

06
ИБВВ

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

38

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ
ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 38



ЛЕНИНГРАД
«НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1978

Сборник содержит серию коротких оригинальных сообщений по микробиологии, ихтиологии, гидробиологии, гидрологии, гидрохимии и методам исследований внутренних водоемов, выполненных в Институте биологии внутренних вод АН СССР.

Издание рассчитано на гидробиологов, ихтиологов, гидрохимиков, занимающихся исследованием водоемов замедленного водообмена.

Ответственный редактор А.Г. ПОДДУБНЫЙ

ИНФОРМАЦИИ

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ОЗЕРАХ И ВОДОХРАНИЛИЩАХ

С 13 по 23 апреля 1977 г. в Тбилиси проходило XII совещание комиссии многостороннего сотрудничества академий наук социалистических стран по комплексной проблеме „Планетарные геофизические исследования“. В составе комиссии возобновила свою работу подкомиссия 8 „Гидрология“. Ее основная задача – фундаментальные исследования динамических процессов в гидросфере, происходящих под влиянием природных и антропогенных факторов, развитие и применение геофизических методов наблюдений, измерений и обработки данных.

В перспективе предусматривается разработка следующих основных направлений: а) радиометрические методы исследований в гидрологии; б) движение воды в ненасыщенных средах; в) аэрокосмические методы в гидрологических исследованиях; г) геофизические процессы в озерах и водохранилищах.

Последнее направление предусматривает исследования энергетического баланса озер и водохранилищ и антропогенного влияния на этот баланс. В связи с этим в работе совещания наряду с учеными геофизической науки (А.М. Грин – Институт географии АН СССР, С.Г. Рустамов и Ш.Б. Халилов – Институт географии АН АзССР, И.С. Аапхазова – Институт географии АН ГССР) приняли участие представители биологических учреждений (Т.И. Малинина и К.А. Мокиевский – Институт озероведения АН СССР, М.Н. Шимараев – Лимнологический институт СО АН СССР, В.А. Фрейдлинг – Отдел водных проблем Карельского филиала АН СССР, Н.В. Буторин – Институт биологии внутренних вод АН СССР).

При активном участии П. Мауэрсбергера (ГДР), М. Даубака (ЧССР) и В. Парческого (ПНР) обсуждена программа деятельности и утверждены планы работ в области изучения геофизических процессов в озерах и водохранилищах на ближайшую перспективу и на пятилетку. Планом совместных работ предусматривается изучение волновых явлений и процессов перемешивания в озерах и водохранилищах, оптических свойств и светового режима водных масс, радиационного режима и испарения, а также энергетического баланса озер и водохранилищ с учетом их гидрохимических и гидробиологических особенностей.

По предложению представителей стран – участниц совместных работ – утверждены координаторы тем и подтем плана, институты-исполнители и ближайшие мероприятия, одним из которых является проведение на базе Института биологии внутренних вод АН СССР в 1978 г. Международной школы-семинара по проблеме „Современное состояние и перспективы исследований геофизических процессов в озерах и водохранилищах“.

Н.В. Буторин

ТРЕТЬЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

С 4 по 8 апреля 1977 г. в Институте биологии внутренних вод АН СССР проходила III конференция молодых ученых.

На конференции было представлено 33 доклада, из них 17 сотрудников ИБВВ АН СССР. В работе секционных заседаний приняли участие молодые специалисты из Москвы, Горького, Астрахани, Воронежа, Тюмени, Новочеркасска, Дзержинска. На секции ихтиологии заслушано 13 докладов, гидробиологии – 12, гидробиологии и гидрохимии – 8. Работу секций курировали ведущие специалисты института. Выступления молодых ученых на ихтиологической секции были посвящены вопросам экспериментальной экологии (В.К. Голованов, М.И. Базаров, В.Д. Линник, В.А. Соколов), физиологии и биохимии рыб (Р.П. Алехина, В.Г. Давыдов, А.В. Попов, М.Ф. Субботкин, Г.Г. Серпунин, Ю.Н. Переварюха, А.А. Хакимуллин), применению математических методов при определении возраста рыб (М.М. Сметанин и А.Н. Касьянов). Наиболее широко были представлены гидробиологические доклады, в основном по зоопланктону и зорбентосу водоемов (М.А. Петрова, Т.П. Смирнова, Г.В. Шурганова, А.А. Кравченко, П.И. Антонов). Обсуждались стороны биологии и поведения гидробионтов (Е.П. Коппевская, Е.П. Вигман, В.Р. Алексеев, А.П. Мыльников, Е.В. Моисеев, Е.М. Коргина, А.И. Копылов, К.А. Тимофеева). Ряд работ на этой секции касался вопросов систематики водорослей (И.М. Балонов, С.И. Генкал) и продуктивности фитопланктона (Л.Е. Сигарева, Н.М. Минеева, Л.Г. Корнева). В докладах Ю.Б. Белоцерковского, Г.С. Котляревской, Ж.С. Потехиной рассматривались вопросы гидрохимии водоемов. В целом, по мнению участников конференции, выступления были на высоком научном уровне.

По итогам III конференции был проведен конкурс научных работ. Конкурсная комиссия выделила 12 работ молодых специалистов ИБВВ АН СССР и других научных учреждений страны. Из них 6 работ будут опубликованы в очередном номере бюллетеня.

С.И. Генкал

СООБЩЕНИЯ

В.И. Романенко, Н.П. Смирнов,
Б.А. Флеров, В.Л. Кожара,
Э.С. Бикбулатов

ЧИСЛЕННОСТЬ, ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЫХАНИЯ И РАЗМНОЖЕНИЯ БАКТЕРИЙ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ В ПОДЗЕМНЫХ ИСТОЧНИКАХ ХАЗОР-ЧАШМА НА ПАМИРЕ

Источники Хазор-Чашма („Тысяча ключей“), питающие одноименный ручей, находятся у хребта Петра I на высоте 2200 м у нижней границы альпийских лугов в Гармском районе ТаджССР в бассейне р. Зугбед – левый приток Сурхоба. Суммарный расход воды их равен примерно $0.5 \text{ м}^3/\text{с}$. Эти источники интересны тем, что выходят на дневную поверхность у подножия горы на площадке $3 \times 5 \text{ м}$ (рис. 1) и имеют различную температуру и электрическую проводимость воды. Геологическая структура района характеризуется наличием большого количества карстов.

Произведенные нами круглосуточные анализы (рис. 2) показали, что в каждом отдельном источнике электропроводность воды остается довольно стабильной, небольшие изгибы на графиках соответствуют пределу ошибок анализа. Наименьшей она была в источнике № 2 ($800 \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$), наибольшей – в № 3 ($1500 \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$). На большей площадке в 20 ключах электропроводность колебалась от 792 до $1542 \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ с изменением температуры от 5 до 7° .

Нас интересовало, чем объясняется различная проводимость вод ключей, вытекающих на столь малой площадке, сколько в них содержится бактерий и какова их общая активность.

Электропроводность определялась на реохордном мостике с платиновой ячейкой. Химические анализы производились по общепринятым методам [1]. Общее количество бактерий анализировалось на мембранных фильтрах, через которые было пропущено по 100–200 мл воды. Активность микрофлоры определялась по потреблению меченого ^{14}C -карбоната. При этом использовались дозы изотопа, в 20 раз превышающие величины, которые применяются при анализах в открытых водоемах, а склянки выдерживались в ручье при температуре 6° в течение 3 суток.

Некоторые склянки с водой экспонировались при дневном освещении. С целью определения бактериальной ассимиляции углекислоты параллельные пробы инкубировались в светонепроницаемых мешках, затем фиксировались и профильтровывались через мембранные фильтры, на которых после соответствующей обработки устанавливалась радиоактивность микроорганизмов.

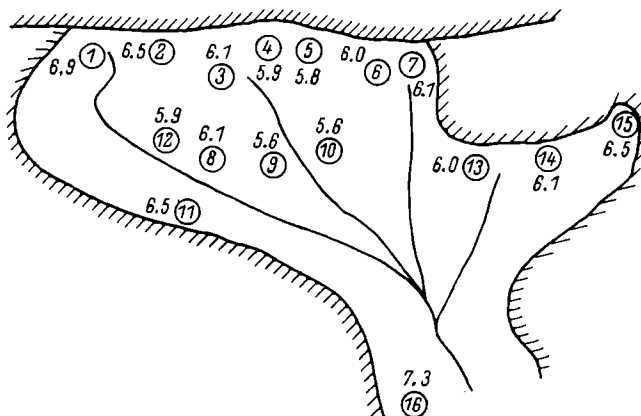


Рис. 1. Схема расположения источников Хазор-Чашма.

В кружках - номера источников, цифры возле кружков - температура воды, °C.

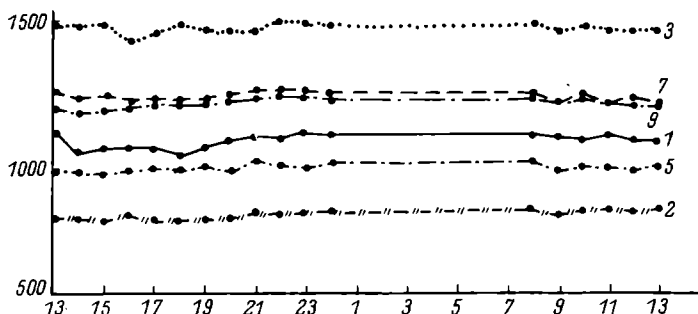


Рис. 2. Электропроводность воды в 6 источниках Хазор-Чашма в течение суток.

Цифры у кривых - номера источников. По оси ординат - электропроводность, $\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$; по оси абсцисс - время суток, ч.

Обследование проведено дважды: в июне 1969 г. и в июле-августе 1971 г., когда дебит воды был меньшим.

Общее содержание карбонатов (сумма $\text{CO}_3 + \text{HCO}_3 + \text{CO}_2$) в воде всех источников было поразительно постоянным и колебалось в пределах 39.4-40.8 мг/л С в 1969 г. и 37.2-39.7 мг/л С в 1971 г. Практически это идентичные величины. В то время как количество сульфатов и хлоридов в разных ключах различалось почти в 2 раза, чем и определяется различие электропроводности воды. По химическому составу воду можно отнести к сульфатно-гид-

Т а б л и ц а 1

Химический состав воды подземных источников начала ручья Хазор-Чашма в предгорьях Памира в 1971 г., мг/л

Номер источника	pH	C(CO ₂)	O ₂	C гидр-карбонатов	Cl'	Mg	Ca	Mg/Ca (мг/мг, отношение)	Общая жесткость	Si	Fe ⁺⁺⁺ , H ₂ S, NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺	S(SO ₄ ⁻)	Электропроводность, ом ⁻¹ ·см ⁻¹
1	7.25	2.3	7.05	39.7	3.3	35.2	196	0.3	13.4	113	-	150	920
2	7.15	1.7	7.34	39.7	2.4	30.4	170	0.29	11.0	106	-	124	810
3	7.35	2.1	7.34	39.4	2.9	30.4	190	0.27	12.1	104	-	128	880
4	7.4	2.1	7.06	38.4	2.9	40.7	170	0.40	12.4	98	-	181	990
5	7.3	2.3	5.51	38.4	9.1	58.9	302	0.32	20.0	87	-	265	1390
6	7.3	2.9	6.18	38.3	4.8	57.2	312	0.30	20.3	108	-	279	1360
Средняя	7.28	2.23	6.75	38.9	4.2	42.1	233	0.31	14.9	103	-	186	1058

Численность бактерий, интенсивность дыхания и ассимиляция CO_2 микрофлорой на свету и в темноте в источниках Хазор-Чашма

Номер источника	Количество бактерий, млн/мл		Количе- ство са- профитов в 1 мл воды (среднее)	Ассимиляция CO ₂ , мкг С/л в сутки		Интенсив- ность ды- хания бак- терий, мкг O ₂ /л в сутки	Деструк- ция орга- нического вещества, мкг С/л в сутки	Время генера- ции бак- терий, ч	Продукция бактерий, мкг С/л в сутки
				на свету (фотосин- тез)	в темноте (гетеро- трофная ассимиля- ция)				
	1969 г.	1971 г.							
1	0.1	0.02	1.6	0.4	0.015	2.1	0.79	233	0.25
2	0.1	0.08	42.0	0.2	-	-	-	-	-
3	0.3	0.03	6.2	0.3	0.012	1.7	0.63	900	0.20
4	0.2	0.19	4.6	0.3	0.030	4.3	1.61	240	0.49
5	0.1	0.11	6.8	0.6	0.057	8.1	3.04	77	0.94
6	0.09	0.04	7.2	0.6	0.017	2.4	0.90	200	0.28
7	0.05	-	50.0	0.2	0.190	27.1	10.1	17	3.15
8	0.06	-	4.1	0.4	0.067	9.6	3.6	100	1.1
9	0.14	-	19.0	0.8	0.120	17.1	6.4	52	2.0
Средняя	0.13	0.08	15.7	0.4	0.064	9.1	1.12	227	0.70

рокарбонатно-кальциевому типу (табл. 1). Общая жесткость колеблется в пределах 11-20. Содержание кислорода равно 5.51-7.24 мг/л. Любопытно, что в воде первых четырех источников содержится меньше хлоридов и сульфатов, больше кислорода, показатели электропроводности здесь ниже. Вода 5-го и 6-го источников более минерализованная, имеет выше электропроводность и несколько более низкую температуру. По-видимому, она формируется на большей глубине.

Количество бактерий в разных источниках изменяется от 0.03 до 0.2 млн/мл (табл. 2). В 1971 г. бактерий было меньше, чем в 1969 г. Это, вероятно, связано с изменением дебита воды, что согласуется с данными по термальным водам [2]. Интенсивность дыхания микрофлоры была исключительно низкой, ее удалось определить лишь при помощи разработанного нами [3] высокочувствительного радиоизотопного метода по гетеротрофной ассимиляции CO_2 , исходя из положения, что на 1 мг кислорода, потребляемого при дыхании, бактериями ассимилируется 7 мкг C/CO_2 .

В различных источниках на дыхание требуется 1.7-27.1 мкг O_2 /л в сутки. Время генерации бактерий в среднем достигало 10 суток, а продукция их биомассы 0.7 мкг C/л в сутки. Эти величины в десятки и сотни раз меньше, чем в открытых водоемах.

Таким образом, выходящие на дневную поверхность ключи у истоков ручья Хазор-Чашма имеют различную электропроводность ввиду разного содержания хлоридов и сульфатов. Последнее, по-видимому, связано с неравномерной проницаемостью соленосной толщи осадочных пород, вмещающей изученные воды. Впервые удалось определить продукцию бактериальной биомассы и интенсивность дыхания микроорганизмов в столь экстремальных условиях. Эти величины оказались чрезвычайно низкими. Для потребления 1 мг O_2 требуется около 100 дней. Наряду с гетеротрофными организмами в воде присутствуют фотосинтезирующие организмы, но при этом нет полной гарантии, что они не могли попасть в пробы на выходе.

Л и т е р а т у р а

1. А л е к с и н О.А. Химический анализ вод суши. Л., 1954. 199 с.
2. К у з н е ц о в а З.И. Распространение бактерий в подземных водах в зависимости от окислительно-восстановительных условий среды. - Микробиология, 1966, т. 35, вып. 5, с. 894-898.
3. Р о м а н е н к о В.И., К у з н е ц о в С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Л., 1974, 193 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

О СТРУКТУРНОЙ ГЕТЕРОГЕННОСТИ
БЕСЦВЕТНЫХ СВОБОДНОЖИВУЩИХ
ЖГУТИКОНОСЦЕВ ПОДОТРЯДА
BODONINA (HOLLANDE, 1952)

В предыдущих публикациях нами описана ультраструктура нескольких видов *Bodonina* [1, 2]. Все они имели кинетопласт, цитостом, систему пелликулярных микротрубочек. Хотя отдельные виды различались расположением органелл и некоторыми деталями ультраструктуры, принципиальных различий между ними не было. Дальнейшие исследования показали, однако, что некоторые виды, относящиеся по существующей классификации к *Bodonina*, отличаются от ранее изученных форм более существенными особенностями ультраструктуры. Таковыми оказались, в частности, *Cercobodo longicauda* и *Bodo marina*.

Культуры *Bodo saltans* (Ehrenb, 1838), *Bodo caudatus* (Stein, 1878), *Cercobodo longicauda* (Senn, 1900), *Bodo marina* (Braurud, 1935) были взяты из коллекции Лаборатории биологии низших организмов Института биологии внутренних вод АН СССР. Материал фиксировался в 2%-м осмии на веронал-ацетатном буфере в течение 5 мин. После заливки в агар, обезвоживания в серии спиртов возрастающей концентрации и в окиси пропилена жгутиконосцы заливались в аралдит. Ультратонкие срезы готовились на ультрамикротоме и контрастировались цитратом свинца и уранилацетатом. Снимки получены на электронном микроскопе Тесла В-613.

Bodo saltans и *B. caudatus* имеют характерную для *Bodonina* ультраструктуру, описанную в ряде публикаций [1, 2, 4, 5]. Тело *Cercobodo longicauda* окружено цитоплазматической мембраной, которая на поперечных срезах часто бывает волнистой, особенно в задней части тела. В отличие от типичных *Bodonina*, поглощение пищи у которых осуществляется через цитостом, *C. longicauda* захватывает бактерии с помощью псевдоподий. На электронномикроскопических снимках часто удавалось наблюдать различные стадии процесса фагоцитоза. Наличие цитостома у этого жгутиконосца не установлено. Жгуты имеют типичную для эукариотных организмов ультраструктуру, но в них отсутствует характерный для *Bodonina* параксиальный стержень. Место, откуда выходят жгуты, не имеет ярко выраженного жгутикового кармана.

Наиболее существенно то, что у *C. longicauda* отсутствует кинетопласт, а митохондрии принадлежат совершенно другому типу. У типичных *Bodonina* митохондрии в большинстве случаев представляет собой единую систему, связанную с кинетопластом [1], ультраструктура митохондрий характеризуется наличием пластинчатых крист. У *C. longicauda* овальные митохондрии

диаметром 0.5–1.0 мкм не связаны между собой, а равномерно распределены по всему объему цитоплазмы. Для их ультраструктуры характерно наличие оболочки, состоящей из двух мембран и трубчатых крист. Система пелликулярных микротрубочек, характерная для *Bodonina*, у *C. longicauda* отсутствует, в то же время под цитоплазматической мембраной располагаются осмиофильные липидные глобулы диаметром 0.2–0.3 мкм. В центральной части клетки находится ядро, окруженное оболочкой, состоящей из 2 мембран. Оболочка, как и поверхность клетки, бывает волнистой и может образовывать выступы или впадины. В центре ядра расположено ядрышко, а хроматин обычно равномерно распределен по всему объему ядра в виде скоплений мелкозернистого вещества. В клетке хорошо развита вакуолярная система в виде эндоплазматического ретикулума как гладкого, так и шероховатого. Встречается много пищеварительных вакуолей с бактериями на разных стадиях. Лизосомы неправильной формы, окружены мембраной, их содержимое электронноплотное. Имеются рибосомы, связанные с шероховатым эндоплазматическим ретикулумом, и свободные в цитоплазме.

У *Bodo marina*, как и у *Cercobodo longicauda*, отсутствуют кинетопласт и цитостом, кристы и митохондрии принадлежат к трубчатому типу. *B. marina* имеет относительно большое ядро, расположенное в центральной части клетки. В заднем конце тела наряду с пищеварительными вакуолями находятся крупные липидные глобулы.

Полученные результаты показывают, что некоторые виды, относимые по существующей классификации в подотряд *Bodonina* [3], обладают рядом особенностей, не свойственных другим представителям этого таксона: отсутствие кинетопласта, цитостома и пелликулярных микротрубочек, трубчатые кристы митохондрий и т.д. Совершенно очевидно, что таксономическое положение этих организмов требует дальнейших исследований.

Л и т е р а т у р а

1. А н и к у ш и н Н.Ф. Особенности ультраструктуры митохондрия жгутиконосцев подотряда *Bodonina*. – Цитология, 1975, т. 17, с. 94–95.
2. А н и к у ш и н Н.Ф. Субклеточная организация свободноживущих бесцветных жгутиконосцев подотряда *Bodonina*. – В кн.: Биология, морфология и систематика водных организмов. Л., 1976, с. 113–117.
3. Ж у к о в Б.Ф. Определитель бесцветных свободноживущих жгутиконосцев подотряда *Bodonina* (Hollande). – В кн.: Биология и продуктивность пресноводных организмов. Л., 1971, с. 241–284.

4. B r o o k e r B.E. Fine structure of Bodo saltans and Bodo caudatus and their affinities with the Trypanosomatidae. - Bull. Brit. Museum (Natur. History). Zool., 1971, vol. 22, N 3, p. 89-102.
5. P i t e l k a D.R. Observations on the kinetoplast-mitochondrion and the cytostome of Bodo. - Exptl Cell Res., 1961, vol. 25, N 4, p. 87-93.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Н.Ф. А н и к у ш и н, А.П. М ы л ь н и к о в

ВЛИЯНИЕ АКРИФЛАВИНА НА УЛЬТРАСТРУКТУРУ BODO CAUDATUS (DUJ.) STEIN (BODONINA HOLL.)

Изучению жгутиконосцев отряда Kinetoplastida, обладающих уникальной структурой митохондрия, посвящены работы ряда исследователей [3, 9, 10]. Особое внимание уделялось паразитическим жгутиконосцам подотряда Trypanosomatina - возбудителям болезней животных и человека. Несмотря на значительные успехи в исследовании кинетопласта, многие вопросы, связанные с пониманием его функций и происхождения, остались невыясненными [6]. Особый интерес представляет изучение экспериментальной дискинетопластии у свободноживущих бесцветных жгутиконосцев подотряда Bodonina под воздействием акрифлавина, начатое Робертсоном [8]. Настоящая работа посвящена исследованию влияния акрифлавина на ультраструктуру Bodo caudatus.

Исследована культура B. caudatus, выделенная из очистных сооружений пос. Борок (коллекция культур Лаборатории биологии низших организмов Института биологии внутренних вод АН СССР). Жгутиконосцы выращивались на минеральной среде Прата с добавлением суспензии бактерий Escherichia. Объем жидкости в чашках Петри составлял 5 мл. Акрифлавин (трипафлавин) добавлялся в культуру жгутиконосцев, находившуюся в стадии логарифмического роста, на 3-й день после инокуляции. Для обнаружения дискинетопластных особей чашки просматривались под люминесцентным микроскопом МЛ-2 (краситель акридиновый оранжевый в разведении 10^{-5}). Опыты поставлены при 20° и pH 7.2-7.4 в полной темноте. Влияние акрифлавина изучено в концентрациях от 10^{-6} до $5 \cdot 10^{-5}$ г/мл. Контролем служила культура бодо без добавления акрифлавина.

Методика электронномикроскопического исследования описана ранее [2]. Акрифлавин во всех изученных концентрациях вызывал разрушение кинетопласта B. caudatus. С течением времени и при возрастании концентрации агента наблюдалось полное исчезно-

вание кинетопласта (светомикроскопическое наблюдение). Кроме того, изредка встречались особи с 3, 4 и 5 ядрами, с одним кинетопластом или без него. Максимальное количество дискинетопластных особей наблюдалось на 4-й день после добавления акрифлавина. При концентрации $5 \cdot 10^{-6}$ г/мл оно составляло 40–50% от общего числа жгутиконосцев. Более низкие концентрации (10^{-6} г/мл) вызывали дискинетопластность у 1–2% особей. Высокие концентрации (10^{-5} – $5 \cdot 10^{-5}$ г/мл) приводили к гибели 92–99% особей на 2-й день после начала опыта. Следует отметить, что жгутиконосцы с разрушенным кинетопластом или без него отличались меньшей подвижностью по сравнению с неповрежденными особями.

Ультраструктура *B. caudatus* описана в ряде предыдущих публикаций [1, 2, 5, 7]. Как известно, кинетопласт представляет собой часть митохондрия. Он расположен под базальными телами жгутов, однако непосредственного контакта с ними не имеет. Между поверхностью кинетопласта и основанием базальных тел жгутов – электронно-плотная прокладка. Центральную и большую часть объема кинетопласта занимает нуклеид – ДНК-содержащая зона в виде сети из нитей с неравномерно разбросанными электронно-плотными узлами. Между нуклеидом и оболочкой находится зона матрикса кинетопласта, идентичная митохондриальному матриксу и содержащая кристы. Оболочка кинетопласта состоит из 2 мембран и плавно переходит в оболочку связанных с кинетопластом митохондрий.

При действии акрифлавина изменения происходят в первую очередь в нуклеоиде кинетопласта. Дозы в 10^{-6} г/мл вызывают разрывы сети нитей нуклеоида, в результате чего величина ячеек постепенно увеличивается. Одновременно с этим обычно в центре кинетопласта, вероятно, в результате слипания электронно-плотных узлов и нитей образуется электронное скопление, связанное с редкими нитями сети. Реже наблюдается несколько скоплений, иногда располагающихся по окружности. В периферической зоне кинетопласта и митохондрия никаких нарушений в это время нет. При увеличении дозы и продолжительности времени воздействия акрифлавина происходят дальнейшие изменения в кинетопласте, выражающиеся в полном исчезновении нитей и узлов нуклеоида.

