . . . . .	411
G. K. Barashkov. On the procedure of separate collection of marine phyto- and zooplankton . . . . .	416
E. P. Bitjukov. A new model of plankton sampler . . . . .	419
N. P. Sokolov. An apparatus for investigating the distribution of water-organisms in rice fields . . . . .	424
B. M. Mednikov, Ya. I. Starobogatov. A random camera for counting small-sized biological objects . . . . .	426

## Труды Всесоюзного гидробиологического общества, том XI

Утверждено к печати Всесоюзным гидробиологическим обществом Академии наук СССР

Редактор издательства О. Г. Резниченко. Технические редакторы А. А. Киселева и Н. Д. Новичкова

РИСО АН СССР №161—63 В. Сдано в набор 23/VI 1961 г. Подписано к печати 19/X 1961 г.

Формат 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печ. л. 27+1 вкл.=36,99-усл. печ. л.+1 вкл. Уч.-издат. л. 35,3 (0,1 вкл.)

Тираж 1200 экз. Т—10079. Изд. № 5001. Тип. зак. 2044

Цена 2 р. 47 коп.

Издательство Академии наук СССР. Москва, Е-62, Подсосенский пер., 21

2-я типография Издательства АН СССР. Москва, Г-99, Шубинский пер., 10



# ОПЕЧАТКИ И ИСПРАВЛЕНИЯ

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
58—59	Табл. 1, всюду	(Diaschisa (Gos или Goss) (Liesl)	Diaschiza (Gosse) (Leissl)
69	1 сн.	Объединены	* Объединены
76	4 сн.	Mytilina	<u>Mytilina</u>
205	22 сн.	норм	форм
228	5 сн.	выворачивается	частично выворачивается
319	Табл. 9, графа 1, 9 сн.	juv.	lar.

Примечание к стр. 27, 359, 360.  
 сле того, как книга была напечатана, Указом Верховного Совета РСФСР от ноября 1961 года г. Сталинград переименован в г. Волгоград.