Дискинетопластные особи имеют совершенно пустую ДНК-зону, но оболочка и периферический матрикс сохраняются, что обеспечивает сохранение капсулы кинетопласта. Кристы в митохондриях в это время сохраняются, но сами митохондрии часто имеют неправильную форму. Ультраструктура клетки характеризуется разбухшей вакуолярной системой и появлением в цитоплазме автофагических вакуолей. Гибели клеток под воздействием высоких концентраций акрифлавина предшествует появление в цитоплазме и в ядре электронно-плотных скоплений.

Полученные результаты показывают, что акрифлавин, вызывая деструкцию нуклеотида кинетопласта, приводит к образованию дискинетопластных особей, однако капсула кинетопласта у них сохраняется.

Естественная дискинетопластия, т.е. способность развиваться и размножаться без нуклеоида кинетопласта, наблюдается в отряде Kinetoplastida только у трипаносом группы *brucei* [6], что связано с особенностями биологического окисления. Она появилась у этих организмов на подготовленном филогенией фоне и рассматривается как внехромосомная мутация внутриклеточной генетической системы.

Неспособность *B. caudatus* размножаться без кинетопласта, по-видимому, указывает на важную роль кинетопластной ДНК в жизнедеятельности этого организма. Известно, что в нуклеоиде кинетопласта сосредоточена вся или почти вся митохондриальная ДНК, кодирующая синтез структурных белков крист митохондрий [4]. Нарушение деления клеток при повреждении нуклеоида кинетопласта указывает на его роль как регулятора распределения митохондрий по дочерним клеткам.

Л и т е р а т у р а

1. А н и к у ш и н Н.Ф. Особенности ультраструктуры митохондрия жгутиконосцев подотряда *Bodonina*. - Цитология, 1975, т. 17, № 1, с. 94-95.
2. А н и к у ш и н Н.Ф. Субклеточная организация свободноживущих бесцветных жгутиконосцев подотряда *Bodonina*. - В кн.: Биология, морфология и систематика водных организмов. Л., 1976, с. 212-224.
3. К а л и н н и к о в а В.Д. Эволюционные аспекты в изучении кинетопласта. - Цитология, 1974, т. 16, № 10, с. 1017-1024.
4. Р у д и н Д., У и л к и Д. Биогенез митохондрий. М., 1970. 156 с.
5. B r o o k e r В.Е. Fine structure of *Bodo saltans* and *Bodo caudatus* and their affinities with the Trypanosomatidae. - Bull. Brit. Museum (Natur. History). Zool., 1971, vol. 22, N 3, p. 89-102.
6. C o s g r o v e W. Why kinetoplast. - Quart. J. Protozool., 1973, vol. 20, N 2, p. 191-194.
7. P i t e l k a D.R. Observations on the kinetoplast mitochondrion and the cytostome of *Bodo*. - Exptl Cell Res., 1961, vol. 25, N 4, p. 87-93.
8. R o b e r t s o n M. The action of acriflavine upon *Bodo caudatus*. - Parasitology, 1929, vol. 21, N 4, p. 375-416.
9. S i m p s o n L. The kinetoplast of the Hemoflagelates. - Internat Rev. cytol., 1972, vol. 32, p.139-207.

10. Simpson L. Structure and function of kintoplast. - J. Protozool., 1973, vol. 20, p. 17-21.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

С.И. Генкал

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ
УЛЬТРАТОНКОГО СТРОЕНИЯ СТВОРОК РОДА
STEPHANODISCUS EHR. (BACILLARIOPHYTA)

Положение о том, что ультраструктура панциря диатомовых водорослей имеет важное таксономическое значение, в настоящее время получило широкое признание [1-9]. Однако из каждого рода с помощью электронного микроскопа изучено по одному, в лучшем случае по несколько видов.

В данном сообщении излагаются данные электронномикроскопических исследований по особенностям ультраструктуры створок почти всех известных науке видов рода *Stephanodiscus*, собранных в водоемах бассейна Волги. При описании ультраструктуры использовалась терминология, предложенная на III симпозиуме по современным и ископаемым диатомовым водорослям [3].

Структура створки представителей рода *Stephanodiscus*, по данным световой микроскопии, состоит из радиальных пунктирных штрихов, у края двойных, реже многорядных. При наблюдении под трансмиссионным электронным микроскопом (ТЭМ) обнаруживалось, что штрихи состоят из поровидных ареол (рис. 1, д; рис. 2, а-в). С внутренней стороны створки ареолы закрыты тонкой перфорированной мембраной-велумом. Ареолы могут варьировать по форме (от круглой до многоугольной), по числу в 10 мкм и плотности расположения (рис. 1, а-г). Ряды ареол переходят на загиб створки, их структура не отличается от таковой на створке (рис. 1, д, ж; рис. 2, г, ж), лишь иногда размеры ареол могут быть меньше. Однако необходимо учитывать, что в случае наклонного расположения загиба створки к электронному пучку возникает эффект мнимого уменьшения ареол, причем чем больше угол падения, тем мельче они выглядят.

Помимо ареолированности на створках наблюдаются 2 типа выростов: трубковидный с опорой и двугубый. Первый может находиться как в центральной части, так и на загибе створки, второй только на загибе. В центральной части створки встречается не более одного трубковидного выроста (рис. 1, е, з), а на ее загибе это число варьирует, по нашим материалам, от 3 до 23. Двугубый вырост один. Трубковидные выросты располагаются ниже шипов (рис. 1, д; рис. 2, а, и), причем под углом около 45° к загибу

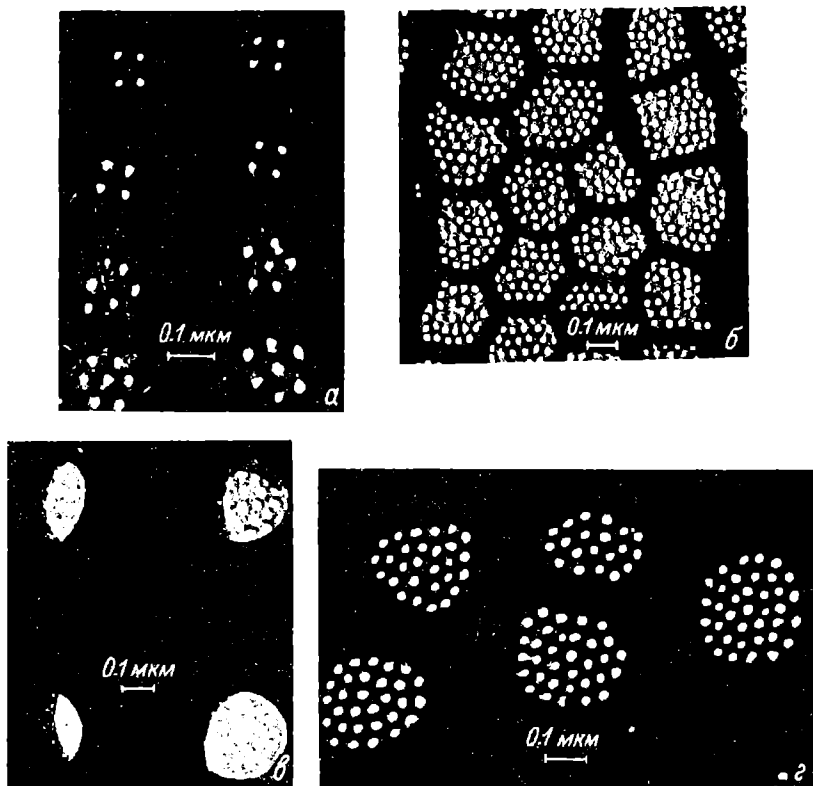


Рис. 1. Элементы тонкой структуры створок рода *Stephanodiscus*.

а-г - порозидные ареолы, д - шипы, выросты и ареолы на загибе створки, е, з - трубковидный вырост с опорой в центре створки, ж - то же на загибе створки.

а, е - *Stephanodiscus* sp., б - *Stephanodiscus* sp., в - *St. astraea* var. *minutulus* (Kütz.) Grun., г - *St. binderanus* (Kütz.) Krieger, д, ж, з - *St. invisitatus* Hohn et. Hellerman.

створки (рис. 1, д; рис. 2, ж). У некоторых видов трубковидные выросты находятся приблизительно посредине между центром и краем створки (рис. 2, в), что ранее считалось характерным только для рода *Thalassiosira* [6]. Число трубковидных выростов в этой части створки, по нашим материалам, доходило до 17.

Внутренняя и внешняя части обоих типов выростов, по некоторым данным [6], имеют одинаковую длину. Однако соотношение этих частей может изменяться как у трубковидного (рис. 2, б, е, ж), так и у двугубого выростов (рис. 2, б, г, д, з). Кроме того, трубковидные выросты у разных ви-

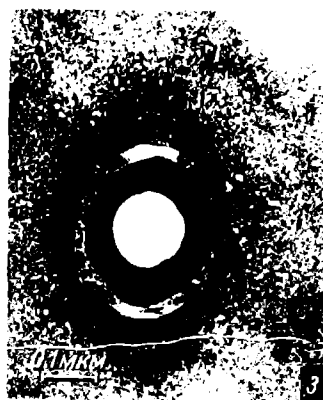
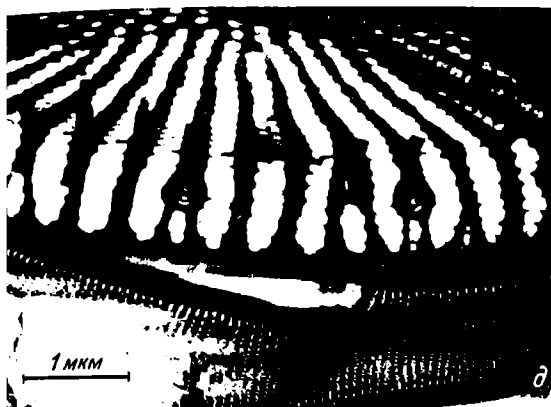


Рис. 1 (продолжение).

дов имеют различный диаметр центральной трубки и число пор, ее окружающих (рис. 1, е-э; рис. 2, е, ж).

По краю створки расположены шипы, которые отходят от каждого ребра или только от некоторых. Форма шипов в световом микроскопе различима лишь у крупных клеток, а по данным ТЭМ, удается выделить даже несколько типов: остроконечные (рис. 2, а, б), тупые с развилкой (рис. 2, к) и лопчатые (рис. 2, а).

Полученные сведения об ультраструктуре панциря значительно расширяют наши знания о структуре створки, полученные в прошлом с помощью светового микроскопа. Это позволяет использовать ее в таксономических целях, особенно для видов, клетки которых имеют диаметр всего несколько микрон и структура их совершенно не видна в световом микроскопе.

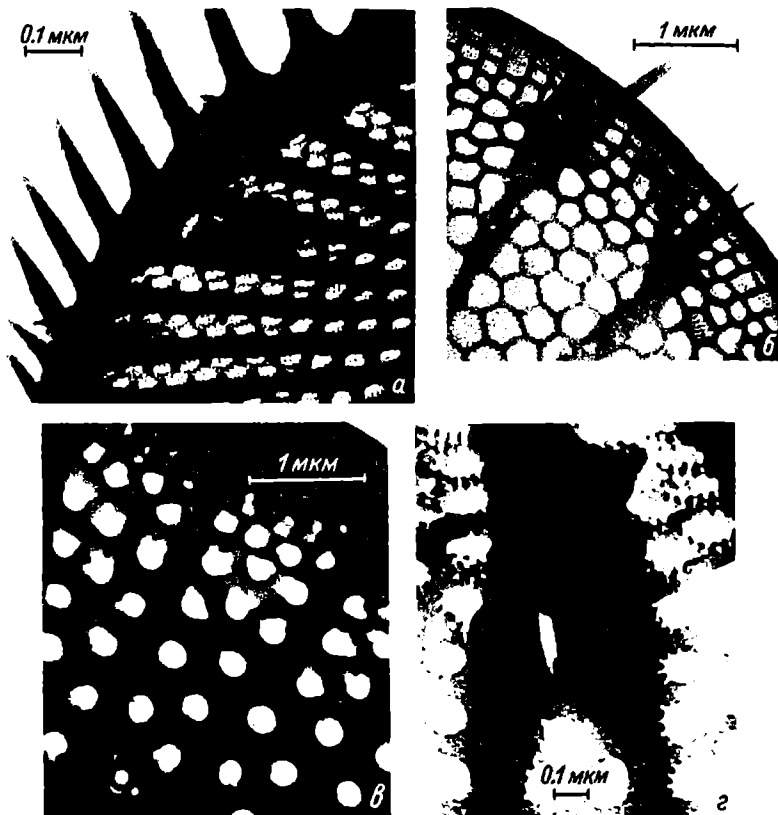


Рис. 2. Элементы тонкой структуры створок рода *Stephanodiscus*.

а, б - шипы и выросты на загибе створки, в - вырост в промежуточном положении, г - внешняя часть двугубого выроста, д, э - внутренняя часть двугубого выроста, е - внутренняя часть трубковидного выроста с опорой на загибе створки, ж - внешняя часть на загибе створки, и, к - шипы.

а, г, е, ж - *St. invisitatus* Hohn et. Hellerman, б - *Stephanodiscus* sp., в - *St. dubius* (Fricke) Hust., д, э - *Stephanodiscus* sp., и - *St. binderanus* (Kütz.) Krieger, к - *St. astraea* var. *minutus* (Kütz.) Grun.

Л и т е р а т у р а

1. Прощина-Лавренко А.И. О таксономии диатомовых водорослей (Bacillariophyta). - Бот. ж., 1974а т. 59, № 6, с. 895-901.

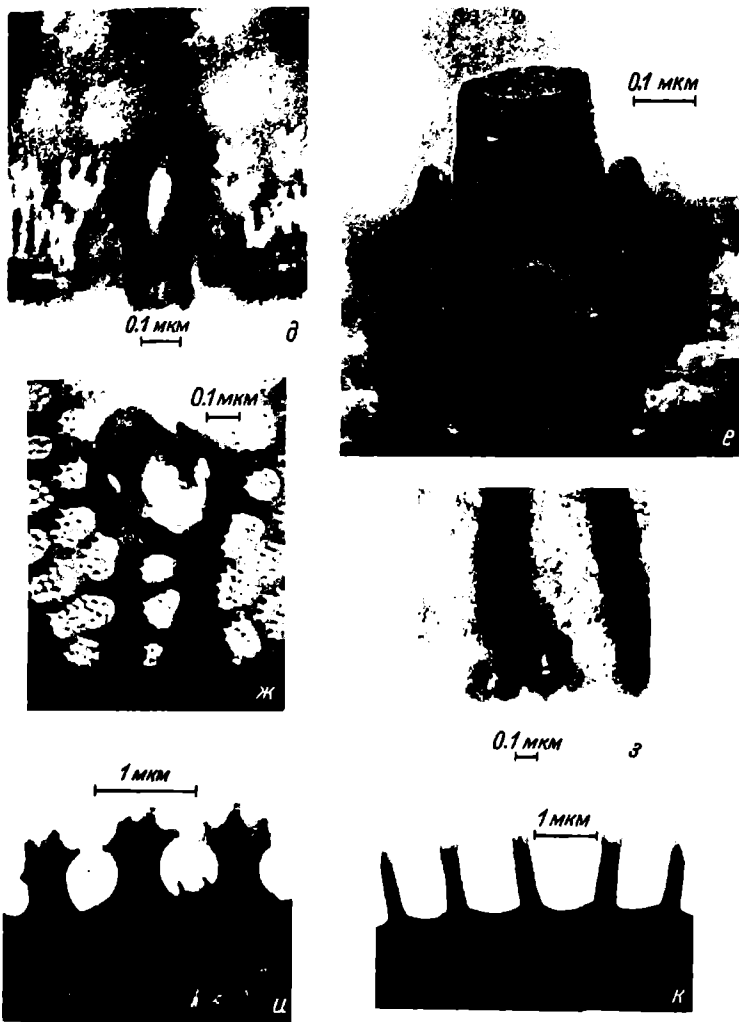


Рис. 2 (продолжение).

2. Прошкина-Лавренко А.И. Принципы систематики диатомовых водорослей. - В кн.: Диатомовые водоросли СССР, Л., 19746, с. 403.
3. Anonymous. Proposals for a Standardization of Diatom Terminology and Diagnoses. - Beih. Z. Nova Hedwigia, 1975, N 53, p. 323-354.
4. Desikachary T.V. Electron microscopy studies on diatoms. - J. Roy. Microscop. Soc., 1957, vol. 76, N 1-2, p. 9-36.
5. Hasle G.R. The valve processes of the centric diatom genus *Thalassiosira*. - Nytt mag. bot., 1968, vol. 15, N 3, p. 193-201.

6. Hasle G.R. Two types of valve processes in centric diatoms. - Beih. Z. Nova Hedwigia, 1972, N 39, p. 55-78.
7. Kolbe R.W. Elektronenmikroskopische Untersuchungen von Diatomeenmembranen. I. - Arkiv. bot., 1948, vol. 33, A, N 17, p. 1-21.
8. Ross R. Ultrastructure research as an aid in the classification on diatoms. - Ann. N.-Y. Acad. Sci., 1963, vol. 108, N 2, p. 396-411.
9. Round F.E. The deliniation of the genera Cyclotella and Stephanodiscus by light microscopy, transmission and reflecting electron microscopy. - Beih. Z. Nova Hedwigia, 1970, N 31, p. 592-604.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Э.Г. Добрынин

ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ В РАПНЫХ ВОДОЕМАХ КРЫМА

В пустынной и полупустынной зонах встречаются 2 типа соленых водоемов. В одних (Сакское озеро и Сасык-Сиваш) концентрация солей в течение года сильно меняется, в других (Чокракское озеро, Зап. Сиваш) остается высокой и относительно постоянной. Изменение концентрации происходит под влиянием 2 процессов. Весной и осенью происходит повышение солености рапы за счет испарения, а осенью и зимой – снижение в результате разбавления ее атмосферными осадками. В водоемах с высокой и постоянной соленостью уже с начала лета идет интенсивное осаждение NaCl. Образующийся с осени пласт соли при растворении осенне-зимними осадками поддерживает высокие концентрации солей круглый год, т.е. играет роль „солевого буфера“. Стабильный режим основного экологического фактора – солености в рапе озер – оказывает влияние и на биологические процессы, что заставляет рассматривать их как отдельную группу рапных водоемов.

Задача исследования – изучение процесса продуцирования органического вещества в рапных водоемах. С этой целью с мая по октябрь 1974 г. проведены стационарные наблюдения в испарительных бассейнах Сольпрома, а также в естественных рапных водоемах – в Зап. Сиваше и Чокракском озере. Первичная продукция определялась в бассейнах Сольпрома дважды в месяц, а в рапе Зап. Сиваша – ежемесячно. В Чокракском озере выполнены отдельные определения в июне, июле и октябре. В августе и сентябре Чокракское озеро высохло и представляло собой солевое поле.

Т а б л и ц а 1

Интенсивность фотосинтеза (Ф) в рапе
подготовительного бассейна

	10 У	1 У1	16 У1	15 УII	15 УIII	Среднее
Соленость, г/л	145	165	165	172	165	-
Температу- ра, °С	28.0	30.0	32.5	31.0	30.0	-
Ф, мг С/л в сутки ...	2.73	1.90	1.37	3.73	2.68	2.48
Ф, г С/м ² в сутки ...	1.09	0.76	0.55	1.49	1.07	0.99

Соленость рапы рассчитывали по плотности, измеренной ареометром до третьего знака. Интенсивность фотосинтеза определяли радиоуглеродным методом [2]. Карбонаты оттитровывали в 100 мл рапы 0.1 н. раствором HCl с индикатором метилрот. Вследствие малых глубин фотосинтез шел во всей водной массе. Поэтому продукция фитопланктона под 1 м² рассчитана как произведение ее величины в поверхностном слое на глубину водоема.

Бассейны-садки соли представляют собой ограниченные дамбами пруды площадью 12 га и глубиной 0.4 м. Рапа из Сасык-озера поступает в них после пропускания ее через цепь таких же подготовительных бассейнов, в которых она практически нацело освобождается от ионов Ca и SO_4 и обогащается хлоридами натрия и в меньшей степени магния.

Продукция фитопланктона в рапе подготовительного бассейна была высокой уже в мае (табл. 1), лишь немного снижалась в течение июля и наибольших величин достигала в конце июля-августе.

Колебания интенсивности фотосинтеза в рапе подготовительного бассейна были небольшими - крайние значения различались всего в 2.5 раза.

Рапа подготовительного бассейна с содержанием солей 160-170 г/л поступала порциями в садочный, соленость в котором поддерживалась в пределах 210-250 г/л. Первичная продукция в садочном бассейне оказывалась значительно меньшей, чем в подготовительном (табл. 2). Для фотосинтетической активности основного продуцента органического вещества в гипергалинных водоемах - *Dunaliella salina* - оптимальная соленость лежит в пределах 120-150 г/л [3]. Фитопланктон с рапой подготовительного бассейна попадал в садочный бассейн, в условия с неблагоприятной концентрацией солей (выше 200 г/л), что сильно сказывалось на его активности. Повышение интенсивности фотосинтеза в садочном

ОЦЕНКА САПРОБНОСТИ ВОЛЖСКОГО ПЛЕСА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ФИТОПЛАНКТОНУ

До настоящего времени остается неосвященным вопрос о сапробном состоянии крупнейшего водоема Верхней Волги – Рыбинского водохранилища. Нами была изучена сапробность Волжского плеса, наиболее подверженного антропогенному эвтрофированию [1, 3]. Пробы воды отбирались в 12 рейсах в 1970, 1972, 1975 гг. Планктон обрабатывался по принятым методикам [2, 4–6]. При расчете индексов сапробности использовалась не только численность индикаторных видов, но и их биомасса.

Результаты исследований свидетельствуют о широкой амплитуде колебаний уровня сапробности: от β – олигомезосапробной (1.61) до β – α – мезосапробной (2.49). В целом воды Волжского плеса относятся к β – мезосапробному классу (см. таблицу). Из Угличского водохранилища поступала относительно чистая вода. Под влиянием г. Углича и ниже лежащих поселков степень сапробности возрастала, достигая наибольших значений в районе пос. Волга и с. Коприно.

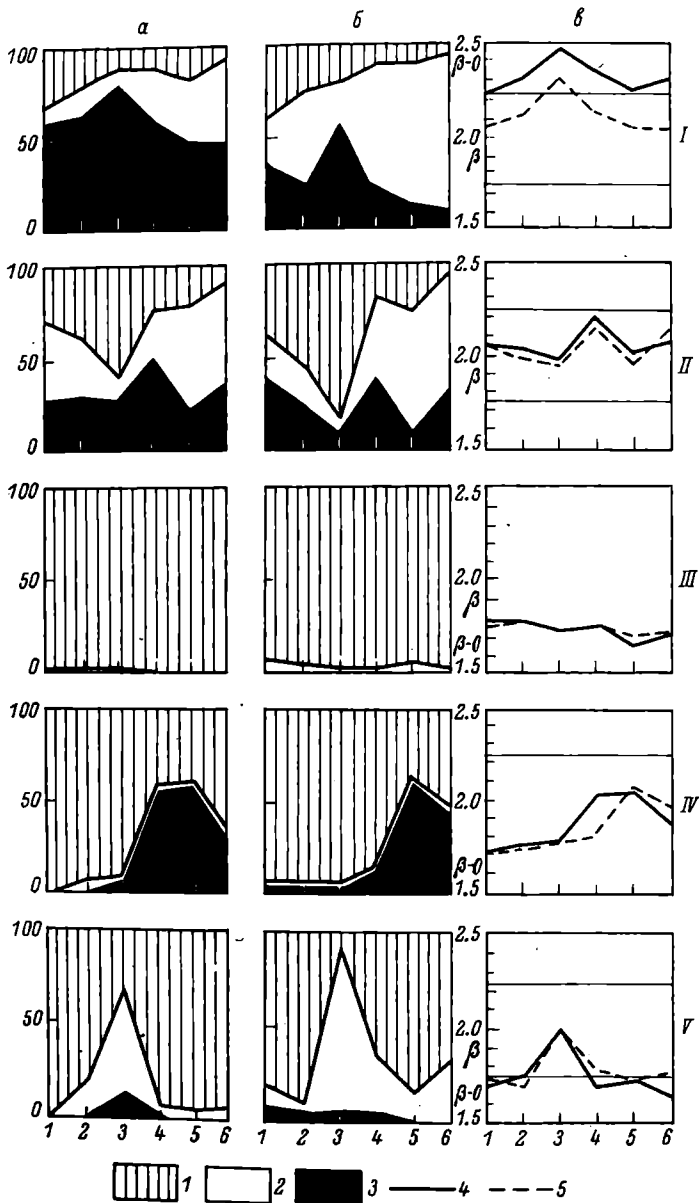
В сезонном аспекте наиболее высокие показатели уровня сапробности отмечались в весенний период, что связано с поступлением органических соединений как с водами половодья и весеннего паводка, так и аккумулятированных в Угличском водохранилище за зимний период. Весенний планктон характеризовался преимущественным развитием видов-показателей β – α – мезосапробных условий, которые составляли до 79% численности всех индикаторных форм водорослей (см. рисунок, 1,а). Доминировал в этот период *Staphanodiscus hantzschii* var. *pusillus* (9.6 млн кл./л) в сопровождении *Melosira islandica* (6.9 млн кл./л) и *St. binderanus* (1.4 млн кл./л).

Сезонные изменения структуры сапробных фитоценозов (а, б) и распределение индексов сапробности (в) по данным 1972 г.

I – 9–12 мая, II – 9–11 июня, III – 3 августа, IV – 9–10 сентября, V – 12–17 октября.

Виды с индексом сапробности: 1 – < 2.0, 2 – 2.0, 3 – > 2.0; 4 – индекс сапробности, рассчитанный по численности индикаторных видов, 5 – то же по биомассе.

По оси ординат: а – соотношение индикаторных видов водорослей в общей численности показательных форм, %, б – то же по биомассе, в – индексы сапробности. По оси абсцисс – станции: 1 – ниже г. Углича, 2 – пос. Мышкино, 3 – пос. Волга, 4 – с. Коприно, 5 – 66-й буй, 6 – пос. Переборы.



Индексы сапробности

Станции	1970 г.				1972 г.					1975 г.	
	31 У- 3 У1	7 УП	15-21 1X	27 X	9-12 У	9-11 У1	3 УП	7-9 1X	12-17 X	5 X1	1-5 УП 30 УП
Предпогитный плес Углич- ского водохранилища	$\frac{1.63}{1.64}$	-	$\frac{1.76}{1.92}$	-	$\frac{2.19}{2.02}$	$\frac{1.90}{1.73}$	$\frac{1.74}{1.70}$	$\frac{1.74}{1.70}$	$\frac{1.71}{1.54}$	-	$\frac{1.81}{1.81}$
Ниже г. Углича	$\frac{1.83}{1.92}$	-	$\frac{1.85}{2.03}$	-	$\frac{2.26}{2.06}$	$\frac{2.06}{2.07}$	$\frac{1.75}{1.73}$	$\frac{1.73}{1.74}$	$\frac{1.71}{1.73}$	-	$\frac{1.92}{1.87}$
Пос. Мышкино	$\frac{1.69}{1.88}$	-	$\frac{2.06}{2.10}$	-	$\frac{2.34}{2.11}$	$\frac{2.04}{1.89}$	$\frac{1.75}{1.76}$	$\frac{1.76}{1.74}$	$\frac{1.75}{1.71}$	-	$\frac{1.95}{1.91}$
Пос. Волга	$\frac{1.64}{1.69}$	-	$\frac{1.75}{1.77}$	-	$\frac{2.49}{2.33}$	$\frac{1.98}{1.81}$	$\frac{1.70}{1.69}$	$\frac{1.78}{1.78}$	$\frac{2.01}{2.02}$	-	$\frac{2.42}{2.19}$
С. Коприно	$\frac{1.86}{1.94}$	$\frac{1.97}{2.14}$	$\frac{1.71}{1.75}$	$\frac{1.93}{1.93}$	$\frac{2.36}{2.12}$	$\frac{2.22}{2.17}$	$\frac{1.73}{1.73}$	$\frac{2.04}{1.82}$	$\frac{1.70}{1.79}$	$\frac{1.93}{1.93}$	$\frac{1.61}{1.75}$
66-й буй	$\frac{1.69}{1.84}$	$\frac{1.76}{1.86}$	$\frac{1.78}{1.81}$	$\frac{1.76}{1.68}$	$\frac{2.26}{2.03}$	$\frac{2.03}{1.93}$	$\frac{1.63}{1.69}$	$\frac{2.06}{2.08}$	$\frac{1.74}{1.74}$	$\frac{1.93}{1.95}$	$\frac{1.89}{1.80}$
Пос. Переборы	$\frac{1.88}{1.95}$	$\frac{1.75}{1.86}$	$\frac{1.99}{1.95}$	$\frac{1.66}{1.74}$	$\frac{2.30}{2.03}$	$\frac{2.08}{2.14}$	$\frac{1.68}{1.70}$	$\frac{1.89}{1.98}$	$\frac{1.67}{1.78}$	$\frac{1.78}{1.80}$	$\frac{1.74}{1.74}$
Средний индекс	$\frac{1.76}{1.87}$	$\frac{1.83}{1.95}$	$\frac{1.86}{1.90}$	$\frac{1.78}{1.78}$	$\frac{2.34}{2.11}$	$\frac{2.07}{2.00}$	$\frac{1.71}{1.71}$	$\frac{1.88}{1.86}$	$\frac{1.76}{1.79}$	$\frac{1.88}{1.89}$	$\frac{1.69}{1.76}$

Примечание. Числитель — индексы, рассчитанные по численности, знаменатель — то же по биомассе индикаторных видов.

Летом по мере насыщения воды кислородом и увеличения ее температуры самоочистительная способность экосистемы повышалась. Из планктона постепенно выпадали β - α -мезосапробные виды и резко сокращалась численность типичных β -мезосапробов. Преимущественное развитие в планктоне получали синезеленые водоросли (*Aphanizomenon flos-aquae* и *Microcystis aeruginosa*), численность которых в августе 1972 г. достигала 500 млн кл./л. Примечательно, что полнее самоочищение воды шло в озерной части плеса, где было отмечено и наибольшее обилие фитопланктона (см. рисунок, II, III).

В конце летнего периода (первая декада сентября) уровень сапробности воды несколько увеличивался, что связано с процессами разложения отцветавших водорослей (см. рисунок, IV). Происходила и смена доминантов. В речном участке начинали преобладать *Microcystis aeruginosa* (6.7 млн кл./л) и *Pediastrum duplex* (3.2 млн кл./л), в озерном - *Coelosphaerium dubium* (206.0 млн кл./л).

В октябре (см. рисунок, V) показатели сапробности несколько снижались, сокращалось и численное развитие β - α -мезосапробов, а обилие типичных представителей β -мезосапробности резко возрастало. Однако в первых числах ноября с усилением осеннего паводка и поступлением в водоем органических соединений со склоновым стоком вновь наблюдалось некоторое увеличение уровня сапробности (см. таблицу).

Сравнение осредненных показателей сапробности воды верхнего и нижнего бьефов Угличской ГЭС свидетельствует об увеличении концентрации органических соединений ниже г. Углича и ее дальнейшем возрастании к концу речного участка (пос. Волга). Сапробность озерного участка была несколько ниже - 1.93 и 1.87 соответственно.

В сезонном аспекте наблюдаются 3 пика увеличения индексов сапробности: 1) весенний - наиболее мощный, вызванный поступлением аллохтонного органического вещества с площади водосбора; 2) позднелетний, обусловленный автогенными процессами; 3) позднеосенний, связанный с осенним паводком.

Самоочистительная способность экосистемы Волжского плеса значительна: показатели сапробности в летний период сдвигаются в β -олигомезосапробную зону (1.61). Однако высокие значения индексов весной заставляют обратить внимание на состояние водосборной площади.

Л и т е р а т у р а

1. Драчев С.М., Былинкина А.А., Трифонова Н.А., Кудрявцева Н.А. Антропогенные факторы формирования химического состава и содержания биогенных элементов в водохранилищах Волги. - Тез докл.

- Второй конф. по изуч. водоемов бас. Волги, Борок, 1974, с. 11-17.
2. Кузьмин Г.В. Фитопланктон. Видовой состав и обилие, В кн.: Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов, М., 1975, с. 73-87.
 3. Рыбинское водохранилище и его жизнь. Л., 1972. 360 с.
 4. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. III. Методы биологического анализа вод. М., 1975. 176 с.
 5. Pantle R., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. - Gas- und Wasserfach, 1955, Bd 95, S. 604.
 6. Sládeček V. System of water quality from the biological point of view. - Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol., 1973, h. 7, p. 1-218.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В.Г. Девяткин

О ЗИМНЕМ МИКРОФИТОБЕНТОСЕ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В РАЙОНЕ КОНАКОВСКОЙ ГРЭС

При изучении воздействия тепловых и атомных электростанций на альгофлору водоемов-охладителей основное внимание обычно уделяется фитопланктону, в меньшей степени - фитообрастаниям. Влияние подогретых вод на микрофитобентос наименее изучено. В нашей стране микрофитобентос исследовался, по-видимому, лишь на водоемах-охладителях Украины [3, 7]. Особый интерес представляют данные, полученные в зимний период, поскольку воздействие подогрева на микрофитобентос и на фитопланктон в районах с умеренным климатом наиболее отчетливо проявляется, видимо, именно в это время года [6]. Нами обработано около 70 проб микрофитобентоса, собранных в нижнем (Иваньковском) плесе Иваньковского водохранилища в конце второй декады марта 1972 и 1973 гг.

Методика сбора и обработки материалов описана ранее [5]. Сведения о гидрологическом режиме исследованного участка водохранилища в зимний период содержатся в опубликованных работах [1, 9].

При изучении видового состава зимнего микрофитобентоса обнаружено 196 видов, разновидностей и форм, из них 114 были отмечены при изучении фитопланктона водохранилища [8]. Среди 82 впервые обнаруженных в этом водоеме форм наибольшее количество (76) принадлежит отделу Bacillariophyta. Естественно, что

подавляющее большинство впервые отмеченных в водохранилище видов водорослей (177) – типично бентосные формы.

В отличие от планктона водохранилища, в котором даже зимой на долю *Bacillariophyta* приходится меньше половины общего числа видов [4], флористическое разнообразие микрофитобентоса зависит прежде всего от диатомовых (см. таблицу). В районе воздействия подогретых вод видовое разнообразие диатомей и общее видовое разнообразие микрофитобентоса возрастают. В то же время видовое разнообразие водорослей других отделов в зоне подогрева напротив несколько понижается (см. таблицу). Причем снижение видового разнообразия синезеленых, эвгленовых и зеленых водорослей происходит за счет планктонных видов. Это можно объяснить „вымыванием“ их из грунтов в результате повышения проточности зоны подогрева.

В целом видовой состав микрофитобентоса под влиянием подогрева сильно изменяется.

Коэффициент флористической общности Чекановского–Серенсена [2], рассчитанный по видовому составу микрофитобентоса, между зоной наибольшего подогрева (Мошковичский залив) и участками с температурным режимом, близким к естественному (район водозабора и приплотинный), равен всего 0.4. Донная альгофлора прилегающей к Мошковичскому заливу полыньи по своему составу занимает промежуточное положение.

Доминирующей группой микрофитобентоса нижнего плеса как по численности, так и по биомассе были диатомовые водоросли, но набор их массовых видов на разных участках различался. В районе водозабора и плотины ГЭС как в прибрежье, так и на русловых станциях до 90% и более биомассы приходилось на долю видов *Melosira* (*M. italica*, *M. ambigua*, *M. granulata*, *M. islandica*).

Таксономическое разнообразие микрофитобентоса нижнего плеса водохранилища зимой

Отдел	Число видов, разновидностей и форм		
	Мошковичский залив и полынья	Район водозабора и приплотинный	Весь участок
<i>Cyanophyta</i>	4	6	8
<i>Bacillariophyta</i>	125 (63)	82 (23)	156 (71)
<i>Euglenophyta</i>	1	5	5
<i>Chlorophyta</i>	16	23	27
Всего	146	115	196

Примечание. В скобках – число форм диатомовых водорослей с хорошо сохранившимися хлоропластами.

dica), типичных для фитопланктона водохранилища. Виды *Melosira* преобладали и на русловых станциях образованной подогретыми водами полыньи.

В противоположность этому роль планктонных видов в микрофитобентосе Мошковичского залива была невелика. Основной фон микрофитобентоса здесь создавали типично бентосные (*Nitzschia recta*, *N. vermicularis*, *Nitzschia* sp. sp.) и литоральные (*Surirella ovata* var. *ovata* et var. *pinnata*, *Diatoma vulgare*, *Melosira varians*) виды. В прибрежье образованной подогретыми водами полыньи за пределами Мошковичского залива микрофитобентос носил смешанный характер. Наряду с формами, отмеченными в заливе, виды *Melosira* играли в нем существенную роль.

Биомасса микрофитобентоса на глубине 0–5 м в 1972 г. составляла 0,3–11 г/м²; в 1973 – 0,3–19 г/м². Несмотря на снижение в микрофитобентосе зоны подогрева обилия планктонных видов, его биомасса оказалась выше, чем в районе водозабора и плотины. Исключение составляли пробы, взятые на стрежне потока подогретых вод (глубина 3–4 м, течение до 1,5 м/с), в которых обилие микрофитобентоса было очень низким из-за интенсивной переработки грунтов сильным течением.

На других участках прибрежья распределение микрофитобентоса по глубине было сравнительно равномерным.

На русловых станциях нижнего плеса водохранилища (глубина 13–15 м) биомасса водорослей на дне, основу которой, как уже отмечалось, составляли виды *Melosira*, колебалась в 1972 г. в пределах 1,2–3,4 г/м², в 1973 – 7–30 г/м² без заметного увеличения или снижения в районе выхода подогретых вод.

Биомасса фитопланктона в зимний период обычно не превышает 0,1 г/м², лишь в зоне воздействия Конаковской ГРЭС она повышается до 0,5 г/м³ [4]. Сопоставляя эти данные с данными по обилию микрофитобентоса, можно утверждать, что основные запасы водорослей сосредоточены зимой на дне водоема.

Таким образом, на участках, свободных от влияния подогретых вод, в условиях низкой освещенности и температуры микрофитобентос находится в угнетенном состоянии. Его состав и обилие определяются количеством сохраняющихся на дне планктонных водорослей. Снижение их обилия в зоне подогрева, по-видимому, обусловлено вымыванием из грунтов в связи с действием течения и волн. Отсутствие ледового покрова в результате повышения температуры и вследствие этого повышение освещенности (чему способствует также повышенная прозрачность воды зимой) при наличии достаточного количества биогенных соединений создают условия для формирования в зоне воздействия подогретых вод Конаковской ГРЭС своеобразного комплекса организмов микрофитобентоса, состоящего преимущественно из типично бентосных и литоральных видов с довольно высоким видовым разнообразием и биомассой.

1. Б у т о р и н Н.В., К у р д и н а Т.Н. Особенности температурного режима Иваньковского водохранилища в условиях искусственного подогрева. – В кн.: Экология организмов водохранилищ-охладителей. Л., 1975, с. 25-49.
2. Г р е й г-С м и т П. Количественная экология растений. М., 1967. 360 с.
3. Г р и н ь В.Г., Г а й д а р Е.М., Е ф р е м о в а Н.В. Фотомикробентос р. Днепра в районе действия теплообменных вод Трипольской тепловой электростанции. – Матер. второго сим. по влиянию тепловых электростанций на гидрол. и биол. водоемов, Борок, 1974, с. 34-37.
4. Д е в я т к и н В.Г. Фитопланктон в нижнем плесе Иваньковского водохранилища зимой. – В кн.: Флора, фауна и микроорганизмы Волги. Рыбинск, 1974, с. 67-75.
5. Д е в я т к и н В.Г. Микрофитобентос. – В кн.: Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975, с. 108-117.
6. Д е в я т к и н В.Г. Влияние подогретых вод Конаковской ГРЭС на фитопланктон и микрофитобентос Иваньковского водохранилища. – Тез. докл. Ш съезда, ВГБО, 1976, т. 2, с. 11-14.
7. К а ф т а н н и к о в а О.Г., Г р и н ь В.Г., П о л и в а н н а я М.В., К и т и ц и н а Л.А., С е р г е е в а О.А., К о ш е л е в а С.И., В и н о г р а д с к а я Т.А., Л е н ч и н а Л.Г., Е ф р е м о в а Н.В., П р о т а с о в А.А. Влияние сбросных подогретых вод на гидрохимический и гидробиологический режимы водоема-охладителя Ладыжинской ГРЭС. – Тез. докл. III съезда ВГБО, 1976, т. 2, с. 21-23.
8. К у з ь м и н Г.В., Д е в я т к и н В.Г. Видовой состав фитопланктона Иваньковского водохранилища. – В кн.: Антропогенные факторы в жизни водоемов. Л., 1975, с. 5-31.
9. К у р д и н а Т.Н., Д е в я т к и н В.Г. О влиянии подогретых вод Конаковской ГРЭС на содержание кислорода и развитие фитопланктона в Иваньковском водохранилище в зимний период. – Гидробиол. ж., 1972, т. 8, № 4, с. 75-80.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

КРУПНОМАСШТАБНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОРМОВОГО БЕНТОСА В ВОЛЖСКОМ ПЛЕСЕ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Русловая часть Волжского плеса – основное место нагула половозрелых особей рыб-бентофагов, обитающих в этом районе [2]. С целью изучения распределения организмов бентоса, служащих пищей для рыб, в сентябре 1975 г. вдоль затопленного русла Волги были взяты пробы на 42 станциях на расстоянии 500 м друг от друга.

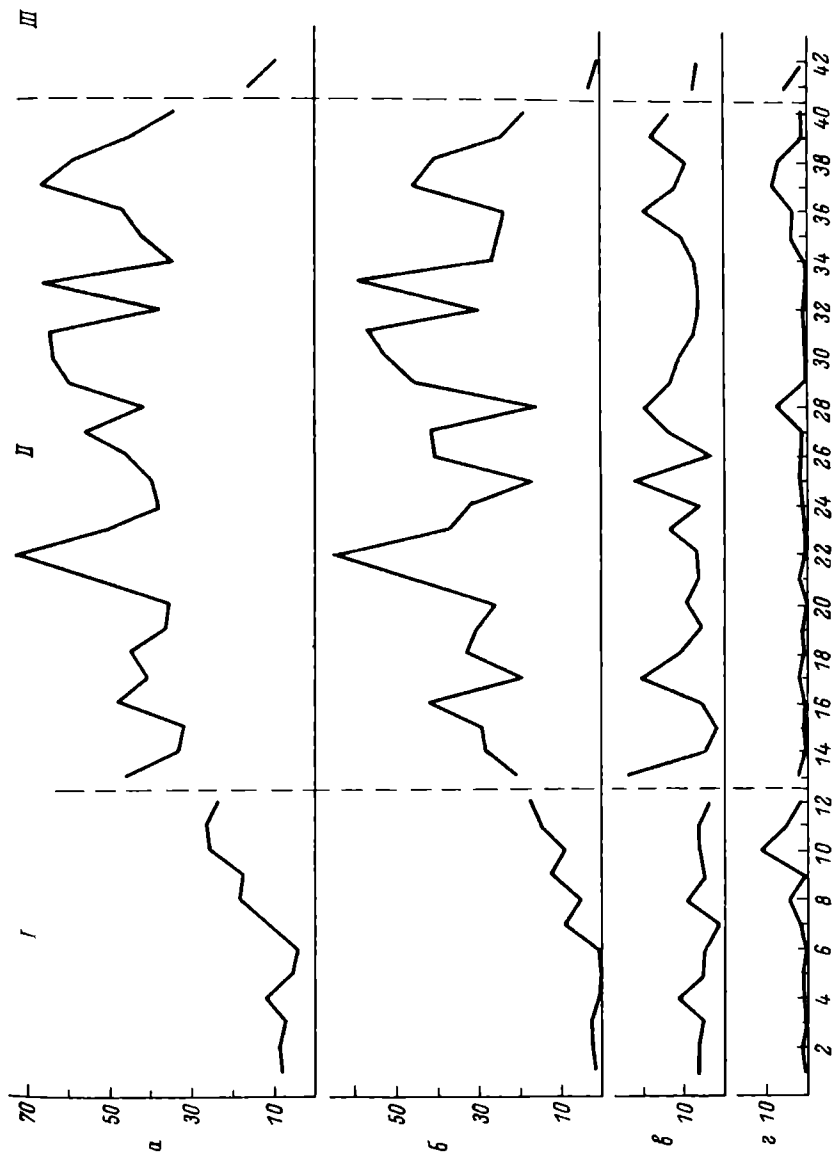
Обработка полученных данных показала, что весь исследованный район по уровню развития донной фауны можно разделить на 3 участка (рис. 1). Такое деление является следствием различия биотопов. На участке I русло Волги близко подходит к обрывистому песчаному правому берегу, поэтому грунт представлен песчанистым илом. Средняя биомасса бентоса равна 14.2 г/м². На участке II русло проходит на значительном расстоянии от берега, грунт состоит из серого ила с небольшим количеством мелкого детрита. Средняя биомасса бентоса очень высокая, – 48.1 г/м². Участок III расположен при выходе из Волжского плеса в открытую часть водохранилища, грунт содержит большое количество частиц торфа. Средняя биомасса бентоса здесь 12.6 г/м². Высокая плотность организмов на участке II наблюдается в основном за счет личинок хирономид, свыше 90% биомассы дает *Chironomus plumosus* L. Величины биомассы олигохет и моллюсков на всех участках близки (рис. 1). Имеются сведения [4, 6], что уровень развития хирономид может в гораздо большей степени зависеть от гранулометрического состава грунта и количества легкоусвояемой органики в нем, чем таковой олигохет. В Рыбинском водохранилище биомасса хирономид на песчанистых илах эстуариев в 1970 г. была в 5.1 раза меньше, чем на серых илах, биомасса олигохет лишь в 1.9 раза меньше [1].

Несмотря на незначительное отличие биомассы олигохет на 3 участках (5.8, 11.6, 7.0 г/м²), они отличаются по доминирующим видам: на участке I *Isochaetides newaensis* Mich.

Рис. 1. Распределение бентоса в русловой части Волжского плеса.

а – общая биомасса кормового бентоса, б – биомасса хирономид, в – биомасса олигохет, г – биомасса моллюсков. I, II, III – номера участков.

По оси ординат – биомасса бентоса, г/м²; по оси абсцисс номера станций.



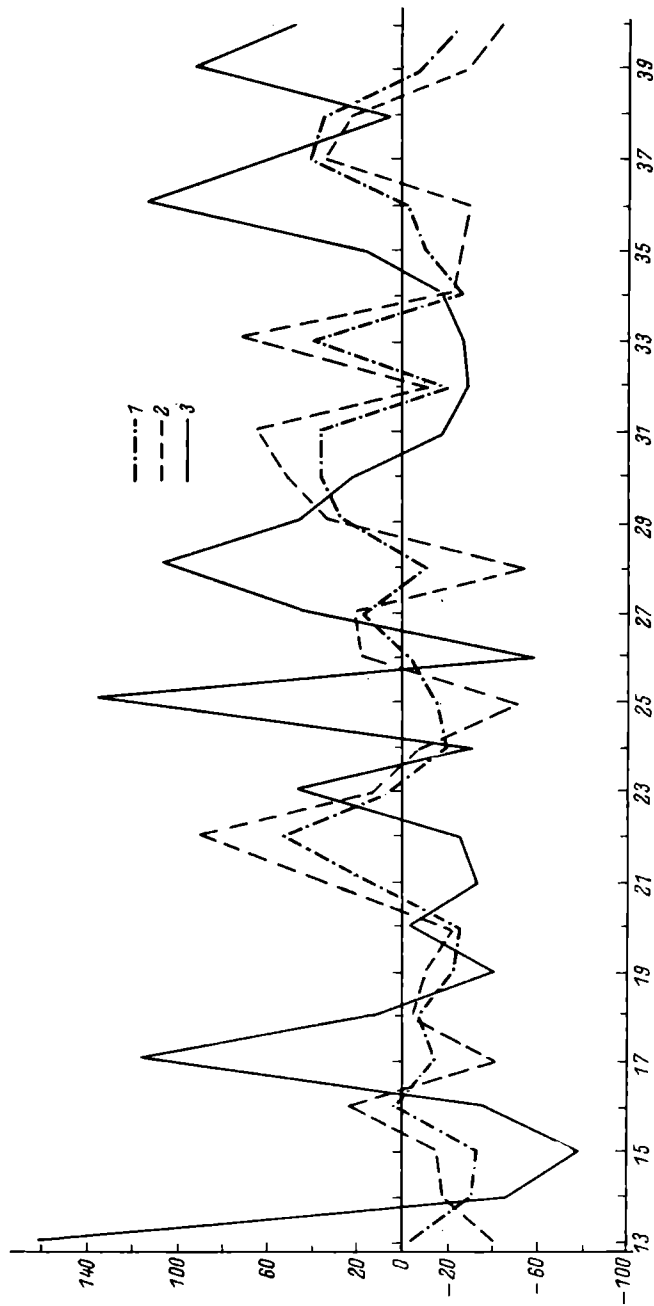


Рис. 2. Отклонения биомассы бентоса на отдельных станциях участка II от среднеарифметической.

1 - общая биомасса бентоса, 2 - биомасса хирономид, 3 - биомасса олигохет.

По оси ординат - отклонения от среднеарифметической, %; по оси абсцисс - номера станций.

дает 72% биомассы олигохет, *Limnodrilus hoffmeisteri* Clap. - 20%; на участке II - 31 и 42.5% соответственно, на участке III - *J. newaensis* отсутствует, *L. hoffmeisteri* дает 88% биомассы.

Следовательно, в изученном районе имеется одно большое скопление кормового бентоса (ст. 13-40) протяженностью около 14 км, связанное с биотопом серого ила. Вариабельность общей биомассы бентоса на этом сравнительно однородном участке дна невелика, максимальное отклонение ее от среднеарифметической равно 52% (рис. 2, ст. 22). Хирономиды варьируют сильнее (до 88%), а олигохеты особенно сильно (до 158%). Колебания биомассы хирономид и олигохет находятся, как правило, в противофазе: увеличение биомассы хирономид совпадает с уменьшением таковой олигохет, коэффициент корреляции равен -0.5. Это, очевидно, можно объяснить в известной степени антагонистическими взаимоотношениями между ними: многие личинки хирономид, обычно считающиеся мирными, поедают олигохет и их коконы [7-9].

Статистическая обработка проб с 28 станций II участка позволила выяснить, что они не подчиняются закону нормального распределения. Но плотность распределения логарифмов общей биомассы бентоса близка к нормальной кривой с незначительной асимметрией +0.2, т.е. можно принять, что статистическое распределение общей биомассы бентоса логнормальное.

Чтобы выяснить, не состоит ли это скопление из более мелких агрегаций, которые можно учесть при данном масштабе съемки, был вычислен ряд показателей, характеризующих структуру бентоса (см. таблицу): показатель дисперсии - $D = \sigma^2/\bar{m}$; показатель неоднородности структуры сообщества В.Д. Федорова [5] - $U' = \sqrt[n]{m_1 \cdot m_2 \dots m_n} / \bar{m}$; индекс агрегированности А.В.Смурова [3] - $K'_\alpha = 1 - \bar{m}/\bar{m}^*$, где $\bar{m}^* = \bar{m} + D - 1$, \bar{m} - средняя биомасса, n - количество проб, σ - средне-квадратическое отклонение.

Следует отметить, что показатель U несколько искажается, если в ряду данных встречаются нулевые значения, которые приходится отбрасывать, в данном случае это касается моллюсков.

Рассматривая колебания биомассы бентоса и вычисленные показатели, можно прийти к выводу, что внутри большого скопления на участке II нет четко выраженных агрегаций, которые можно было бы обнаружить, беря пробы через 500 м, т.е. агрегаций с размерами порядка нескольких километров. Вариации же бентоса на соседних станциях и значения $D > 1$ указывают на наличие гораздо более мелких агрегаций, которые могут обнаружиться при очень частой сетке станций. Исключение составляют кормовые моллюски, для которых $K'_\alpha = 0.5$ указывает на наличие агрегаций большого масштаба. Моллюски представлены 2 группами: *Valvata piscinalis* Müll. и видами рода *Pisidium*. Раздельная обработка данных показала, что *Pisidium* имеет тенденцию к равномерному распределению ($K'_\alpha = -0.7$), а *V. piscinalis* - к агре-

Основные показатели развития бентоса на участке II

	P	D	\bar{m}	$S\bar{m}$	σ	CV	D	K'_a	U'
Общая биомасса	100	100	48.1	2.2	11.53	24.0	3.0	0.04	0.971
Хирономиды	100	72	34.6	2.6	13.75	39.8	5.4	0.12	0.930
Олигохеты	100	24	11.6	1.1	5.60	48.2	2.7	0.04	0.857
Моллюски	96.5	4	1.9	0.4	2.35	124.0	2.9	0.50	0.583
Pisidium	93.0	1.6	0.75	0.14	0.72	96.0	0.7	-0.70	0.670
Valvata piscinalis	46.5	2.4	1.15	0.33	1.68	146.0	2.4	0.55	0.684

Пр и м е ч а н и е. P – встречаемость, %, D – доля от общей биомассы, %, $S\bar{m}$ – ошибка репрезентативности, CV – коэффициент вариации.

гированному ($K'_a = 0.55$). Действительно, *V. piscinalis* встречается не на всех станциях, а образует несколько пятен максимального размера — до 2.5 км.

Таким образом, на серых русловых илах Волжского плеса в условиях осеннего максимума биомассы бентос образует агрегации размером менее сотни метров.

Л и т е р а т у р а

1. М и т р о п о л ь с к и й В.И. Донная фауна Рыбинского водохранилища (по материалам 1970 г.) — Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, № 17, с. 29-33.
2. П о д д у б н ы й А.Г. Экологическая топография популяций рыб в водохранилищах. Л., 1971. 312 с.
3. С м у р о в А.В. Статистические методы в исследовании пространственного размещения организмов. — В кн.: Методы почвенно-зоологических исследований. М., 1975, с. 217-240.
4. С т р у г а ч М.Б. Бентос Псковско-Чудского водоема. — Изв. Гос. н.-и. ин-та озер. и речн. рыбн. хоз-ва, 1974, т. 83, с. 51-61.
5. Ф е д о р о в В.Д. Новый показатель неоднородности структуры сообщества. — Вестн. Моск. ун-та. Биол., почвовед., 1973, № 2, с. 94-96.
6. B a r b e r W., K e v e r n N.R. Ecological factors influencing macroinvertebrate standing crop distribution. — Hydrobiologia, 1973, vol. 43, N 1-2, p. 53-75.
7. J o n a s s o n P.M., T h o r h a u g e F. Life cycle of *Potamothenis hammoniensis* (Tubificidae) in the profundal of an eutrophic lake. — Oikos, 1972, vol. 23, N 2, p. 151-158.
8. J o n a s s o n P.M., T h o r h a u g e F. Population dynamics of *Potamothenis hammoniensis* in the profundal of Lake Esrom with special reference to environmental and competitive factors. — Oikos, 1976, vol. 27, N 2, p. 193-203.
9. L o d e n M.S. Predation by chironomid (Diptera) larvae on oligochaetes. — Limnol. a. Oceanogr., 1974, vol. 19, N 1, p. 156-159.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

СОСТОЯНИЕ БЕНТОСА
ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА
В 1971-1973 гг.

Горьковское водохранилище (как и Рыбинское) отличается относительно бедностью бентоса, что связано главным образом с незначительным поступлением аллохтонной органики и слабой зарастаемостью прибрежья макрофитами.

Регулярные наблюдения над составом, формированием и распределением донной фауны в водохранилище были начаты с момента его сооружения в 1955 г.

Процесс формирования донной фауны в основном закончился в течение первых 4 лет [1]. Средняя биомасса бентоса в озерной части составляла в 1959 г. около 4.36 г/м^2 , в речной — 13.37 г/м^2 .

В начале 1960-х годов наблюдалось обеднение бентоса как в видовом, так и в количественном отношении. Средняя биомасса бентоса в озерной части в 1960-1962 гг. была около $1-3 \text{ г/м}^2$. Возможно, неблагоприятно сказалось отложение минеральных продуктов размыва берегов на мало изменившихся почвах [2].

На 11-м году существования водоема в 1966 г. отмечалось заметное повышение биомассы бентоса на всех основных биотопах озерной части. На затопленной суше она приближалась к 7 г/м^2 , а на бывшем русле (годом позже) даже к $8-10 \text{ г/м}^2$. В последующие годы биомасса опять понизилась и, несмотря на отдельные колебания в сторону повышения, не достигала уровня 1966-1967 гг. [3].

Данные осенних сборов 1971 и 1973 гг. свидетельствуют о бедности водоема бентосом (табл. 1). В среднем по озерной части биомасса в 1971 г. равнялась 3.5 г/м^2 , в 1973 г. — 3.13 г/м^2 , т. е. почти не превышала уровня 1962-1965 гг. В речной части она в 1971 г. достигала 10.41 г/м^2 , в 1973 г. — только 3.57 г/м^2 , т.е. была близка к биомассе бентоса в озерной части. В озерной части наибольшая биомасса наблюдалась на серых илах бывших русел (в 1971 г. — 5.40 г/м^2 , в 1973 г. — 6.77 г/м^2), в бывших пойменных водоемах она была ниже ($2.10-2.96 \text{ г/м}^2$), а на почвах составляла $2.71-1.72 \text{ г/м}^2$ (табл. 1).

В бентосе озерной части преобладают личинки хирономид, составляющие больше половины общей биомассы, в речной — олигохеты, а на хирономид приходится только $0.7-2.3\%$ биомассы.

Фауна хирономид (табл. 2) небогата. В 1971 г. отмечено 7 видов, в 1973 г. — только 3. Наиболее часто встречаются *Procladius*, *Chironomus plumosus* и *Gryptochironomus gr. defectus*. Основную долю биомассы дает *Chironomus plumosus*.

Т а б л и ц а 1

Средняя биомасса и состав бентоса Горьковского водохранилища
в октябре 1971 и 1973 гг.

Группы животных	Год	Озерная часть						Речная часть	
		бывшее русло		бывшие поймен- ные водорезы		бывшая суша		биомас- са, г/м ²	доля, %
		биомас- са, г/м ²	доля, %	биомас- са, г/м ²	доля, %	биомас- са, г/м ²	доля, %		
Хирономиды	1971	3,14	58.2	1,36	65.0	1,53	56.4	0.24	2.3
	1973	4,84	71.6	2,02	68.4	0,77	45.0	0.03	0.7
Олигохеты	1971	2,18	40.3	0,71	34.0	0,85	31.3	6.61	63.5
	1973	1,33	19.5	0,85	28.5	0,41	23.7	2.46	69.0
Сферииды	1971	0	0	0	0	0,20	7.4	0.61	5.9
	1973	0,59	8.7	0,08	2.7	0,23	13.6	0.67	18.9
Прочие	1971	0,08	1.5	0,03	1.0	0,13	4.9	2.95	2.8
	1973	0,01	0.2	0,01	0.4	0,31	17.7	0.41	11.4
Сбщая биомасса	1971	5,40	100	2,10	100	2,71	100	10.41	100
	1973	6,77	100	2,96	100	1,72	100	3.57	100

Встречаемость донных беспозвоночных в Горьковском водохранилище
осенью 1971-1973 гг., %

Названия животных	Озерная часть						Речная часть	
	бывшее русло		бывшие поймен- ные водоремы		бывшая суша		1971 г.	1973 г.
	1971 г.	1973 г.	1971 г.	1973 г.	1971 г.	1973 г.		
<i>Oligochaeta</i>								
<i>Stylaria lacustris</i> (L.).....	0	12	0	0	9	0	0	25
<i>Arctonais lomondi</i> (Mart.)	0	38	0	0	18	11	0	25
<i>Slavina appendiculata</i> (Ud.)	0	0	0	0	18	0	0	0
<i>Ophidnais serpentina</i> (Müll.)	0	0	0	0	18	0	0	0
<i>Aulodrilus pigueti</i> Kow.....	0	0	0	0	9	0	0	0
<i>Isochaetides newaensis</i> .Mich.	63	50	40	40	18	0	80	75
<i>Limnodrilus udekemianus</i> .								
Clap.	50	75	60	60	45	67	100	50
<i>Potamothenx hammoniensis</i>								
(Mich.)	50	88	80	60	82	67	60	50
<i>P. vej dovskyi</i> (Hrabe)	0	0	20	0	9	0	0	0
<i>P. moldaviensis</i> (Vejd.) ...	12	50	0	20	18	22	40	100
<i>Psammoryctides barbatus</i>								
(Grube.)	25	0	0	0	9	22	0	0
<i>Pelosclex ferox</i> (Eis.) ...	12	12	0	40	18	11	40	25

Hirudinea									
Herpobdella sp.	0	0	0	0	0	0	11	0	25
Glossiphonia complanata L.	0	0	0	0	0	0	0	20	50
Piscicola geometra L.	0	0	0	0	20	0	33	20	50
Helobdella stagnalis L.	0	0	0	0	20	18	22	0	25
Mollusca									
Viviparus viviparus (L.) ...	0	12	0	0	0	0	0	40	50
Valvata piscinalis (Müll.) ...	12	12	20	0	0	18	0	0	0
V. pulchella Stud. ..	0	0	0	0	0	9	22	0	0
Bithynia tentaculata (L.) ...	0	0	0	0	0	0	0	20	0
Lymnaea auricularia (L.) ...	0	0	0	0	0	0	0	40	0
Unio tumidus (Phil.)	0	12	0	0	0	9	0	0	25
Anodonta piscinalis Nils. ...	0	0	0	0	20	9	0	0	25
Amesoda solida (Norm.) ...	0	0	0	0	0	0	0	20	0
Pisidium amnicum (Müll.) ...	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Euglesa henslowana (Shepp.)	0	38	0	0	40	18	11	20	75
E. casertana (Poli.)	0	25	0	0	20	0	11	0	0
Neopisidium moltesserianum (Palad.)	0	25	0	0	40	9	11	0	25
Dreissena polymorpha (Pall.)	12	25	40	0	40	18	33	40	50
Crustacea									
Gmelinoides fasciatus (Steb.)	12	0	20	0	0	0	0	20	0
Asellus aquaticus L.	0	0	0	0	0	9	11	0	25
Insecta (Chironomidae)									
Tanytarsus gr.gregarius Kieff.	0	0	20	0	0	27	0	0	0

Т а б л и ц а 2 (продолжение)

Названия животных	Озерная часть						Речная часть	
	бывшее русло		бывшие поймен- ные водоемы		бывшая суша			
	1971 г.	1973 г.	1971 г.	1973 г.	1971 г.	1973 г.		
Cryptochironomus gr. defec- tus Kieff.	0	0	40	20	36	0	20	0
Chironomus plumosus L. . .	90	100	60	80	73	90	0	0
Limnochironomus gr. nervo- sus Staeg.	0	0	20	0	0	0	0	0
Endochironomus albipennis (Mg.)	0	0	0	0	9	0	0	0
Polypedilum gr. convictum Walk.	0	0	0	0	9	0	0	0
Procladius sp.	100	100	80	100	100	90	60	25

Состав олигохет более разнообразен. Наибольшую роль (особенно в речной части) играет *Isochaetides newaensis*. Повсеместно обычны *Limnodrilus hoffmeisteri* и *Potamothrix hammoniensis*. На бывшей суше обнаружен *L. udekemianus*, не найденный в других биотопах.

Сфебриды в 1971 г. в озерной части водохранилища были встречены только на бывшей суше (около 7% общей биомассы). В речной части их также было немного (около 6% биомассы). В 1973 г. сфебриды встречены на всех биотопах, причем в речной части они составили около 19% общей биомассы. Шаровки - *Ameosoda solida* и *A. scaldiana* - обнаружены только в речной части (табл. 2), а *Pisidium amnicum* - в озерной. Наиболее распространена *Euglesa henslowana* (встречаемость от 11 до 75%).

Из высших раков в 1971 г. как в озерной, так и в речной части отмечен *Gmelinoides fasciatus*, на бывшей суше озерной части - *Asellus aquaticus*. В 1973 г. найден только *A. aquaticus*.

Пиявки в основном встречены в бывших пойменных водоемах и на затопленной суше, есть они и в речной части водохранилища.

Можно предполагать, что и в последующие годы водоем останется беден бентосом. Не исключена возможность временных повышений биомассы донной фауны, как это уже имело место в 1966-1967 гг.

Л и т е р а т у р а

1. М о р д у х а й-Б о л т о в с к о й Ф.Д. Процесс формирования донной фауны в Горьковском и Куйбышевском водохранилищах. - Тр. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1961, вып. 4 (7), с. 49-177.
2. М о р д у х а й-Б о л т о в с к о й Ф.Д. Состояние бентоса Горьковского водохранилища в 1960-1962 гг. - В кн.: Биологические аспекты изучения водохранилищ. М.-Л., 1963, с. 60-77.
3. М о р д у х а й-Б о л т о в с к о й Ф.Д. Состояние бентоса озерной части Горьковского водохранилища в 1963-1969 гг. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1972, № 16, с. 16-19.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

О БЕНТОСЕ БЕЛОГО ОЗЕРА
В 1973-1975 гг.

Бентос Белого озера Вологодской обл., одного из самых крупных после Ладожского и Онежского озер европейской части СССР, был исследован в 50-х годах [3]. Выяснено, что это озеро на большей части площади занято илистыми грунтами, заселенными одним биогенотом мотыля - невского лимнодрила - со средней биомассой, в разные сезоны и годы колеблющейся между 3 и 7 г/м². Изучение мейобентоса показало, что он состоит преимущественно из нематод, циклопид и молоди макробентических форм со средней биомассой 0.4-1.1 г/м² [4].

В 1963-1964 гг. вследствие сооружения плотины выше г. Череповца на Шексне уровень Белого озера повысился и оно, строго говоря, превратилось в водохранилище. Это могло вызвать некоторые перемены в его биологическом режиме. В последнее время началась разработка прогноза изменений, которые произойдут в водоемах Волго-Балтийского соединения в связи с проектируемой переброской в Волгу стока северных рек. Для этой цели в 1973-1975 гг. были выполнены исследования гидробиологического режима Белого озера, в частности состава и распределения бентоса.

Бентос собирался коробочными дночерпателями типа Экмана-Берджа, площадью 1/25 и 1/40 м² с промывкой грунта через сито из газа № 15. Обработан был только макробентос.

Как и ранее, Белое озеро представляет собой мелководный блюдцеобразный водоем правильно эллиптических очертаний. Почти 90% его составляет ровное ложе, покрытое серыми илами, с глубинами от 4 до 6 м (до реконструкции глубины были 3.5-5.5 м).

Состав макробентоса в озере практически не изменился по сравнению с 50-ми годами. В сборах 70-х годов были найдены те же широко распространенные 5-6 видов хирономид и сфебрид, 4-5 видов тубифицид. Единичных видов было меньше вследствие меньшего количества сборов, но впервые встречен в прибрежной зоне в 1 экз. бокоплав *Rivulogammarus lacustris*, не указывавшийся ранее. Соотношение же доминирующих форм и обилие бентоса сильно изменялись из года в год.

В 1973 г. в Белом озере бентос был собран 7-12 августа только на 8 станциях, расположенных на илистых грунтах на глубинах 4-5.6 м (см. таблицу).

В 1973 г. наблюдалась необыкновенно высокая численность мотыля *Chironomus plumosus*, представленного, как и ранее, личиночной формой *plumosus-reductus*. Мотыль присутствовал на всех станциях, за исключением одной, и всегда в значительных количествах (от 30 до 96 личинок в одной пробе дночерпателя 1/25 м²), что означало от 750 до 2400 экз. личинок, дававших биомассу от 6.06 до 37.35 г/м². Среди остальной фауны преоб-

Средняя биомасса бентоса на илистых грунтах
Белого озера, г/м²

Группы животных	VIII 1973	VII-VIII 1974	VII 1975
<i>Chironomus plumosus</i>	15,31	3,02	0,49
Другие хирономиды . .	0,88	0,39	0,29
<i>Isochaetides newaensis</i>	0,13	1,00	1,67
Другие олигохеты . . .	0,07	0,09	0,20
<i>Sphaeriidae</i>	2,20	0,75	0,43
Прочие	0,07	0,01	-
Общая биомасса	18,66	5,26	3,08

ладали сферииды (преимущественно *Pisidium amnicum*, *P. conventus*, *P. henslowanum*), присутствовавшие всегда массами в количестве до 725 экз. с биомассой 5.23 г/м². Средняя биомасса их составляла 2.20 г/м².

Другие хирономиды были представлены хищными личинками *Procladius*, *Cryptochironomus ussouriensis*, реже еще 2-3 видами, в среднем их биомасса равнялась 0.88 г/м².

Интересно необыкновенно малое количество олигохет и тубифицид. Невский лимнодрил *Isochaetides newaensis*, обычно один из доминирующих видов, в 1973 г. встречался только на половине станций и в среднем давал совершенно ничтожную биомассу - 0.13 г/м². Другие тубифициды (преимущественно *Pelosclex ferox*) были тоже очень малочисленны.

Общая биомасса бентоса была сравнительно высокой: от 6.99 до 41.0 г/м², в среднем 18.66 г/м². Более 87% ее составляли хирономиды (в основном мотыль) и лишь немногим более 1% - олигохеты.

В 1974 г. бентос собран примерно в то же время, что и в 1973 г. (28 VII-4 VIII), на 16 станциях, из которых 11 располагались на илистых грунтах ложа озера на глубинах 4 - 5.5 м, а остальные - на илисто-песчаных и песчаных грунтах более мелководной (1-3 м) прибрежной зоны.

Соотношение видов и групп и общее обилие бентоса сильно отличались от того, что наблюдалось в 1973 г. Количество мотыля *Chironomus plumosus* в пять раз уменьшилось, на некоторых станциях он отсутствовал вовсе, нигде не встречался в количестве более 500-580 экз./м² при биомассе свыше 11.60 г/м², средняя биомасса составляла 3.02 г/м². Другие хирономиды (те же, что и в 1973 г.) давали вместе 0.39 г/м². Олигохет, напротив, стало значительно больше. Биомасса неевского лимнодрила была в среднем 1.00 г/м², остальных тубифицид - всего 0.09 г/м². Сфериид (*Pisidium amnicum*, *P. henslowanum*) тоже стало

значительно меньше – в среднем 0.76 г/м^2 . Общая биомасса бентоса по станциям колебалась от 1.24 до 12.80 г/м^2 , составляя в среднем 5.26 г/м^2 , т. е. была в 3.5 раза ниже, чем в 1973 г. На песчаных грунтах мелководных участков озера бентос отличался главным образом отсутствием мотыля и более низкой биомассой – в среднем 3.8 г/м^2 . Только на одной станции в сером илу с растительными остатками было много мотыля с биомассой бентоса 10.74 г/м^2 .

В 1975 г. сборы сделаны немного раньше (18–20 VII) и на несколько большем числе станций (21), из которых 16 приходилось на илистые грунты с глубинами от 4 до 6 м. Бентос озера претерпел дальнейшие изменения в том же направлении, что и в 1974 г. На илистых грунтах количество мотыля *Chironomus plumosus* уменьшилось еще больше: встречался только на четверти станций, в количестве не более 235 экз./ м^2 со средней биомассой 0.49 г/м^2 . Другие хирономиды были представлены в основном *Procladius* (0.29 г/м^2). Количество олигохет, напротив, сильно возросло. Невский лимнодрил отмечался на всех станциях и давал среднюю биомассу 1.67 г/м^2 , т. е. в три раза большую, чем мотыль. Других тубифицид (0.20 г/м^2) и сфериид встречалось мало (0.43 г/м^2), хотя они были представлены 5–6 видами (*Pisidium amnicum*, *P. henslowanum*, *P. moitessierianum*, *P. casertanum*, *Sphaerium solidum*). Общая биомасса колебалась от 0.55 до 6.03 г/м^2 , в среднем составляя 3.08 г/м^2 , т. е. была примерно на 40% ниже, чем в 1974 г.

На мелководьях с песчаными и илисто-песчаными грунтами и глубиной около 3 м бентос отличался полным отсутствием мотыля и более низкой биомассой – в среднем 2.18 г/м^2 .

Таким образом, на протяжении 3 лет (1973–1975 гг.) произошли сильное (в 30 раз) уменьшение количества мотыля и одновременно большое возрастание количества неевского лимнодрила. В 1973 г. резко господствовал мотыль, составляющий более 80% биомассы, а в 1975 г. – неевский лимнодрил, дававший более 50% общей биомассы бентоса (см. таблицу).

В 1955 г. весной, летом и осенью общая биомасса бентоса была соответственно 3.75 , 3.14 , 4.41 г/м^2 , в 1956 г. осенью – 7.09 г/м^2 . Биомасса бентоса в 1974–1975 гг. не выходит за пределы колебаний. И в предыдущие десятилетия она была примерно такой же (в 1930 г. – 4.88 г/м^2 , в 1950 г. – 4.46 г/м^2) [2]. Летняя биомасса макробентоса в Белом озере всегда колебалась между 3 и 5 г/м^2 .

Только в 1973 г. биомасса бентоса оказалась в среднем в 4–5 раз выше за счет массового развития мотыля. Причины этого не ясны. Подъем уровня Белого озера после реконструкции Волго-Балтийского пути мог бы быть причиной повышения обилия бентоса только в первые годы, т. е. после 1963–1964 гг.

По всей вероятности, в 1973 г., а может быть еще в 1972 г. сложились особенно благоприятные условия для развития

мотыля. Как известно, 1972 год отличался необыкновенно жарким летом. В 1973 г. весна и лето тоже были очень теплыми. В эти годы хирономиды могли дать большее, чем обычно, число генераций, но возможно, что более важное значение имели благоприятные метеорологические условия в период лёта и откладки яиц комарами. Мы думаем, что в различиях условий лёта и заключается причина сильных колебаний в численности мотыля и других хирономид, наблюдающихся и в других водоемах, в частности в Рыбинском и Горьковском водохранилищах [2]. Обилие олигохет обычно меньше колеблется из года в год. Но существует, по-видимому, обратное соотношение между обилием мотыля и олигохет: сильное развитие мотыля угнетает развитие олигохет, как это хорошо видно на примере 1973 г.

Предположение о благоприятных условиях развития мотыля в 1973 г. в Белом озере отчасти подтверждается значительным возрастанием их численности в том же году также и в Волжском плесе Рыбинского водохранилища, где биомасса бентоса составляла на серых илах 19.29 г/м^2 , из которых 12.69 г/м^2 (67%) давали хирономиды. В предыдущие годы (к примеру в 1970-м) в этом водохранилище сильно преобладали олигохеты, дававшие $9.6-13.7 \text{ г/м}^2$ (около 60%) биомассы бентоса [1]. Тенденция к возрастанию количества и роли олигохет вообще явственно проявляется в последние годы в верхневолжских водохранилищах.

По всей вероятности, следы массового развития мотыля в Белом озере замечались еще в 1974 г. и исчезли только в 1975 г., когда восстановился характерный для этого озера лимнодрило-мотылевый биоценоз, в котором обычно невского лимнодрила несколько больше, чем мотыля.

Итак, сборы 70-х годов позволяют сделать заключение, что макробентос Белого озера за последние двадцать лет существенно не изменился, а наблюдавшиеся в 1973 г. отклонения были, вероятно, следствием метеорологических условий 1972 г.

Л и т е р а т у р а

1. М и т р о п о л ь с к и й В. И. Донная фауна Рыбинского водохранилища (по материалам 1970 г.) – Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1973, № 17, с. 29-33.
2. М о р д у х а й-Б о л т о в с к о й Ф. Д. Состояние бентоса озерной части Горьковского водохранилища в 1963-1969 гг. – Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1972, № 16, с. 16-19.
3. М о р д у х а й-Б о л т о в с к о й Ф. Д., М и т р о п о л ь с к и й В. И. Бентос Белого озера. – Тр. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1959, вып. 2(5), с. 85-101.

4. Чиркова З. Н., Мордухай-Болтовской Ф. Д. О микробентосе озер Белого, Кубенского и системы Северо-Двинского канала. - В кн.: Биология и физиология пресноводных организмов. Л., 1971, с. 63-81.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Л. Г. Б у т о р и н а

О POLYPHEMUS PEDICULUS (L.) ИЗ ОЗ. МИЧИГАН

Рядом предыдущих исследований была установлена связь условий существования и морфологических особенностей *Polyphemus pediculus* [1-3]. Так, переселение рачка из обычных для него мелководных пресных водоемов в глубоководные и солоноватые участки Балтийского моря привело к образованию особой расы *P. pediculus* [2], а в соленые воды Каспийского моря - к созданию нового вида *P. exiguus* Sars [1]. Резкое изменение экологических условий (увеличение глубин обитания до 15-30 м и солености до 5-13% [1, 2]) приводит к заметному уменьшению размеров тела, удлинению хвостового стебля, плавательных антенн, экзоподитов ног и щетинок рачка. Крайние формы увеличения наблюдаются у *P. exiguus*, который, возможно, является одной из ювенильных форм *P. pediculus*, приспособившейся к новым условиям обитания.

Оз. Мичиган - единственный известный нам в мире пресный водоем, где полифемус встречается на глубинах до 32 м [3]. Сотрудниками лаборатории зоопланктона Мичиганского университета М. Омэр и Д. Шелл¹ в августе 1974 г. было собрано небольшое количество рачков, преимущественно партеногенетических самок и молоди, на глубинах 5 и 20 м. Произведенные нами морфометрические исследования мичиганских полифемов показали отсутствие существенных морфологических изменений. Прежде всего у них наблюдается уменьшение размеров тела. Возможно, в этом сказывается некоторый недостаток пищи, влияние температурного режима или ряда других неизвестных нам факторов.

При сравнении одноразмерных *P. pediculus* из Рыбинского водохранилища и из оз. Мичиган удалось установить заметное удлинение плавательных антенн, хвостового стебля и их щетинок у мичиганского полифема (табл. 1). У полифема из оз. Мичиган происходит увеличение тех же частей тела, что и у рачков из соло-

¹ Пользуюсь случаем выразить глубокую признательность М. Омэр и Д. Шелл за присланный материал.

Т а б л и ц а 1

Длина отдельных частей тела *P. pediculus*, мм

Водоем	Особи	Глубина обитания, м	Длина тела	Хвост		основание	ветви	Антенна II						основание		
				степень	щетки			щетки				верхнего членика			среднего членика	
								бич		бич		бич			бич	
								основание		основание		основание			основание	
								бич		основание		бич			основание	
Оз. Мичиган	Неполовозрелые	5	0.38	0.25	0.27	0.140	0.140	0.084	0.042	0.084	0.070	0.070	0.070	0.070		
		20	0.39	0.36	0.28	0.182	0.182	0.084	0.056	0.098	0.070	0.140	0.084			
	Партеногенетические самки	5	0.48	0.38	0.38	0.196	0.210	0.098	0.056	0.126	0.070	0.140	0.084			
		20	0.55	0.38	0.31	0.196	0.224	0.070	0.056	0.126	0.070	0.126	0.084			
Рыбьинское водохранилище	Неполовозрелые	0.5	0.34	0.24	0.28	0.154	0.154	0.070	0.042	0.070	0.056	0.070	0.042			
	Партеногенетические самки	0.5	0.48	0.25	0.35	0.168	0.168	0.098	0.070	0.112	0.070	0.126	0.098			
Балтийское море	Партеногенетические самки	20	0.68	0.41	0.36	0.600	0.528	0.275	0.144	0.336	0.204	-	-			

Соотношение длины отдельных частей тела P , $pediculus$ в зависимости от места обитания

Водоем	Особи	Глубина обитания, м	Антенны II			Антенна II			Хвостовой стебель			Хвостовые щетки (хвостовой стебель);
			тело			членики основания	бич; основание щетинок		тело			
			со щетинками	без щетинок			со щетинками	без щетинок				
Оз. Мичиган	Неполовозрелые	5 20	1,07 1,29	0,74 0,93	1,0 1,0	2,00 1,50	1,20 1,40	1,00 1,67	1,37 1,64	0,66 0,92	1,08 0,78	
	Партеногенетические самки	5 20	1,17 0,99	0,85 0,76	1,07 1,15	1,75 1,25	1,80 1,80	1,67 1,50	1,58 1,25	0,79 0,69	1,00 0,82	
Рыбинское водохранилище	Неполовозрелые	0,5	1,24	0,91	1,0	1,67	1,25	1,67	1,53	0,71	1,17	
	Партеногенетические самки	0,5	1,05	0,70	1,0	1,40	1,60	1,29	1,25	0,52	1,40	
Балтийское море	Партеногенетические самки	20	2,28	1,66	0,88	1,92	1,65	-	1,13	0,60	0,88	

новатых участков Балтийского моря, обитающих на глубине 18–27 м [2]. Однако эти изменения выражены в значительно меньшей степени, чем у балтийских форм (табл. 1).

У неполовозрелых рачков из оз. Мичиган основания и бичи щетинок всех члеников антенн II увеличиваются на $1/5$ – $3/4$ длины по сравнению с таковыми у полифемов из Рыбинского водохранилища. Особенно заметно возрастают боковые щетинки члеников. Ветви плавательных антенн и их основания возрастают на $1/5$ длины, а хвостовой стебель – на $1/3$. Хвостовые щетинки рачков остаются без изменения. У половозрелых партеногенетических самок из оз. Мичиган удлинены на $1/3$ лишь бичи верхушечных щетинок антенн II, основания и ветви этих антенн – на $1/6$ – $1/4$ длины, а хвостовой стебель и хвостовые щетинки – на $1/3$ – $1/13$, т.е. у взрослых особей изменения отдельных частей тела стабилизируются и выражены еще менее, чем у молодых рачков.

Наиболее заметные изменения отдельных частей тела происходят у полифемов, живущих над глубинами 20 м. Их хвостовой стебель, так же как и у балтийских форм, превышает хвостовые щетинки на 0,07–0,08 мм, или на $1/3$ длины. У рачков того же озера, но обитающих над глубинами 5 м, длина хвостового стебля равна или почти равна длине его щетинок, тогда как у рыбинского полифема хвостовые щетинки больше его стебля (табл. 1, 2). Влияние глубины заметно на соотношении ветвей и основания плавательных антенн (табл. 2). У взрослых глубоководных форм ветви антенны II чуть больше их основания, тогда как у пресноводных полифемов из других водоемов и глубин обитания длина ветвей равна длине основания антенн II. У балтийского рачка длина основания плавательных антенн превышает длину ее ветвей. Изменения других частей тела у полифемов из оз. Мичиган происходят в пределах колебаний для рачков из Рыбинского водохранилища.

Таким образом, увеличение глубины обитания, а в связи с этим и амплитуды суточных миграций рачка в оз. Мичиган приводят лишь к незначительному уменьшению размеров тела полифемов, удлинению его хвостового стебля и ветвей плавательных антенн. Существование *P. pediculus* в таких же глубоководных, но солоноватых участках Балтийского моря вызывает значительно большие морфометрические изменения отдельных частей его тела.

Л и т е р а т у р а

1. Б у т о р и н а Л.Г. К морфологии *Polyphemus pediculus*. – В кн.: Физиология водных организмов и их роль в круговороте органического вещества. Л., 1969, с. 137–157.
2. Б у т о р и н а Л.Г., С е р г е е в В.Н., К а р т у н о в а Т.А. О нахождении *Polyphemus pediculus* в солоноватых водах. – Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1975, № 27, с. 28–31.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

О.Д. Ж а в о р о н к о в а

О ВЕРТИКАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ *BOSMINA LONGISPINA* И *B. COREGONI*

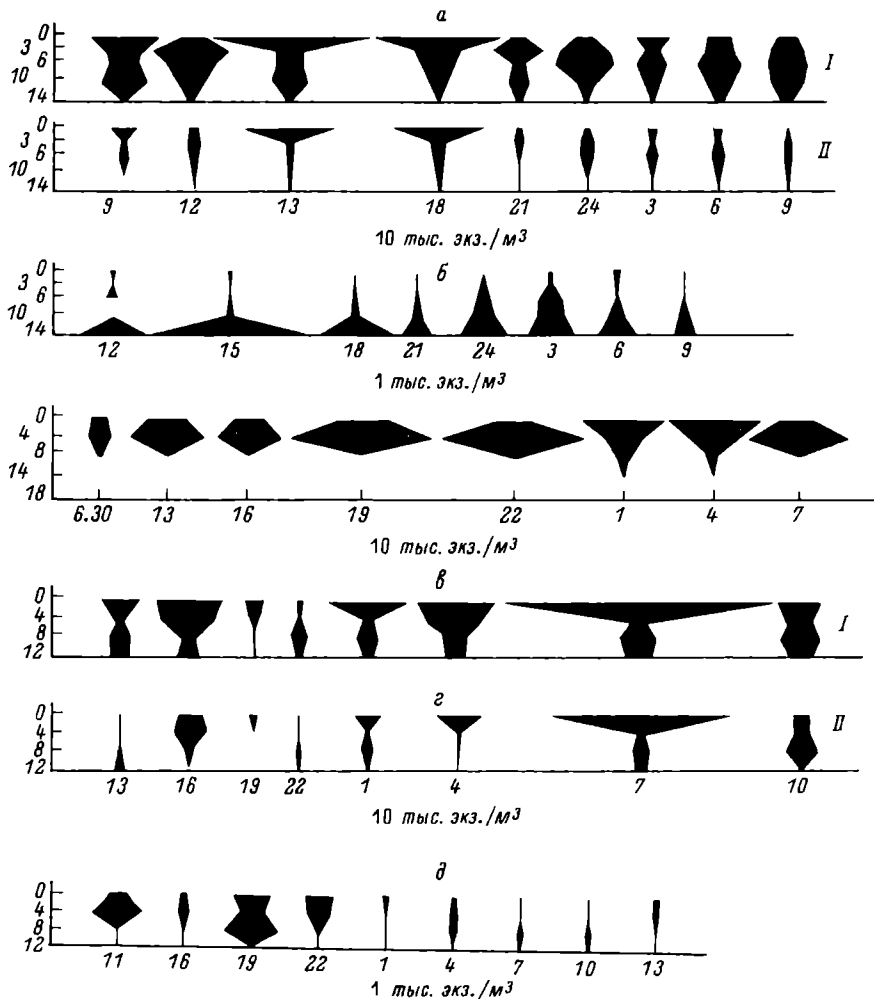
Вертикальное распределение видов босмин изучалось рядом авторов [1-3, 5], однако до сих пор еще недостаточно выяснено.

Летом 1975 г. нами были собраны материалы по вертикальному распределению и вертикальным суточным миграциям *Bosmina longispina* и *B. coregoni* в верхневолжских водохранилищах. Материал (189 проб) собирался планктобатором системы Д-К [4] и обрабатывался в лабораторных условиях по общепринятой методике.

Bosmina longispina. В Рыбинском водохранилище в районе бывшего г. Молога 22-23 мая была сделана первая суточная станция на глубине 14 м. Температура воды между поверхностью и дном колебалась от 16 до 14°. Основная масса *B. longispina* круглосуточно держалась в среднем (3 и 6 м) и поверхностном слоях (см. рисунок, а). Во второй половине дня (15-18 ч) рачки локализовались преимущественно в верхнем слое воды, здесь же в поверхностном слое шло отрождение молоди, о чем свидетельствует сильное возрастание ее численности. Количество новорожденных достигало 43 тыс. экз./м³, что составляло 59% от общей численности (см. рисунок, а, 1).

Иначе выглядело вертикальное распределение *B. longispina* на той же станции 24-25 июля. При полной гомотермии (у поверхности и у дна 17,2°) отмечено сильное цветение *Microcystis* и *Aphanizomenon*, образовавших сплошную пленку на поверхности воды. Популяция босмин состояла исключительно из половозрелых партеногенетических самок, сконцентрированных в придонном слое (см. рисунок, б). Численность рачков была значительно ниже, чем в мае.

Вертикальные миграции почти не были выражены, лишь в ночные часы (21-3 ч) у рачков наблюдалась слабая тенденция к подъему в средний слой воды. Молодь практически отсутствовала, хотя партеногенетические самки были с яйцами. В данном случае придонное расположение популяции можно объяснить обильным цветением синезеленых водорослей, распространявшимся до глубины 6 м. Возможно, что цветение препятствовало отрождению молоди.



Вертикальное распределение босмин.

а - *B. longispina* в течение суток на русле Мологи в районе затопленного г. Мологи (Рыбинское водохранилище) 22-23 мая (I - общая численность, II - молодь); б - то же 24-25 июля, общая численность; в - *B. coregoni* в течение суток на затопленном оз. Видогошь (Иваньковское водохранилище) 18-19 июня, общая численность; г - то же в Федоровском заливе (Иваньковское водохранилище) 21-22 июня (I - общая численность, II - молодь); д - то же в Шекснинском водохранилище 15-16 июля, общая численность.

Bosmina coregoni. Противоположная вышеописанной картина отмечалась в распределении *B. coregoni* 18-19 июня на затопленном оз. Видогощь в Ивановском водохранилище (глубина 18 м), где на глубине 8 м располагалась зона температурного скачка. Ниже приводятся некоторые характеристики по вертикали водоема.

Горизонт отбора проб	O ₂ , мг/л	Бактерии, 10 ³ кл./мл	Температура воды, °C
Поверхность	10.1	0.96	18
8 м	1.07	1.08	10
Дно	0.74	0.38	8

Уже на глубине 8 м содержание кислорода было незначительным и температура воды сильно пониженной. Практически весь планктон локализуется в эпилимнионе выше слоя температурного скачка (см. рисунок, в). *B. coregoni* преимущественно держалась в среднем слое эпилимниона (4 м). В ночные и предутренние часы (1-4 ч.) наблюдался подъем рачков к поверхности. Вечером на глубине 4 м шло отрождение молоди. 21-22 июня в Федоровском заливе при отсутствии температурной стратификации вертикальное распределение *B. coregoni* (см. рисунок, г) выглядело по-иному. Популяция была сосредоточена преимущественно в верхних и в меньшей степени в среднем и придонном слоях воды. В утренние часы (7 ч.) у поверхности происходило отрождение молоди (см. рисунок, г).

Таким образом, вертикальное распределение *B. longispina* и *B. coregoni* может сильно изменяться под влиянием абиотических факторов. При отсутствии стратификации у данных видов босмин в весеннее и летнее время наблюдается преимущественная локализация в поверхностных и средних слоях. У *Bosmina coregoni* в ночные часы прослеживается тенденция к подъему в верхний слой. Это было замечено и Л.М. Семеновой [5] для Рыбинского водохранилища, однако ее утверждение, что летом *B. coregoni* держится преимущественно в более глубоких слоях, не подтвердилось.

Локализация *B. coregoni* в верхних и средних слоях отмечалась также в Шекснинском водохранилище 15-16 июля тоже в условиях гомотермии и более или менее однородного распределения кислорода по вертикали. Однако здесь от 1 до 13 ч. общая численность босмин резко уменьшалась (иногда более, чем в 100 раз) (см. рисунок, д). Популяция состояла исключительно из половозрелых рачков. Значительно колебалась численность и в других случаях, особенно в Федоровском заливе.

Причины столь резкого падения численности босмин на одной и той же станции в течение суток указать трудно. Высказывалось

предположение, что они заключаются в несовершенстве методики сбора: планктобатор не облавливают придонный слой воды толщиной в 0,5 м, и босмины, локализуемые в этом слое, не учитывались. В таком случае в Шекснинском водохранилище, например, почти все босмины 16 июля от 1 до 13 ч. находились у дна, что мало вероятно.

Влияние абиотических факторов на это явление исключено, так как они практически не изменялись в течение суток.

Следующее предположение – наличие у *B. coregoni* в летнее время массовых скоплений, которые медленно передвигаются в водоеме. После ухода одной агрегации до прихода следующей стоящее на якоре судно оказывается среди сильно разреженной популяции босмин. Данных, подтверждающих наличие таких агрегаций, у нас пока нет.

Наконец, можно допустить, что резкое изменение числа босмин есть результат их массового выедания хищниками – пелагическими кладощерами или планктоноядными рыбами. Это предположение становится более приемлемым при полном отсутствии молоди, конкурирующей выедание, как это было в Шекснинском водохранилище.

Изменение численности босмин в течение суток настолько велико, что возникает необходимость выяснения его причин.

Л и т е р а т у р а

1. З о р п л а н к т о н Онежского озера. Л., 1972. 304 с.
2. К а с т а л ь с к а я - К а р з и н к и н а М.А. Опыт применения живых и отмерших компонентов в изучении планктона Голубого озера. – Тр. Лимнол. ст. в Косине, М., 1973, вып. 21, с. 143–167.
3. М а н у й л о в а Е.Ф. Некоторые данные о динамике численности ветвистоусых рачков в озерах в связи с термическим и пищевым фактором. – Тр. пробл. и тематич. совещ. ЗИН АН СССР, Л., 1954, вып. 2, с. 215–222.
4. М е т о д и к а изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975. 239 с.
5. С е м е н о в а Л.М. О вертикальном распределении и суточных миграциях *Bosmina coregoni* Baird. в Рыбинском водохранилище. – В кн.: Биология и физиология пресноводных организмов. Л., 1975, вып. 22(25), с. 91–94.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

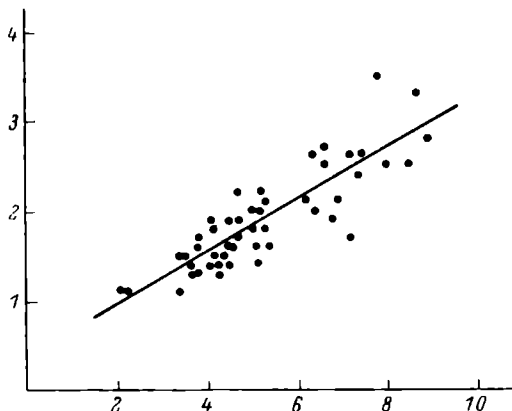
СКОРОСТЬ ПАССИВНОГО ПОГРУЖЕНИЯ
LEPTODORA KINDTI
В СВЯЗИ С ЯВЛЕНИЕМ СУТОЧНЫХ
ВЕРТИКАЛЬНЫХ МИГРАЦИЙ

Плаваемость организмов, т.е. величина разности их удельного веса и удельного веса воды, определяет важные черты вертикального распределения планктона [5, 9]. В частности, имеется предположение, что причина суточной вертикальной миграции – периодическое изменение величины скорости активного движения, компенсирующего пассивное перемещение особей под влиянием силы тяжести [7]. Эта гипотеза объясняет возможные случаи миграционного поведения, но требует, чтобы скорость пассивного перемещения бездвиженных особей была равна или превышала соответствующую ей по направлению скорость перемещения мигрирующей популяции. Гипотеза оказалась состоятельной в отношении нескольких видов морского планктона [3, 4, 6, 7]. Что же касается возможности ее применения к миграциям пресноводных животных, то она крайне ограничена из-за отсутствия надежных сведений относительно хода миграции отдельных видов. Суточным изменениям вертикального распределения *L. kindti* посвящено несколько специальных исследований, что и послужило основанием для выбора этого вида в качестве объекта экспериментального изучения.

Работа выполнена в июле 1974 г. на Рыбинском водохранилище. Лептодор отлавливали с берега сачком. В лаборатории каждую особь помещали на 2–3 мин в 1.5%-й раствор уретана, затем в течение 20–30 с промывали в чистой воде. Скорость пассивного перемещения вычисляли по времени прохождения бездвиженной особью расстояния 160 мм в мерном цилиндре диаметром 25 мм. Измерения выполнены при температуре 20–22°.

Скорость погружения наркотизированных самок колеблется в пределах 1.1–3.3 мм/с (4–12 м/ч.) и линейно увеличивается с длиной, т.е. с возрастом особей (см. рисунок). Линия регрессии получена аналитически – $y = 0.39 + 0.29 \cdot x$.

Ориентация животного при погружении определяется положением антенн. Наиболее часто у наркотизированных особей антенны вытянуты назад, при взгляде сверху образуя с продольной осью тела угол от 30 до 50°. В этом случае животное погружается приблизительно в горизонтальном положении вентральной стороной вниз. При увеличении угла до 90° и более погружение происходит в наклонном положении вентральной стороной вверх, передний конец выше заднего. Эти наблюдения показывают, что животное способно в некоторых пределах изменять скорость пассивного перемещения, так как сила сопротивления зависит от ориентации в пространстве.



Связь скорости пассивного погружения и длины тела у наркотизированных особей *L. kindti*.

Точки – результаты измерений. По оси ординат – скорость, мм/с; по оси абсцисс – длина, мм.

Судя по литературным данным [1, 2, 8], скорость миграции лептодор при спуске не превышает 6 м/ч, а по устному сообщению А.П. Кузичкина, располагающего данными о вертикальном распределении обсуждаемого вида в Ивановском водохранилище, 2 м/ч. Следовательно, скорость пассивного погружения *L. kindti* достаточно велика, для того чтобы объяснять суточные вертикальные миграции этого вида в рамках предложенной ранее гипотезы. Соответствующие данные для других видов пресноводного планктона представляют биологический интерес.

Л и т е р а т у р а

1. М о р д у х а й-Б о л т о в с к а я Э.Д. Суточная вертикальная миграция пресноводных хищных клопов *Leptodora kindtii* (Focke) и *Bythotrephes Leydig* (Crustacea, Cladocera). – Тр. Калинингр. техн. ин-та рыбн. пром. хоз-ва, 1968, т. 20, с. 187-199.
2. Н и к о л а е в И.И., С м и р н о в а Т.С., М е ж е к а й т е С.И., Н г у е н Т ы о н г. Зоопланктон Онежского озера. Л., 1972. 326 с.
3. Р у д я к о в Ю.А. Скорость пассивного погружения пелагической остракоды *Cypridina sinuosa* (G.W. Müller) в связи с явлением суточных вертикальных миграций. – Океанология, 1972, т. 12, № 5, с. 17-21.

4. Р у д я к о в Ю.А., В о р о н и н а Н.М. Суточные вертикальные миграции колеподоы *Metridia gerlachii* в море Скотия. - Океанология, 1973, т. 13, с. 39-44.
5. B i r g e E.A. Plankton studies on lake Mendota. II.-Trans. Wisconsin Acad. Sci., Arts and Letters, 1898, vol. 11, p. 63-70.
6. B o s c h H.F., T a y l o r W.R. Diurnal vertical migration of an estuarine cladoceran, *Podon polyphemoides*, in the Chesapeake Bay. - Marine Biol., 1973, vol. 19, N 2, p. 172-181.
7. Р у д я к о в Ю.А. The possible causes of diel vertical migrations of planktonic animals. - Marine Biol., 1970, vol. 6, N 2, p. 98-107.
8. S e b e s t y e n O. The daily vertical migration of *Leptodora kindtii* Focke (Crustacea, Cladocera) in Lake Balaton. - Arbeit und Biol. Forsch. Inst., 1933, vol. 6, p. 23-28.
9. S m a y d a T.J. The suspension and sinking of phytoplankton in the sea. Oceanogr. - Marine Biol., 1970, vol. 8, p. 167-179.

Институт океанологии АН СССР

О.Г. Б о б р о в

К ЭКОЛОГИИ НОГОХВОСТОК (COLLEMBOLA) СООРУЖЕНИЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Ногохвостки широко распространены во всех частях света. Они живут под опавшей листвой, под корой пней, на пнях, мхе, на грибах и растениях, в поверхностных слоях и глубоко в почве, на поверхности пленки воды [2]. Значительное количество различных видов обитает в сооружениях биологической очистки сточных вод [4, 7]. Однако видовой состав и экология ногохвосток, живущих в этих сооружениях, мало изучены, а имеющиеся сведения о их роли в очистке вод явно недостаточны и часто противоречивы.

Мы проводили лабораторные исследования на моделях биофильтров и иловых площадках. Два биофильтра, изготовленных из органического стекла (высотой 2 м и объемом 12 л), были заполнены по всей высоте фильтрующей загрузкой с размером частиц 35-40 мм. На фильтрах очищался моделированный сток производства салициловой кислоты, содержащий 100 мг/л фенола, 150 мг/л салициловой кислоты и биогенные соли - 15 мг/л азота в виде $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и 5 мг/л фосфора в пересчете на K_2HPO_4 . Сточные воды подавались на очистку с гидравлической нагрузкой: 3 объема промстока на 1 объем загрузки биофильтра в сутки. В очищенной

воде БПК полное не превышало 15 мг/л, количество фенола и салициловой кислоты суммарно было не более 0.1 мг/л.

Избыточная биопленка, выносящаяся с очищенной водой во вторичные отстойники, через 1.5 ч разливалась в чашки Петри, имитирующие иловые площадки для сушки осадка очистных сооружений. Гидробиологический состав биопленки изучался по стандартной методике [5]. Количественный учет гидробионтов проводили по пятибалльной системе.

По нашим наблюдениям, в биоценозе биофильтров и на иловых площадках развивались ногохвостки, среди которых доминировали *Hypogastrura viatica* (Tullberg), ранее относившиеся к виду *Achorutes subviaticus*, и *Tomocerus minor* (Lubbock.). Единично встречались *H. denticulata* (Bagnall), *H. manubrialis* (Tullberg), *Hypogastrura* sp., *H. purpurescens* (Lubbock), *Anurida granaria* (Nicolet), *Anurida* sp., *Onychiurus fimatus* (Gisin), *Folsomia candida* (Willem), *Isotoma viridis* (Bourlet).

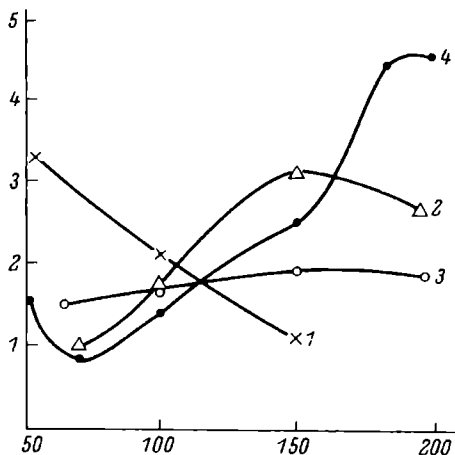
Hypogastrura viatica - иссиние-черные насекомые с хорошо заметной головой, 4-членистыми прямыми усиками и сегментированным брюшком с небольшой прыгательной вилкой, обычно менее 2 мм длины. Их легко можно распознать по 3 длинным щетинкам, расположенным на концах средних лапок над когтем. Собираются большими скоплениями, чаще всего в нижней части биофильтра. Откладывают в неорошаемой части фильтра гладкие сферической формы беловатые яйца, которые по мере инкубации становятся коричневыми. Появляющаяся из яйца молодая коллембола меньше и светлее взрослого насекомого и очень похожа по своей структуре на имаго. В процессе роста насекомое 9 раз линяет. Цикл развития проходит 36-38 дней при температуре 20-25°.

Tomocerus minor не собираются большими группами в отличие от более стадных *H. viatica*. Это более крупные (длина 4.5 мм), очень подвижные насекомые с длинными 4-членистыми усиками и мощной прыгательной вилкой. Важные отличительные признаки: наличие зубчатых придатков на прыгательной вилке и зубчатый коготь на концах средних лапок.

Ногохвостки потребляют пищу, как правило, уже подвергнувшуюся воздействию бактерий и грибов. В биофильтрах они питаются гифами плесневых грибов и детритом. *T. minor* поедают трупы насекомых, в основном бабочниц *Psychoda alternata* и других двукрылых, развивающихся в больших количествах в фильтрах.

Массовое развитие ногохвосток (см. рисунок) отмечалось в биофильтре, содержащем в нижней части (на глубине 120-200 см) значительное количество минерализованной гумифицирующей биопленки. В это время в биоценозе нижних слоев резко уменьшилось количество малощетинковых червей и клещей [1].

Таким образом, нами наблюдались те же закономерности в смене компонентов биоценоза, что и описанные при разрушении органических веществ в почве [6]. Так, развитие тироглифидных



Распределение ногохвосток среди других организмов в биоценозе биофильтра.

1 - *Psychoda alternata* (Say.), 2 - *Acarina*, 3 - *Tomicerus minor* (Lub.), 4 - *Hypogastrura viatica* (Tulberg).

По оси ординат — количество организмов, баллы; по оси абсцисс — глубина биофильтра, см.

клещей и клещей сем. *Anoetidae* можно считать показателем интенсивности разложения органических веществ на первых стадиях, когда этот процесс носит характер гнилостного (индикатор — питающиеся стадии клещей сем. *Anoetidae*). *Anoetidae* в массе появляются в период завершения этого процесса и постепенно вытесняются ногохвостками, массовое размножение которых свидетельствует об интенсивных процессах гумификации избыточной биопленки [3].

По нашему мнению, появление больших количеств коллембол в биофильтре служит важным диагностическим признаком, указывающим на понижение окислительных свойств биопленки, накопление ее избыточных количеств, необходимость промывки фильтра.

Л и т е р а т у р а

1. Б о б р о в О.Г. Биоценоз биофильтра при очистке сточных вод производства салициловой кислоты. — Гидробиол. ж., 1974, т. 10, вып. 2, с. 42-48.
2. Г и л я р о в М.С. Подкласс скрыточелюстные насекомые (*Insecta-Entognatha*). — В кн.: Жизнь животных. Т. 3. М., 1969, с. 154-156.

3. Г р и б е н б е р г с А.Р. Коллемболы, как возможные индикаторы различных экологических условий. – *Вопр. экол.*, 1962, т. 7, вып. 44, с. 92.
4. Р о г о в с к а я Ц.И. Биохимическая очистка сточных вод канифольно–экстракционных заводов. – В кн.: *Очистка промышленных сточных вод*. М., 1957, с. 35–66.
5. Р о г о в с к а я Ц.И., К о с т и н а Л.М. Рекомендации по методам производства анализов на сооружениях биохимической очистки промышленных сточных вод. М., 1970. 64 с.
6. Ч е р н о в а Н.М., П р о х о р о в а З.А., З л о б и н а И.И., К о р н е е в а С.Ф. Сукцессионные изменения свойств и животного населения, разлагающихся в почве растительных остатков. – В кн.: *Экология почвенных беспозвоночных*. М., 1973, с. 54–61.
7. L a w r e n c e P.N. Collembola (Springtails) of sewage filters. – *J. Water Waste Treatment*, 1970, vol. 13, N 4, p. 106–109.

Научно-исследовательский институт
химии и технологии полимеров

В.Г. Гаггарин

К ФАУНЕ НЕМАТОД МЕЛКИХ ВОДОЕМОВ ПОДМОСКОВЬЯ

В 1972 г. проводилось изучение нематод мелких водоемов, расположенных в пределах Московской обл. Для обследования были выбраны 3 небольших пруда и один ручей вблизи г. Подольска. Пруд № 1: старый, сильно зарос водной растительностью, дно заилено, площадь водного зеркала примерно 25 м², средняя глубина около 2 м. Пруд № 2: расположен в лесу, сильно заросший, средняя глубина 3 м, акватория около 250 м². Пруд № 3: вырыт за год до обследования, площадь около 250 м², средняя глубина 2 м, дно глинистое, водная растительность развита слабо. Ручей: мелкий (глубина 0.3–0.5 м), ширина в месте взятия пробы 1.5 м, сильно загрязнен сбросами бытовых отходов. Сбор материала проводился по методу Бермана [2]. Отобрано проб: в пруду № 1 – 23, в пруду № 2 – 16, в пруду № 3 – 17, в ручье – 12. Определение нематод велось на глицериновых препаратах, подкрашенных полихромной синькой.

Фауна нематод изученных водоемов оказалась довольно разнообразной. Наиболее богата она в пруду № 1, где зарегистрировано 27 видов нематод (см. таблицу). В грунте этого водоема обнаружено 15 видов нематод при плотности 134 экз./100 см³. Среди них наиболее многочисленными были *Diplogaster rivalis* и

[illegible]

T. helveticus (Hof- männer)	12	-	46	4	86	26	-	-	-	74	14	-	-	-
T. longus (Leidy) ...	-	-	108	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mononchus trunca- tus Bastian	-	-	-	2	6	-	-	-	-	-	-	20	-	46
Nygolaimus aquati- cus (Thorne)	-	-	32	2	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thornia steatopyga (Thorne et Schwan- ger)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-
Thornonema sp.	-	-	-	2	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lorylaimus stagnalis Dujardin	4	1920	920	24	74	-	54	-	-	-	-	-	-	-
D. striatus Daday ...	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D. mortuanus Stefan- ski	4	-	46	-	-	-	-	-	6	80	14	380	-	610
Laimyodorus flavoma- culatus (Linstow)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-
Mesodorylaimus bas- tiani (Bütschli) ...	-	-	2	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-
Eudorylaimus obtu- sicaudatus (Basti- an)	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Panagrolaimus rigi- dus (A. Schnei- der)	-	-	26	-	14	-	'10	2	-	-	-	-	-	-
P. hydrophilus Bas- sen	20	50	826	-	800	6	364	-	-	34	-	-	-	-
Trilebiatus sp.	2	50	600	-	66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cephalobus perse- nis Bastian	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-
Eucephalobus stria- tus (Bastian)	-	-	6	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
Diplogaster rivalis (Leydig)	26	1402	4	10	6	20	-	-	-	-	-	-	-	16

Продолжение таблицы

Вид	Пруд № 1			Пруд № 2				Пруд № 3				Ручей	
	грунт	стебли осоки	корни осоки	грунт	корни осоки	стебли элодей	корни элодей	грунт	корни осоки	стебли элодей	корни элодей	грунт	корни веха
Diplogastritus aquaticus Gagarin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60
Paragolaimella anomala Gagarin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1374
Anchidiplogasteroides leptosoma (Volk)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54
Rhabditis brevispina (Claus)	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52
R.oxycerca de Man	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
Tylenchus sp.	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Pratylenchus sp.	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Rotylenchus sp.	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tylenchorhynchus dubius (Bütschli)	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paratylenchus sp.	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Hirschmanniella oryzae (Soltwadel)	-	-	-	-	-	-	316	-	-	-	-	-	-
Aphelenchoides parietinus (Eastan)	-	-	10	-	14	-	-	-	6	-	-	-	-
Число видов	15	10	23	15	15	6	11	6	9	7	6	-	9
Средняя численность, экз./100 см3	134	5572	5532	92	1406	98	970	16	514	76	3010	-	2438

Panagrolaimus hydrophilus, *D. rivalis* характерен для малоразложившихся грубодетритных илов, богатых органикой. Видовой состав фауны нематод осоки, вегетирующей в пруду, включает 24 вида нематод, причем 23 из них найдены в ее корневой системе (при численности 5532 экз./100 см³). 10 видов входят в состав эпифауны стеблей и листьев (при численности 6572 экз./100 см³). В корнях осоки по числу особей доминировали 3 вида: *Chronogaster typicus*, *Panagrolaimus hydrophilus*, *Dorylaimus stagnalis*. Первые 2 вида, как известно [1, 3], обитают не только на поверхности корневой системы макрофитов, но проникают и внутрь корней (обычно при их заболевании и разложении). *D. stagnalis* способен перфорировать здоровые ткани растений. В обрастаниях растений наибольшую численность имели *Diplogaster rivalis* и *Dorylaimus stagnalis*.

В пруду № 2 обнаружен 21 вид нематод. В бентосе водоема при численности нематод 92 экз./100 см³ зарегистрировано 15 видов. По числу особей доминировал *D. stagnalis* - широко распространенная форма пресноводных нематод. Плотность червей в корневой системе осоки и элодеи (*Elodea canadensis* Rich. et Mchx.) в данном водоеме была сравнительно невысокой. Наибольшую численность особей на корнях *Diplogaster rivalis* имел *Panagrolaimus hydrophilus*, *Dorylaimus stagnalis* - *Hirschmanniella oryzae* - специфичный гельминт макрофитов пресных вод. Фауна нематод перифитона стеблей и листьев элодеи бедна как в качественном, так и в количественном отношении (6 видов при численности 49 экз./100 см³). Более многочисленными были здесь *Monhystera vulgaris* и *Tobrilus helveticus*.

Фауна нематод пруда № 3 содержит значительное количество почвенных форм (8 видов из 18, в том числе *Eucephalobus striatus*, *Cephalobus persegnis*, *Mesodorylaimus bastiani*, *Panagrolaimus rigidus*, *Tylenchus* sp. и др.). В глинистом грунте водоема найдено всего 6 видов нематод, причем все они присутствовали единичными особями. Корневая система элодеи показывает довольно значительное количественное обилие нематод (при 6 видах численность 3010 экз./100 см³), причем в основном за счет *Plectus rhizophilus*, обитающего на поверхности корневой системы растений. Из потенциальных фитогельминтов зарегистрирован только *Dorylaimus montanus*. Плотность нематод корневой системы осоки незначительна - 257 экз./100 см³. Наиболее многочислен здесь *Tobrilus helveticus*, обычно встречающийся в грунте и в обрастании растений. Фауна нематод перифитона элодеи включает 7 видов и в количественном отношении бедна.

В ручье, несущем сточные воды, обнаружено 9 видов нематод. В грунте, который представлен черным вязким илом, их не было. Из 9 видов нематод, зарегистрированных в корнях вежа ядовитого (*Cicuta virosa* L.), 6 относятся к формам, в массе развиваю-

щимся в полисапробной среде, причем на *Paraigolaimella anomala* приходится 50% всех обнаруженных нематод.

Таким образом, наиболее разнообразна и богата фауна нематод старых прудов (№ 1 и № 2). В состав нематод недавно вырытого пруда (№ 3) входит значительное число почвенных форм червей. В фауне ручья, несущего сточные воды, доминируют формы нематод, характерные для полисапробных водоемов.

Л и т е р а т у р а

1. Г а г а р и н В.Г. Экологический анализ нематод Учинского водохранилища. - Тр. Гельминтол. лаб. АН СССР, 1973, т.23, с. 40-45.
2. К и р ь я н о в а Е.С., К р а л ь Э.Л. Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними. Л., 1969, т. 1. 520 с.
3. P r e i s K. Nematodes (Nematoda) in the rhizosphere of *Potamogeton lucens* L. and *Potamogeton perfoliatus* L. in Micolayskie Lake. - Bull. Acad. pol. sci., biol., 1973, vol. 21(9), p. 585-588.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Р.А. Р о д о в а

САМКИ ХИРОНОМИД (DIPTERA, CHIRONOMIDAE). XVIII

Ранее были исследованы самки 2 видов трибы *Tanytarsini*: *Corynocera ambigua* и *Micropsectra praecox* [1, 2]. В настоящем сообщении приводится описание *Stempellina almi* Br. и *Stempellinella minor* Edw.

Для работы использовался преимущественно материал, определенный А.И. Шиловой. Выведен из личинок, собранных в окрестностях пос. Борок Ярославской обл., фиксирован в жидкости Удеманса.

Stempellina almi (Bause) Br. (рис. 1). Длина 1.6 мм, крыло 1.3 мм. Зеленая, с коричневыми мезонотальными полосами, мезостернумом и постнотумом. Теменные щетинки немногочисленны, расположены в один ряд. Лобные штифты едва намечены. Глаза голые, линзовидные, их верхние края широко расставлены. Расстояние между ними вдвое превышает длину глаза. Антенны 5-члениковые, коричневые; кроме 1-го и базальной части 2-го члеников, они светлые. 5-й членик антенны длиннее 2-го. На последнем членике несколько прямых крепких щетинок. Максиллярные щупики 4-члениковые, коричневатые. Хетом среднеспинки: дорсомедиальных

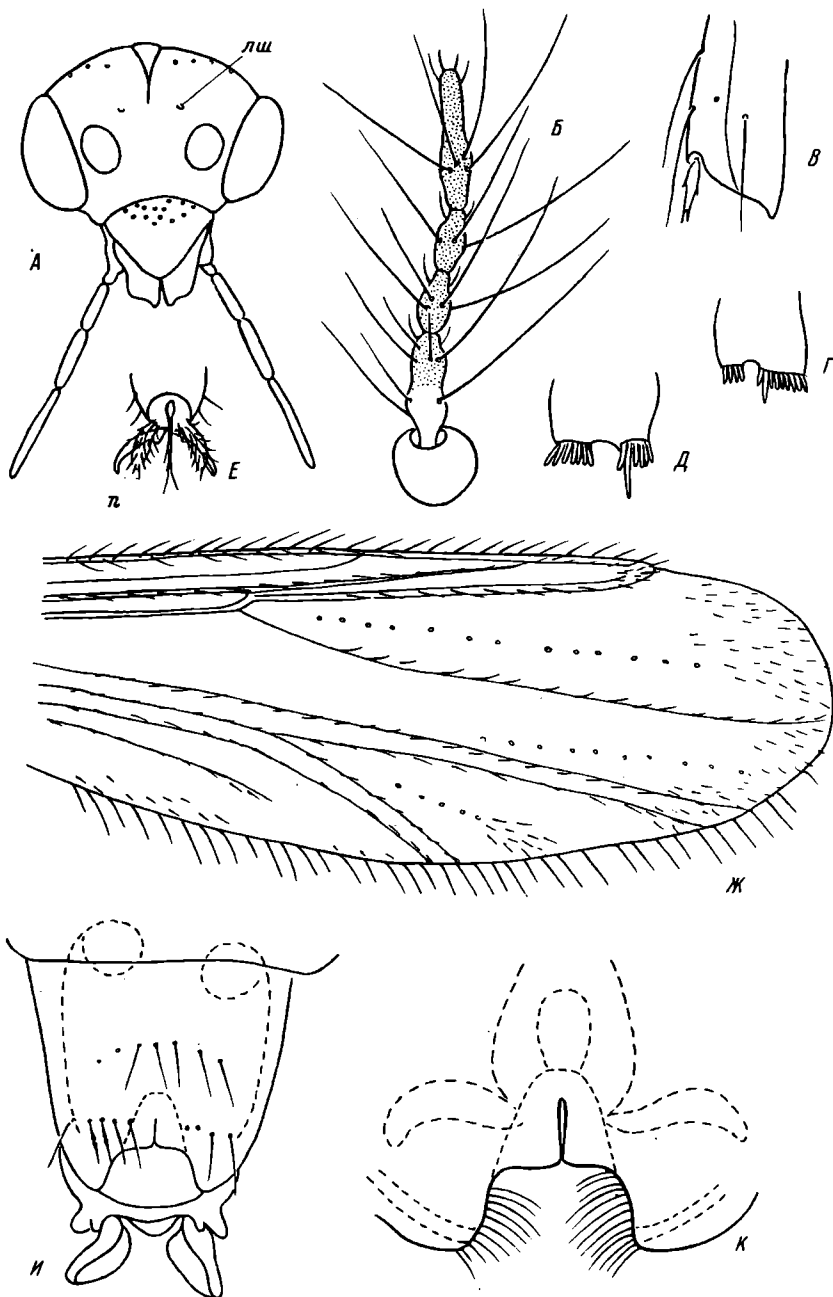
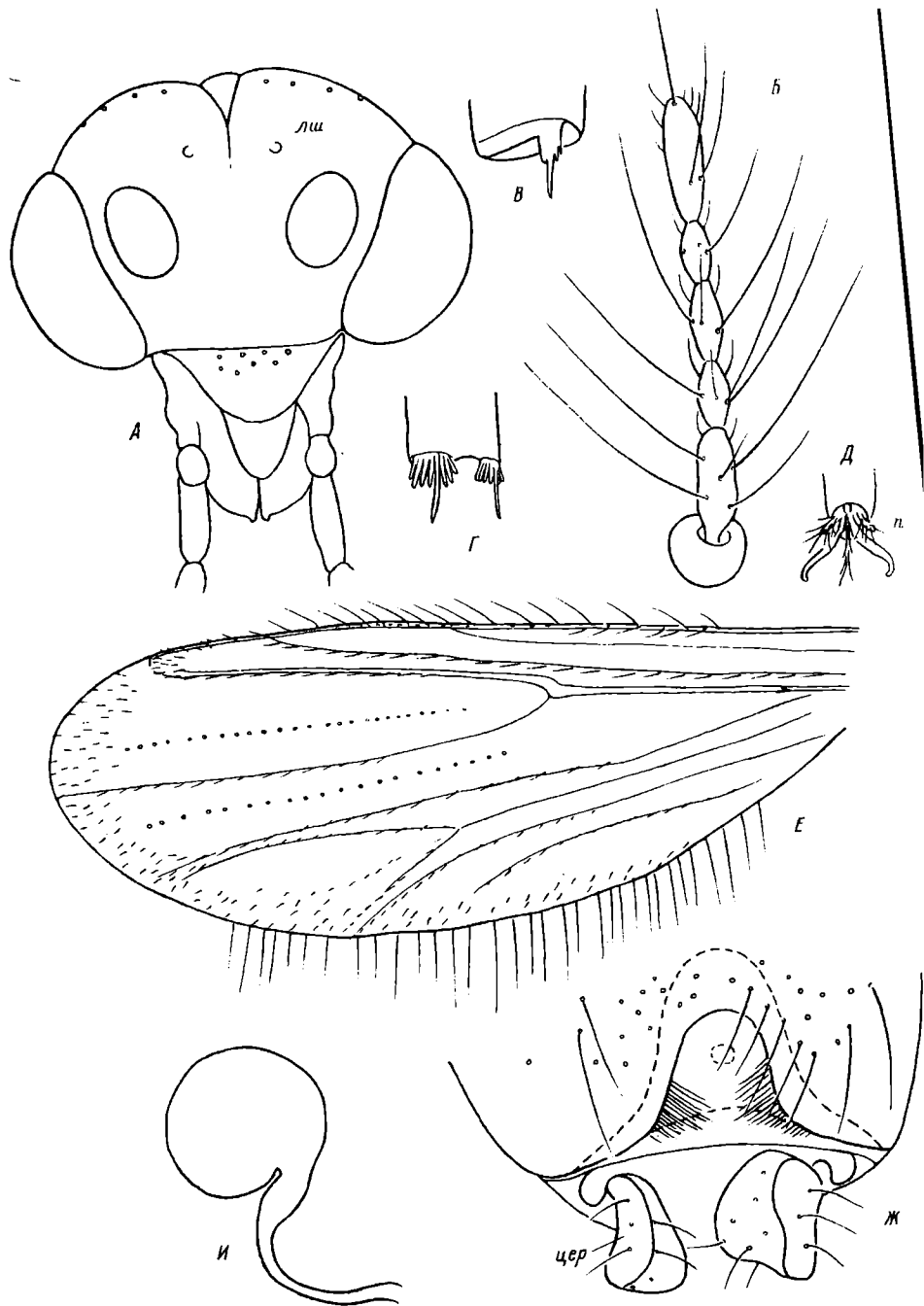


Рис. 1. *Stempellina almi*.

А - голова спереди, Б - антенна, В - дистальный конец передней голени, Г, Д - то же средней и задней, Е - дистальный конец лапки, Ж - крыло, И - конец брюшка снизу, К - деталь 8-го стернита; лш - лобные щиты, л - пульвиллы.



щетинок 10, дорсолатеральных 10, преалярных 1, посталярных нет. Щиток с коричневатой окантовкой, с 2 черными крупными щетинками в центре. Ноги коричневатые. Передняя голень на дистальном конце со шпорой. Шпора с зазубринами по бокам. Средние и задние голени с 2 раздельными гребешками. На одном гребешке шпора. Пульвиллы развиты. Крылья с макротрихиями на дистальном конце плоскости крыла и вдоль жилок, за исключением r-m и базальной части R₄₊₅ и M. Ряд щетинок находится между жилками R₄₊₅ и M, короткий ряд (не достигает развилки f-cu) между M и Cu₁ и между Cu₁ и Cu₂. Костальная жилка кончается на вершине R₄₊₅, далеко не доходя до вершины крыла. По заднему краю крыло с длинными волосками. Рукоятка радиальной жилки затемнена посредине, с 1 щетинкой. Промежуточный склерит такого же цвета, как рукоятка. Жужжальце светлое.

Брюшко зеленое. 8-й стернит с двумя рядами щетинок, бугры стернита слабо выражены. Передний край выреза с узкой щелью. Аподема (9-й стернит) светлая, ее ветви широкие. Сперматеки шаровидные, без расширенной шейки. Протоки сперматек слегка извитые. Церки в виде закругленной изогнутой лопасти, небольшие.

Stempellinella minor Edw. (рис. 2). Длина 1-1,2 мм, крыло 1,1 мм. Желтовато-зеленая. Мезонотальные полосы и дистальная часть постнотума коричневатые. Теменные щетинки расположены в один ряд. Лобные штифты закругленные. Глаза голые, линзовидные, их верхние края широко расставлены. Расстояние между глазами вдвое превышает длину глаза. Антенны 6-члениковые, коричневатые, последний членик слегка темнее остальных. 6-й членик антенны примерно равен 2-му, 5-й короче остальных. На последнем членике расположено несколько прямых крепких щетинок. Хетом остальных члеников обычный. Максиллярные щупики 4-члениковые, коричневатые. Хетом среднеспинки: дорсомедиальных щетинок 10, дорсолатеральных 10, преалярных 1, посталярных нет. Щиток крупный, с 5-8 щетинками, расположенными в один ряд. Ноги зеленые. Передняя голень на дистальном конце с небольшой острой шпорой, с зазубринами по бокам, средняя и задняя с 2 небольшими раздельными гребешками. На каждом гребешке посредине шпора. Пульвиллы редуцированы, не более половины длины коготка. Крылья покрыты макротрихиями по краю крыла и вдоль жилок, за исключением r-m и базальной части R₄₊₅. M со щетинками только в дистальной части. По ряду щетинок находится между жилками R₄₊₅ и M, M и Cu₁, Cu₁ и Cu₂. Костальная жилка кончается на вершине R₄₊₅, не доходя до вершины крыла, на уровне вершины Cu₁. Задний край крыла с длинными волосками. Рукоятка радиальной

Рис. 2. *Stempellinella minor*.

А - голова спереди, Б - антенна, В - дистальный конец передней голени, Г - то же задней, Д - дистальный конец лапки, Е - крыло, Ж - конец брюшка снизу, И - сперматека; лш - лобные штифты, п - пульвиллы, цер - церки.

жилки с 1 щетинкой. Промежуточный склерит черный. Жужжальце светлое.

Брюшко окрашено так же, как все тело. 8-й стернит со слабо выраженными буграми, на которых неравномерно расположено небольшое количество светлых щетинок. Аподема (9-й стернит) бесцветная, ее ветви на концах расширены. Сперматеки шаровидные, с расширенной шейкой, с извитыми каналами. Церки в виде закругленной изогнутой лопасти, небольшие.

Л и т е р а т у р а

1. Р о д о в а Р.А. Самки хирономид. II. *Corynocera ambigua* Zett. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1967, № 1, с. 44-47.
2. Р о д о в а Р.А. Самки хирономид (Diptera, Chironomidae). V. *Micropsectra praecox* Meig. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1970, № 6, с. 40-44.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

П.В. Т у з о в с к и й

НИМФА ВОДЯНОГО КЛЕЩА LITARACHNA COMMUNIS WALTER, 1925 (PONTARACHNIDAE, ACARIFORMES)

Нимфа *Litarachna communis* описана Вальтером [2]. Приводимые автором сведения очень краткие, без иллюстраций, поэтому мы считаем целесообразным дать подробное переописание.

Материал собран в Черном море в районе заповедника „Мыс Мартыан“ близ Ялты (Крым) в сентябре-октябре 1975 г. Клещи отлавливались гидробиологическим сачком в прибрежных водорослях на глубине 0.5-2.0 м.

Цвет красный с белым крестообразным рисунком на дорсальной поверхности. Длина туловища 260-450 мкм. В передней части тела (рис. 1, А) 4 пары щетинок (Fi, Fe, Vi, Ve) без сопутствующих кожных желез, тогда как у большинства водяных клещей их всего 2 пары [1]. Поскольку туловищный хетом понтаракнид до сих пор не изучен и существенно отличается от такового гигробионидных клещей, мы считаем полезным ввести следующие обозначения щетинок: Fi - лобные внутренние, Fe - лобные наружные, Vi - теменные внутренние, Ve - теменные наружные, Ti - ви-

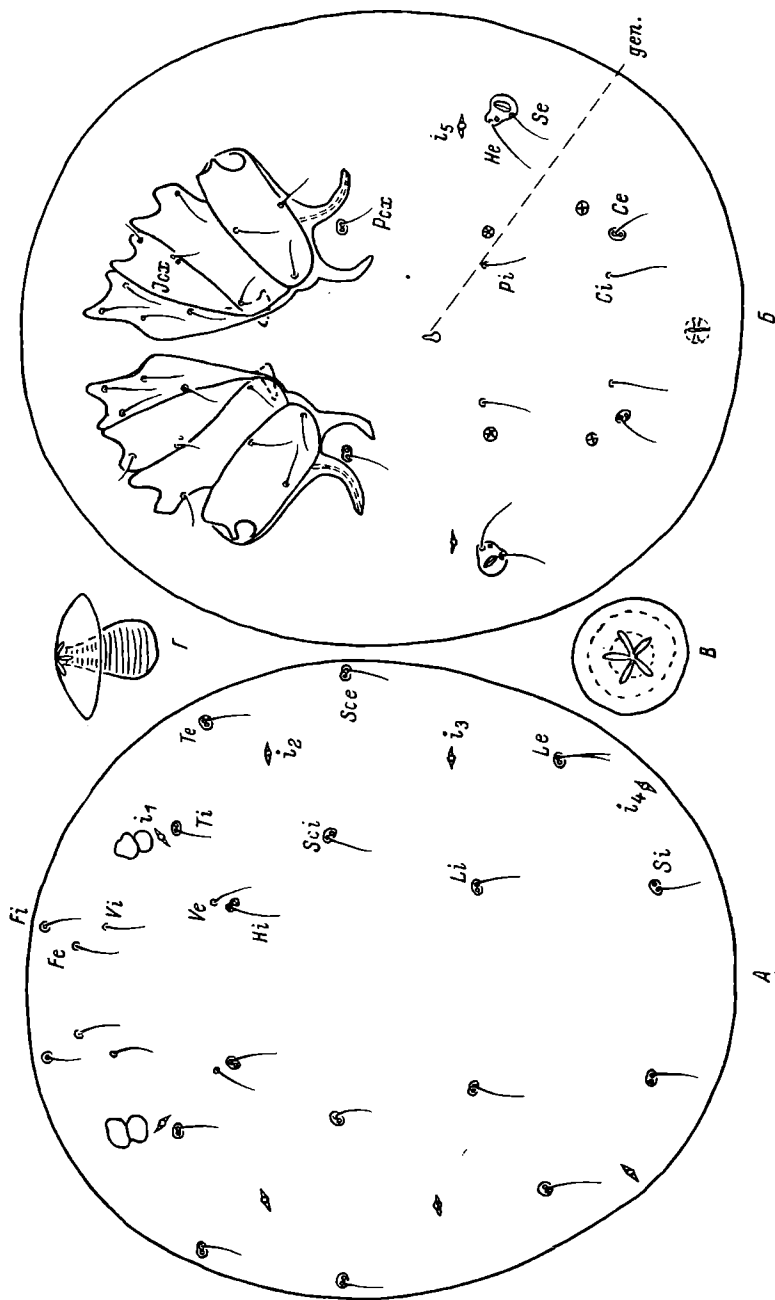


Рис. 1. Нимфа *L. communis*.

А - сверху, Б - снизу, В, Г - кожная железа с пластиной (В - сверху, Г - сбоку, ген. - генитальный щиток); i_1-i_5 - лировидные органы. Остальные обозначения в тексте.

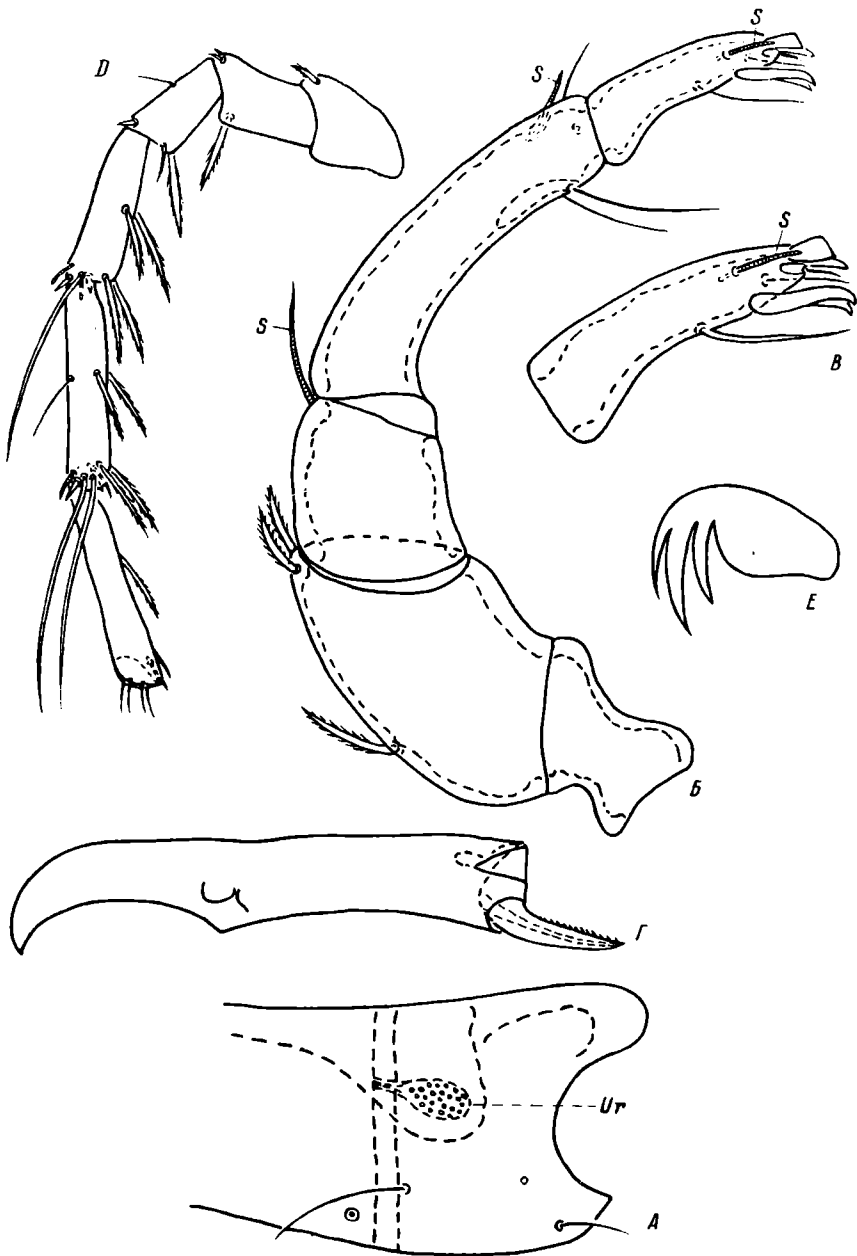


Рис. 2. Нимфа *L. communis*.

А - латеральный край тазиков II, Б - педипальпа, В - тибитарзальный комплекс педипальпы, Г - хелицера, Д - нога 1У, Е - коготок, S - соленидий, Ur. - уростигма.

сочные внутренние, Те – височные наружные, Н₁ – плечевые внутренние, Н₂ – плечевые наружные, Sc₁ – лопаточные внутренние, Sc₂ – лопаточные наружные, Li – поясничные внутренние, Le – поясничные наружные, Si – крестцовые внутренние, Se – крестцовые наружные, Ci – хвостовые внутренние, Ce – хвостовые наружные, Pi – постанальные внутренние, Jcx – межтазиковые, Pcx – посткоксовые. Наружные лопаточные и наружные крестцовые щетинки сместились на вентральную сторону. Лировидных органов на дорсальной поверхности 4 пары (i₁–i₄). В задней части туловища перед внутренними крестцовыми щетинками 2 небольших уплотненных участка покровов, к которым прикрепляются пучки мышц.

Число и расположение щетинок на вентральной поверхности показаны на рис. 1, Б. Коксальные щиты расположены в 2 группы. Межтазиковые щетинки находятся на заднем крае тазиков II. Коксальные щиты I–II с небольшими подкожными медиальными выростами. Медиальные и задние края тазиков IV с подкожными выростами, которые нормально загнуты дорсально, но при препаровке они деформируются и их вершины могут быть направлены в ту или иную сторону. Полового отверстия, генитальных створок и присосок нет, на их месте небольшой щиток (gen.). Щетинки He, Se и железистый комплекс сближены между собой, находятся на общей пластинке, перед которой расположена вентральная пара лировидных органов (i₅). Щетинки Ci, Pi и Se не связаны непосредственно с кожными железами. Латеральное постанальное и хвостовое щетинок 2 пары мешковидных желез (рис. 1, В, Г), выходные отверстия которых на пластинках имеют форму 4- или 5-лучевой звезды. Еще 1 пара желез появляется у взрослых клещей перед постанальными щетинками.

На границе срастания покровов с тазиками II (рис. 2, А) прикрепляются уростигмы (Ur.) булавовидной формы, сообщающиеся каналом с полостью тела. Вертлуг педипальпы (рис. 2, Б) с перетяжкой близ середины членика, без щетинок. На бедре I голени – проксимальная и 2 дистальные; на бедре II один соленидий (S), на колене 5 дистальных щетинок, из них 2 соленидия. Наиболее крупная из вентральных щетинок колена сообщается с глубокой полостью. Тибготарзальный комплекс педипальпы (рис. 2, В) вооружен 3 заостренными шипами, плоской щетинкой со срезанной вершиной, 1 соленидием и 3 тактильными щетинками разной величины. Длина члеников педипальпы, мкм: 35, 60, 35, 70, 35.

Подвижный членик хелицеры (рис. 2, Г) заострен на вершине, пронизан каналом, с мелкими зубцами по вогнутому краю. Дорсальная поверхность базального членика прямая, вентральная – с угловатым выступом. Длина подвижного пальца 25 мкм, основного членика – 95 мкм.

Ноги вооружены перистыми и гладкими тактильными щетинками различной величины и соленидиями. Общее число щетинок на конечностях следующее.

Нога	Вертелуг	Бедро I	Бедро II	Колено	Голень	Лапка
I	2	3	6	6(1)	9(2-3)	12(5-6)
II	2	3	6	6(2)	9(2)	10-11(3-4)
III	2	3	6	7(2)	11(2)	9-10(3)
IV	1	3	4	9(2)	11(2)	7-8(2-3)

П р и м е ч а н и е. В скобках указано число хеморецепторных щетинок.

Колено и голень ноги IV (рис. 2, Д) несут соответственно 1 и 2 длинные плавательные щетинки. На коленях I-III и голеньях I-II по 1, а на голеньях III по 2 рудиментарные плавательные щетинки. Длина члеников ног, мкм:

Нога	Вертелуг	Бедро I	Бедро II	Колено	Голень	Лапка
I	35	40	40	40	65	75
II	35	40	40	40	70	80
III	35	40	40	45	75	80
IV	65	50	40	65	85	90

Коготки (рис. 2, Е) с коготковой пластинкой и 3 зубцами: крупным срединным, тонким наружным и толстым внутренним.

Л и т е р а т у р а

1. В а й н ш т е й н Б.А., Т у з о в с к и й П.В. Туловищный хетом водяных клещей, его онтогенез и эволюция. — В кн.: Биология и продуктивность пресноводных беспозвоночных. Л., 1974, с. 230-269.
2. W a l t e r C.W. Marine Hygrobatidae. Revision der Wassermilben-Genera Pontarachna Philippi und Nautarachna Monie. — Intern. Rev. Hydrobiol., Hydrogr., 1925, Bd 14, N 1-2, S. 1-54.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

СУТОЧНЫЙ РИТМ ПИТАНИЯ И РАЦИОН ЕРША РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

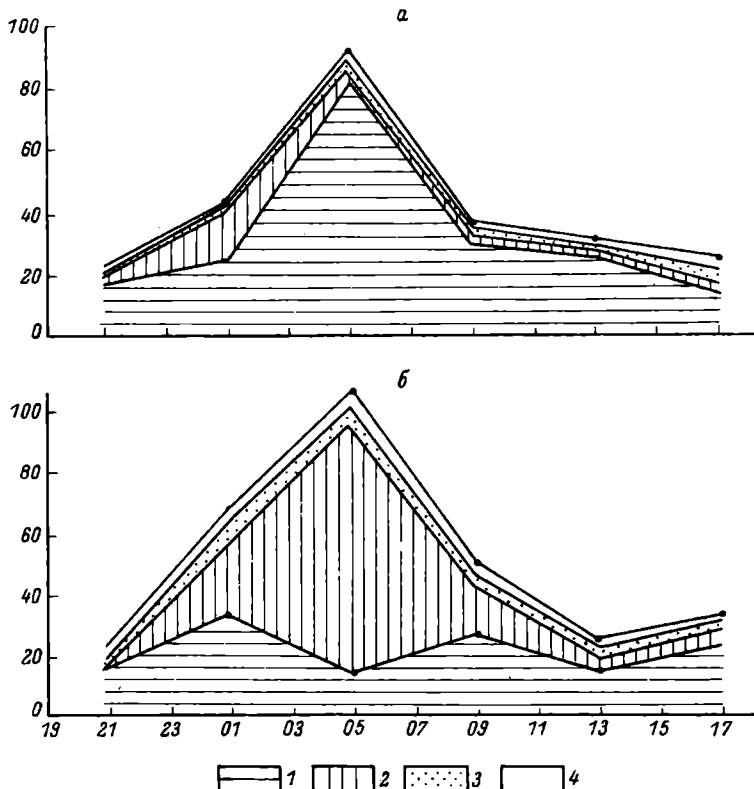
Изучение сезонных и локальных особенностей распределения и питания рыбинского ерша показало, что основной откорм его происходит в летнее время в мелководной прибрежной зоне водоема [3, 6]. Однако для количественной оценки пищевых взаимоотношений между отдельными видами рыб и их кормовой базой знаний о сезонных изменениях в питании недостаточно. Необходимые данные по суточному ритму питания ерша Рыбинского водохранилища в доступной литературе отсутствуют. Настоящая работа посвящена изучению суточного ритма питания рыбинского ерша с целью выяснения количества корма, потребляемого в период наиболее интенсивного откорма.

Материал для работы собран сетями (длина 26 м, ячея 14 и 18 мм), поставленными на глубине 1.0–1.5 м, во время 2 суточных станций 3 и 27 июля 1972 г. Пробы брались каждые 4 ч. Всего поймано 459 ершей длиной от 80 до 120 мм, у 210 из них просмотрено содержимое желудка. Материалы по питанию обрабатывались по общепринятой методике [4]. При подсчете суточного рациона использовали методику, описанную А.В. Коган [2].

Участок, где стояли сети, представляет собой, по классификации Ф.Д. Мордухай-Болтовского [5], защищенное побережье с обильной и разнообразной донной фауной. В период нашей работы в бентосе преобладали личинки хирономид, биомасса которых, по сообщению Н.И. Зеленцова, в начале месяца равнялась 21 г/м^2 , а в конце снизилась до 8.6 г/м^2 . В бентосных пробах насчитывалось 15 видов хирономид, но в оба срока как по численности, так и по биомассе доминировали личинки *Chironomus plumosus* с биомассой соответственно 19.4 и 7.9 г/м^2 .

Ерши всех размерных групп питались в основном личинками хирономид. В желудках рыб в начале месяца их было обнаружено 19 видов, основную массу составляли *Ch. plumosus*. В конце месяца число видов, входящих в пищу ерша, увеличилось до 24. При этом *Ch. plumosus* играл ведущую роль в питании только у самых крупных ершей (до 110 мм). В желудках более мелких особей преобладали личинки хирономид-обрастателей родов *Glyptotendipes*, *Cryptochironomus*, *Endochironomus*. Кроме личинок хирономид в желудках ерша встречались личинки ручейников, поделок, единично личинки стрекоз и моллюски.

При сравнении спектра питания ерша с составом бентосных проб обращает на себя внимание тот факт, что при высокой плотности *Ch. plumosus* (1500 шт./м^2) пищевой комок ерша на 90% состоял из этих животных, а при снижении численности *Ch. plumosus* (до 400 шт./м^2) ерш переключался на другие виды хирономид, в частности виды рода *Glyptotendipes*.



Суточный ритм питания ерша в июле 1972 г.

а - в начале месяца, б - в конце месяца. 1 - *Chironomus plumosus*, 2 - *Glyptotendipes*, 3 - прочие хирономиды, 4 - прочие организмы.

По оси ординат - индекс наполнения желудка, %; по оси абсцисс - время, ч.

По нашим данным, интенсивность питания ерша в начале и в конце июля была очень высокой. Об этом можно судить по индексам наполнения желудков. У отдельных особей накормленность достигала 210%. В среднем во время жора она составляла 90 и 104% в начале и в конце месяца соответственно. В течение суток интенсивность питания ерша резко менялась и носила одинаковый характер в оба исследуемые периода (см. рисунок). Ерш начинал питаться сразу после захода солнца. С 19 до 23 ч в желудках у 30% особей обнаружена только что захваченная пища, у остальных же рыб пища либо вовсе отсутствовала, либо была в I стадии переваривания. Нарастание интенсивности питания происходило вплоть до 5 ч. Этот период интенсивного жора по времени со-

впадал с восходом солнца. В это время у основной массы ерша содержимое желудков находилось в I-II стадиях переваривания, накормленность достигала максимума. После 5 ч происходило постепенное снижение накормленности. К 16 ч уже 2/3 пищи удалялось из желудков, но количество рыб с пустыми желудками по-прежнему оставалось низким – около 3%. Пищевой комок находился в III-IV стадиях переваривания. В дневные часы накормленность рыб не превышала 25‰, но у отдельных особей в желудках наряду с остатками пищи встречались организмы в I стадии переваривания. Последнее свидетельствует о том, что часть популяции ерша питалась и днем, питаясь весь световой период суток. Минимум накормленности (19‰), а следовательно, и спад активности питания наблюдались перед заходом солнца. Согласно литературным материалам по суточному ритму питания ерша в других водоемах, откорм его как в Обской губе [1] так и в Можайском и Угличском водохранилищах [7] начинается в 22 ч и продолжается всю ночь. Таким образом, наши исследования и литературные данные показали, что у ерша в условиях обильной кормовой базы ход питания носит четко выраженный ритм с максимумом активности в ночное и утреннее время.

Мы подсчитали суточные и месячные рационы ерша, основываясь на полученных данных по суточному ритму питания. Применяя методику А.В. Коган [2], было допущено, что с 5 до 9 ч утра, когда наблюдалось резкое снижение накормленности (до 61‰), ерш только переваривал пищу. Эта величина принималась за постоянную в течение суток. В результате подсчетов получили суточный рацион, равный 3.7% в начале месяца и 2.8% в конце. Следовательно, за месяц ерш средним весом 12 г потреблял количество пищи, составляющее 100.3% его собственного веса.

Л и т е р а т у р а

1. Б р у с ы н и н а И.А. Питание муксуна и ерша Обской губы. – В кн.: Биология промысловых рыб Нижней Оби. Свердловск, 1966, с. 55–64.
2. К о г а н А.В. О суточном рационе и ритме питания леща Цимлянского водохранилища. – Вopr. ихтиол., 1963, т. 3, вып. 2(27), с. 319–325.
3. К и я ш к о В.И. Характеристика питания ерша *Acerina cernua* L. на III этапе формирования Рыбинского водохранилища. – В кн.: Биологические продукционные процессы в бассейне Волги. Л., 1976, с. 148–154.
4. М е т о д и ч е с к о е п о с о б и е по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М., 1974. 254 с.
5. М о р д у х а й-Б о л т о в с к о й Ф.Д. Фауна беспозвоночных прибрежной зоны Рыбинского водохранилища. – Тр. Дарвинск. зап., 1974, вып. 12, с. 158–196.

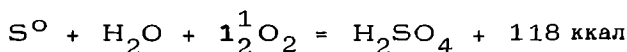
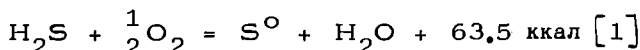
6. П о д а р у е в а З.Е. О питании ерша в верхне-волжских водохранилищах и в Белом озере. - Тр. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1960, вып. 3(6), с. 182-195.
7. С п а н о в с к а я В.Д., З а д о р о ж н а я Е.А. О суточном ритме питания ерша в Можайском и Угличском водохранилищах. - В кн.: Комплексные исследования водохранилищ. М., 1971, вып. 1, с. 226-231.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

М.Б. В а й н ш т е й н .

К ЭНЕРГЕТИКЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ СЕРЫ

Тионовые бактерии используют для своих жизненных процессов в качестве источника энергии окисление восстановленных соединений серы. Энергетика бактериальных процессов окисления серы в общих чертах изучена. Происходящие при этом реакции до сих пор рассматривали следующим образом.



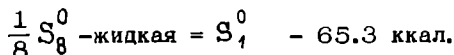
При таком подходе вторая реакция кажется энергетически выгоднее первой.

Однако на самом деле процессы следует рассматривать с учетом полимеризации серы. Элементарная сера (S^0) во всех химических реакциях образуется первоначально в виде атомарной серы (S_1^0) и лишь затем полимеризуется. Процесс этот идет через ряд этапов и с выделением энергии. Атомарная сера полимеризуется последовательно в молекулы, состоящие из 2, затем 4, 6 и, наконец, 8 атомов серы [2]. Работа ассоциации $2\text{S}_1^0 \rightarrow \text{S}_2^0$ в зависимости от истолкования спектров поглощения составляет 102.6 или 75.6 ккал/моль S_2 или соответственно 51.3 или 37.8 ккал/г-атом S . Меньшая величина согласуется с расчетами, основанными на более ранних измерениях давления паров, большая - с экстраполяцией энергетических уровней для различных колебательных состояний молекулы S_2 [2]. Здесь для дальнейших расчетов мы берем большую величину.

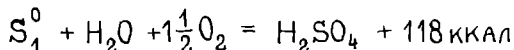
Таким образом, на каждом этапе полимеризации выделяются соответственно 51.3, 7.1, 3.5, 0.9 ккал/г-атом S . После этого молекулы серы, состоящие из 8 атомов, переходят в свою жидкую модификацию с выделением 2.5 ккал/г-атом S , затем из этого

состояния в моноклинную с выделением еще 0.3, а из моноклинной в ромбическую с выделением 0.1 ккал/г-атом $S[2]$.

Процесс этот важно учитывать при сведении энергетических балансов. Так, реакцию окисления серы следует рассматривать в 2 ступени. В первую очередь аналогично бактериальным расщеплениям кристаллических решеток происходит расщепление глобул серы на отдельные атомы с затратой энергии:



Лишь затем может идти окисление серы с выделением энергии:



Отсюда следует, что суммарный выход энергии при окислении бактериями серы в 2 раза меньше обычно указываемого: 118 ккал - 65.3 ккал = 52.7 ккал. Приведенные данные представляют собой существенную поправку к расчету энергетического баланса окисления серы.

Л и т е р а т у р а

1. Н е к р а с о в Б.В. Основы общей химии. М., 1965, т. 1. 518 с.
2. Р е м и Г. Курс неорганической химии. М., 1972, т. 1. 824 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Г.Я. К а л м ы к о в а, Ц.И. Р о г о в с к а я

ВОЗМОЖНОСТЬ ОКИСЛЕНИЯ ВЕЩЕСТВ,
ОТНОСЯЩИХСЯ К РАЗЛИЧНЫМ КЛАССАМ
СОЕДИНЕНИЙ, АКТИВНЫМ ИЛОМ,
АДАПТИРОВАННЫМ К n-ПРОПАНОЛУ

Изучение физиологических свойств и биохимической активности илов, окисляющих органические соединения одного и того же класса, представляет теоретический и практический интерес с точки зрения прогнозирования возможности биодеструкции различных загрязнений, содержащихся в промышленных сточных водах.

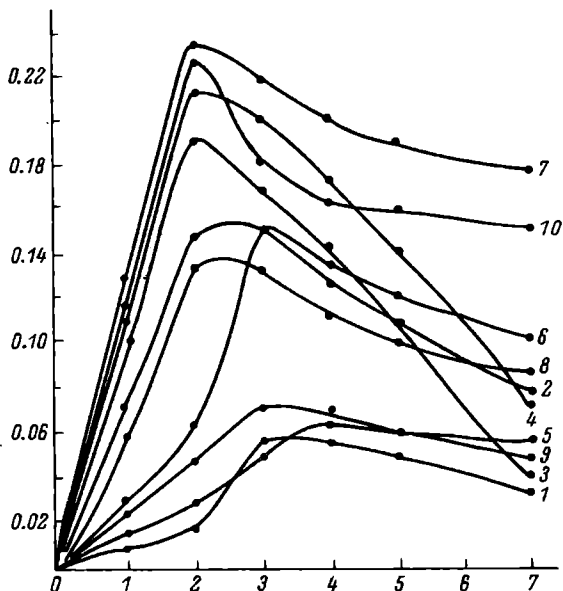


Рис. 1. Влияние алифатических и ароматических спиртов на развитие микрофлоры ила, адаптированного к н-пропанолу.

Спирты (100 мг/л): 1 — метиловый, 2 — этиловый, 3 — нормальный пропиловый, 4 — нормальный бутиловый, 5 — изопропиловый, 6 — изобутиловый, 7 — гептиловый, 8 — октиловый, 9 — нониловый, 10 — бензиловый.

По оси ординат — оптическая плотность (Е); по оси абсцисс — время опыта, сутки.

Ранее было установлено, что активный ил, адаптированный к гептиловому спирту, и доминирующие культуры, выделенные из него, могут окислять одноатомные и трехатомные алифатические спирты C_1-C_9 , а также вещества различных классов соединений — фенол, ацетон, формальдегид [1].

В настоящей работе выяснялась способность микрофлоры ила, адаптированного к н-пропанолу, использовать в качестве единственного источника углерода и энергии различные спирты, а также вещества, относящиеся к другим классам соединений. Как видно из графика (рис. 1), микробиоценоз ила хорошо растет на алифатических первичных и вторичных спиртах C_1-C_9 . Возрастание интенсивности накопления биомассы коррелирует с увеличением молекулярного веса спирта с C_2 до C_7 . Максимальное количество микроорганизмов наблюдалось на гептиловом спирте.

Увеличение числа углеродных атомов от 7 до 9 снижает прирост биомассы. Наименьшее накопление биомассы отмечено на ме-

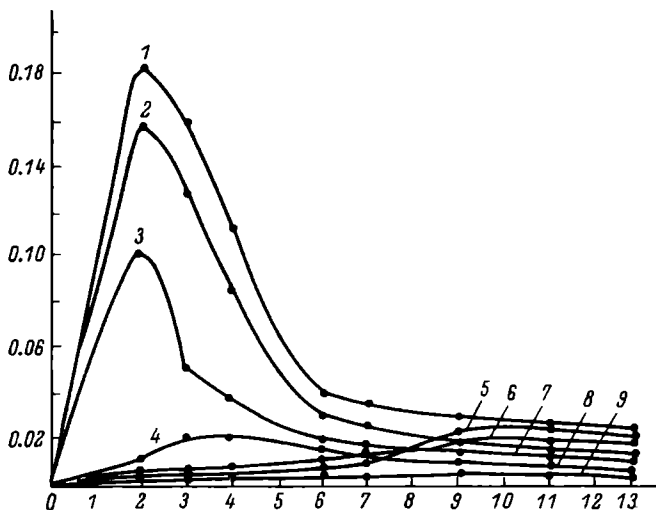


Рис. 2. Влияние различных источников углерода на рост микрофлоры активного ила, адаптированного к н-пропанолу.

Соединения (100 мг/л): 1 - н-пропанол, 2 - фенол, 3 - глицерин, 4 - ацетон, 5 - диметилформамид, 6 - формальдегид, 7 - ацетонитрил, 8 - хлороформ, 9 - бензол. Остальные обозначения те же, что на рис. 1.

танол. Аналогичную картину мы наблюдали при росте микрофлоры, адаптированной к гептанолу, на спиртах C_1-C_9 .

Таким образом, илы, адаптированные к одному классу соединений - спиртам, проявляют одинаковые физиологические свойства. Изоспирты могут служить источниками углерода для таких илов, но развитие на них менее интенсивно, чем на соответствующих первичных спиртах, и требует лаг-фазы.

Было выяснено также, что микроорганизмы, адаптированные к н-пропанолу ила, могут расти не только на алифатических спиртах, но и на ароматическом (бензиловом) спирте без предварительной адаптации.

В качестве источников углерода в среде микрофлорой ила могут использоваться не только одноатомные, двухатомные алифатические и ароматические спирты, но и трехатомный спирт (глицерин), а также некоторые соединения, относящиеся к другим классам (рис. 2). Исследования показали, что микроорганизмы, адаптированные к н-пропанолу, хорошо растут на феноле и глицерине, слабый рост отмечен на ацетоне. В присутствии диметилформамида и формальдегида слабый рост наблюдался лишь на 7-8-е сутки, ацетонитрил, бензол и хлороформ не используются биоценозом ила.

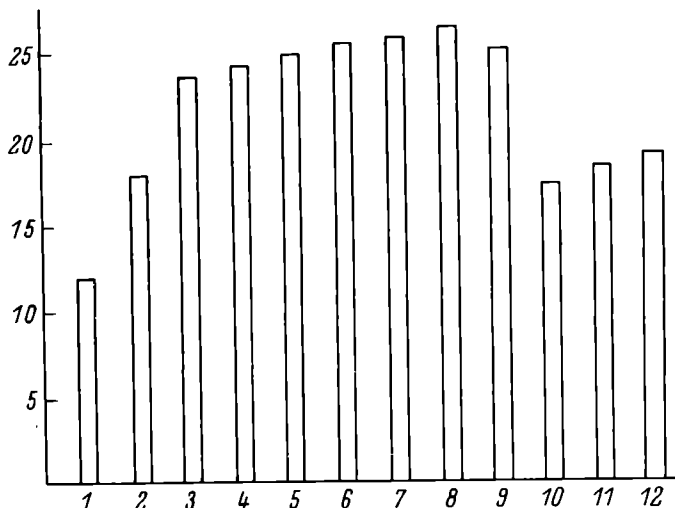


Рис. 3. Влияние спиртов C_1-C_9 на активность алкогольдегидрогеназы ила, адаптированного к н-пропанолу.

По оси ординат - активность алкогольдегидрогеназы (γ = формазана на 1 мг сухого веса ила); по оси абсцисс - 1 - контроль; спирты: 2 - метиловый, 3 - этиловый, 4 - нормальный пропиловый, 5 - нормальный бутиловый, 6 - гексиловый, 7 - гептиловый, 8 - октиловый, 9 - нониловый, 10 - изопропиловый, 11 - изобутиловый, 12 - бензиловый.

Микроорганизмы илов, адаптированных к гептанолу и н-пропанолу, обнаруживают сходные биохимические и физиологические свойства: способность метаболизма алифатических спиртов с разным молекулярным весом, трехатомного спирта-глицерина и фенола, слабый рост на ацетоне и формальдегиде. Установлено также, что молекулярный вес спирта оказывает влияние на активность алкогольдегидрогеназы ила (рис. 3).

Наименьшая активность ила при использовании в качестве субстратов нормальных алифатических спиртов отмечена на метаноле. Активность фермента возрастает с увеличением молекулярного веса до C_8 . На изоспиртах ферментная активность ниже, чем на соответствующих первичных спиртах.

Таким образом, микрофлора активного ила, адаптированная к н-пропанолу, способна использовать в качестве единственного источника углерода алифатические и ароматические спирты, а также глицерин, фенол, ацетон, формальдегид и диметилформамид.

Микроорганизмы илов, адаптированных к гептанолу и н-пропанолу, обнаруживают сходные биохимические и физиологические свой-

ства: способность метаболизировать алифатические спирты, глицерин, фенол, ацетон, давать незначительный рост на формальдегиде.

Активность алкогольдегидрогеназы возрастает с увеличением молекулярного веса спирта-субстрата до C_8 . На вторичных спиртах ферментативная активность ниже, чем на соответствующих первичных.

Л и т е р а т у р а

1. К а л м ы к о в а Г.Я., Л а з а р е в а И.Ф., Р о г о в с к а я Ц.И. Способность биоценоза ила и отдельных культур, адаптированных к гептанолу, развиваться на веществах, относящихся к различным классам соединений. – Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1975, № 28, с. 10-14.

ВодГЕО

Э.С. Б и к б у л а т о в,
Е.М. Б и к б у л а т о в а,
Е.Р. Г р и г о р ь е в а

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО ФОСФОРА ВО ВЗВЕШЕННОМ ВЕЩЕСТВЕ ПРИРОДНЫХ ВОД

Минеральные соединения фосфора, входящие в состав взвеси, такие как фосфаты кальция, железа и неорганические полифосфаты, легко подвергаются переводу в раствор действием на них сильных кислот, причем образуется единственная форма, удобная для аналитических определений – ортофосфат. Поэтому основной задачей при определении общего фосфора во взвеси считается достижение полноты разрушения органических фосфорсодержащих соединений до минеральных форм. Эта задача в практике гидрохимических исследований решена двумя принципиально различными путями. По первому методу выделенная взвесь при высокой температуре сплавляется со щелочными агентами, обычно с содой [4]. Из полученного сплава ортофосфаты после некоторого числа операций переводят в раствор и приводят к условиям, при которых обычно определяются ортофосфаты. Этот путь длителен и весьма трудоемок.

Второй путь – разрушение органических веществ при повышенной температуре сильными кислотами, такими как серная и хлорная. Полное окисление серной кислотой [2] достигается лишь через несколько часов, что существенно ограничивает применимость метода для серийных анализов. Окисление хлорной кислотой проходит при более мягких условиях, но метод все же обладает существен-

ными недостатками. Даже при работе с соединениями известного состава получаемые результаты ниже на 5–15%. Это объясняют образованием неконтролируемого количества неорганических полифосфатов в условиях окисления [5]. Последние не реагируют с молибдатом, поэтому в последующем не учитываются. Ниже мы излагаем методику разрушения органического вещества взвесей природных вод для определения общего фосфора, свободную от перечисленных недостатков.

Выделение взвеси производили из определенного объема пробы природной воды на мембранный фильтр № 2 с накладкой из двуокиси кремния по известной методике [3]. Размер пор фильтра 0.5 мкм. После высушивания в эксикаторе над серной кислотой накладку с абсорбированной на ней взвесью отделяли от тела фильтра и переносили в кварцевую пробирку объемом около 50 мл. Туда же вносили 0.5 мл разбавленной (1:1) серной кислоты, смачивали ею все частички взвеси и пробирку нагревали на кипящей водяной бане в течение 1–2 мин. При этом органическое вещество взвеси практически полностью переходит в раствор. Затем в пробирку вносили 0.5 г кристаллического персульфата калия и приливали приблизительно 20–25 мл дистиллированной воды. Приготовленную таким образом серию проб помещали в кипящую водяную баню на 1 ч. Бывший первоначально окрашенным раствор обесцвечивается за первые 10 мин, что косвенно свидетельствует о полностью прошедшем окислении органического вещества взвесей. Выдерживание проб на водяной бане сверх этого времени (до 1 ч) необходимо главным образом для полного разрушения избытка персульфата калия, который будет мешать дальнейшему проведению анализа.

Содержимое пробирки после окисления и предварительного охлаждения переносили в мерную колбу на 100 мл и доводили до метки дистиллированной водой. Затем кислотность среды приводили к 0.28 н по серной кислоте прибавлением 1.0 мл разбавленного (1 : 1) раствора H_2SO_4 . Приливали 0.5 мл 10%-го раствора молибдата аммония. После перемешивания и выдерживания в течение 2–3 мин в мерную колбу добавляли 4–5 капель раствора двуххлористого олова, стабилизированного сульфатом гидразина. Через 15 мин измеряли интенсивность образовавшейся „молибденовой сини“ на фотоэлектроколориметре ФЭК-М в 5-сантиметровых кюветах, используя красный светофильтр. Содержание фосфора в пробе находили по калибровочной кривой, построенной по стандартным растворам фосфата без обработки их персульфатом калия. В более ранней работе [1] было показано, что сульфат калия, образующийся после разложения персульфата, не влияет на интенсивность окраски „молибденовой сини“, поэтому использование такой калибровочной кривой вполне корректно. Параллельно в таких же образцах выделенной взвеси определяли общий фосфор после сжигания органического вещества серной кислотой по известному методу [2]. Полученные результаты (см. таблицу) достаточно хорошо согласуются между

Среднее из трех определений общего содержания фосфора во взвешенном веществе природных вод, мкг Р в пробе

Место отбора проб природной воды	Метод определения		Выход, %
	с H_2SO_4	с $K_2S_2O_8$	
Угличская ГЭС (26 У 1973)	32.0	38.0	119
То же (13 У1 1973)....	22.7	22.5	99
— (27 УII 1973) ...	21.4	21.5	100
р. Волга выше Калинина	12.0	14.0	116
р. Тверца	26.0	29.0	111
Иваньковское водохранилище у с. Городня	26.3	28.0	106
Верхний бьеф	12.8	13.3	104
Суспензия синезеленых водорос- лей	180	200	111

собой, что позволяет говорить о полноте выделения всех форм фосфора в условиях окисления персульфатом калия в раствор и переводе их в ортофосфат. Наблюдаемый в целом несколько повышенный выход фосфора при персульфатном методе может быть объяснен меньшими потерями фосфора при аналитических процедурах, чем при работе с серной кислотой. Для всех исследованных проб взвеси время полного окисления серной кислотой составило от 6 до 12 ч, в то время как по персульфатному методу всего 1 ч. Если есть возможность определять содержание общего фосфора во взвеси сразу после отбора проб, методика может быть несколько упрощена. Выделение взвеси можно производить прямо на мембранный фильтр (без нанесения на него двуокиси кремния) с размером по 0.5 мкм. Собранную взвесь вместе с еще влажным фильтром перенести в кварцевую пробирку и смочить 0.5 мл разбавленной (1 : 1) серной кислоты. Дальнейший ход анализа полностью повторяет таковой предыдущего варианта. Тело самого фильтра практически остается незатронутым, несмотря на то что оно достаточно долго находится в контакте с сильным окислителем. Сравнение обоих вариантов методики на одних и тех же образцах показало, что они приводят к одинаковым результатам.

Таким образом, разработанный метод окисления органического вещества взвеси в комбинации с использованным нами методом определения ортофосфатов может быть рекомендован для определения общего содержания фосфора во взвешенном веществе природных вод при серийных гидрохимических анализах. По-видимому, он может быть полезен и при анализе донных отложений и почв.

1. Б и к б у л а т о в Э.С. О методе определения общего содержания фосфора в природных водах. - Гидрохим. матер., 1974, т. 60, с. 167-173.
2. Б р у е в и ч С.В., К о с т р о м и н а А.А. Определение органического и минерального фосфора в природных водах. - Ж. прикладной химии, 1938, т. 11, вып. 4, с. 20-23.
3. Л а р и о н о в Ю.В., С к о п и н ц е в Б.А. Полное выделение органических взвесей из природных вод. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1973, № 19, с. 67-69.
4. S a m m e r s L.E., H a r r i s R.E., W i l l i a m s J.D.H., A r m s t r o n g D.E., S y e r s J.K. Determination of total organic phosphorus in lake sediments. - Limnol. a. Oceanogr., 1970, vol. 15, N 2, p. 301-304.
5. S t r i c k l a n d J.D.H., P a r s o n s T.K. A practical handbook of sea water analysis. Ottawa, 1968. 311 p.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

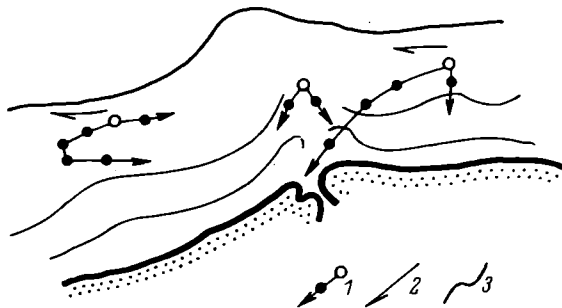
Л.К. М а л и н и н, А.Г. П о д д у б н ы й,
В.Л. Б а т у р и н

ОБ ОПЫТЕ МЕЧЕНИЯ БАЛТИЙСКОГО ЛОСОСЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫМИ ПЕРЕДАТЧИКАМИ

Для отработки способов применения ультразвуковых передатчиков при изучении перемещений рыб в морских условиях с судов типа МРТ или СРТ нами проведен ряд опытов по мечению балтийского лосося в Рижском заливе. Район работы был выбран с учетом сбора ориентировочных данных о способности лосося определять устье своей реки.

Для мечения из ловушек, поставленных в устье р. Даугавы, было отобрано 6 лососей размером 0,6-0,7 м. К месту выпуска рыбу перевозили в брезентовом садке с проточной водой.

Использовали ранее описанную телеметрическую аппаратуру „Пеленг“ [1] и новые варианты ультразвуковых передатчиков, разработанные и изготовленные опытным производством ФМИ АН УССР. Передатчики были выполнены в виде цилиндра с диаметром 2 и длиной 6 см. Дальность их действия варьировала от 1,5 до 2,5 км.



Движение лососей в предустьевой зоне р. Даугавы.

1 - место выпуска и путь рыбы, 2 - направление течений, 3 - изобаты.

Эти передатчики вводились рыбе в желудок с помощью тонкостенной трубки, внутренний диаметр которой был немногим больше диаметра передатчика. После мечения рыбу сразу же выпускали в водоем.

Выпуск рыбы производили в 3 точках: примерно в 10 км севернее (2 особи) и южнее (2 особи) устья Даугавы и в 3-4 км против устья.

Опыты показали, что с судна типа МРТ наблюдения за перемещениями меченых рыб с помощью приемной аппаратуры „Пеленг“ можно производить при волнении на море 1-3 балла. Важное значение при этом приобретает надежность крепления забортной приемной антенны.

В море точность определения координат меченой рыбы в основном определяется точностью пеленгации судна. В нашем случае судно пеленговали с помощью радиолокатора „Донец“ по береговым ориентирам. Это дает достаточную точность, приемлемую при длительном изучении перемещений рыб в море. Для выяснения местоположения меченой рыбы судно с аппаратурой приближалось к ней и делало вокруг нее циркуляцию радиусом примерно 50 м. За местоположение рыбы принимался участок водоема, ооконтуренный судном при циркуляции.

Результаты наблюдений за направлением движения лососей приведены на рисунке. У 4 особей определяли только направление их удаления от стоящего на якоре судна. Оно во всех случаях соответствовало стороне нахождения устья реки. Принимая, что период прослушивания сигнала с рыбы составлял 2-3,5 м, скорость удаления лососей от судна равнялась 0,4-1,2 км/ч.

За 2 лососями вели постоянные наблюдения соответственно в течение 16 и 5 ч. Один из них, выпущенный к югу от устья, первые 10 ч после выпуска плыл в противоположном от устья направлении, пройдя за это время путь около 2 км. Рыба, видимо,

дрейфовала в потоке воды, поскольку скорость и направление течения в этом месте соответствовали характеру движения рыбы. В полдень этот лосось сместился ближе к берегу и, повернув в обратную сторону, проплыл за 5 ч более 3 км в сторону устья реки.

Другой лосось, выпущенный севернее устья, уже через час после выпуска сначала медленно (за 2 ч он прошел около 3 км), а затем ускоренно поплыл к устью реки и через 5 ч 40 мин после выпуска вошел в него.

Измерения течений с помощью вертушки ВММ в местах выпуска показали, что они во время наших исследований доминировали в одном (южном и юго-западном) направлении и имели скорость до 0.2 м/с. Рельеф дна здесь относительно однородный, вариации глубин незначительные. Поэтому основными ориентирами, направляющими рыбу, были, видимо, химические градиенты, особенно солёности, которая постепенно уменьшается к устью реки.

Известно, что проходная рыба перед заходом с моря в реку длительное время задерживается в эстуарии или в предустьевом участке, перемещаясь в соответствии с приливно-отливными течениями [2]. Лосося для мечения были взяты как раз в районе верхней границы смешения пресных и солёных вод, т.е. они практически уже прошли зону смешения вод и им не требовалась задержка на взморье для физиологической адаптации к пресной воде. Этим, надо полагать, и объясняется столь быстрый выбор направления и ускоренное движение рыб к устью реки сразу после выпуска.

Л и т е р а т у р а

1. Поддубный А.Г., Малинин Л.К., Сви́рский А.М. Биотелеметрические методы исследования поведения рыб. - В кн.: Биологические продукционные процессы в бассейне р. Волги. Л., 1976, с. 171-181.
2. Groot C., Simpson K., Todd I., Murray P., Buxton G. Movements of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in the Skeena River estuary as revealed by ultrasonic tracking. - J. Fish. Res. Board Canada, 1975, vol. 32, N 2, p. 233-242.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР
БалтНИИРХ

К МОДЕЛИРОВАНИЮ ИЗМЕНЕНИЙ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ ФОРМИРУЮЩИХСЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Любая биологическая система обладает совокупностью параметров. Обозначая их набором чисел $x_1, x_2 \dots x_n$ можно с определенной точностью описать фиксированное состояние системы. При формировании биологических систем происходит последовательная смена состояний, т.е. параметры системы представляют собой функции времени $x_1(t), x_2(t) \dots x_n(t)$. Например, в процессе роста рыб изменяются длина туловища, вес, радиус чешуи и т.д., в процессе формирования водохранилища – численность отдельных видов растений и животных.

Для изучения этих изменений используются самые различные модели от словесного описания до математического анализа [4, 6 и др.]. При учете возможности неоднозначного протекания указанных процессов в присутствии статистического ансамбля наиболее адекватным из всех видов математического моделирования считается вероятностное описание [2–4 и др.]. Оно позволяет выявить статистическую структуру вариаций параметров, интерпретировать отдельные составляющие, произвести их увязку с изменением факторов среды, подойти к прогнозу дальнейшего течения процесса.

Иногда применения только методов статистики недостаточно ввиду того, что не очень четко вскрывается механизм моделируемой системы. Более полное описание можно получить, применяя добавочно и другой, довольно общий математический аппарат. Ниже рассматривается возможность использования теории колебаний [1, 7] на примере моделирования показателей темпа роста рыб и динамики их уловов.

Организм рыбы и экосистема водоема находятся под действием комплекса внешних и внутренних факторов – обобщенных сил. Вследствие их влияния в изменении многих параметров формирующихся систем наблюдаются общие черты: наличие колебаний разного рода, ограничение вариаций „сверху“ и „снизу“. Среднее течение характеризуется последовательно резким увеличением, непродолжительной стабилизацией, снижением и относительной стабилизацией [6, 8 и др.].

Считая, что обобщенная сила, возвращающая рассматриваемый показатель к положению равновесия, пропорциональна по величине отклонению от среднего значения x и обратна ему по знаку, получаем возможность использовать уравнение колебаний в линейной системе под действием внешней силы

$$f(t): \ddot{x} + 2\delta\dot{x} + \omega_0^2 x = f(t), \quad (1)$$

где \dot{x}, \ddot{x} – соответственно первая и вторая производные по времени, δ – степень демпферности (буферности) системы, ω_0 – так называемая собственная циклическая частота системы. Такая идеализация достаточно разумна, если в разложении в ряд Тейлора обобщенной силы, возвращающей x к положению равновесия, линейные члены сравнительно велики.

Рассматриваемые формирующиеся системы в определенный момент t_0 испытывают резкое изменение условий (например, заливание водохранилища), а формированию их физико-химической и биологической среды свойственна динамичность [5]. Поэтому обобщенную внешнюю силу можно представить в виде функции Хэвисайда, которая при $t > t_0$ имеет значение A , а при $t < t_0$ равна 0, и совокупности гармонических сил $\sum F_n \cos(p_n t + \varphi_n)$, где F_n, p_n, φ_n – соответственно амплитуда, частота и фаза n -й гармоники. Совокупность гармоник может включать в себя относительно строгие глобальные циклы изменения параметров внешней среды и случайные вариации.

Решение уравнения (1) записывается в виде суммы 2 членов $x(t) = y_1(t) + y_2(t)$, первый из которых представляет собой вынужденные колебания, второй – собственные колебания с частотой $\sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$. Вынужденные колебания происходят с частотой внеш-

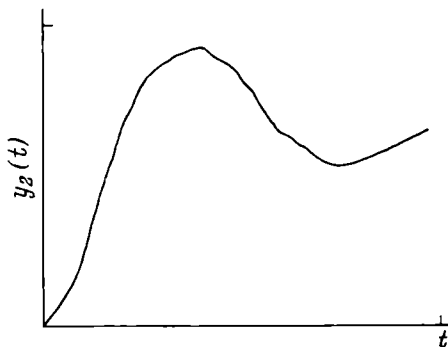
ней силы. Их амплитуда определяется параметрами системы и амплитудой внешней силы. К ним относятся колебания, период которых совпадает с периодами наиболее мощных вариаций факторов внешней среды, и случайные колебания, вызванные менее значимыми вариациями. В рамках этой модели внешнему воздействию, представляющему совокупность гармонических колебаний с определенными частотами, соответствует реакция системы, представляющая помимо собственных колебаний сумму гармоник с теми же частотами, но, разумеется, с другими амплитудами и фазами.

Собственные колебания, описываемые формулой

$$y_2(t) = \alpha [1 - b e^{-\delta t} \sin(\sqrt{\omega_0^2 - \delta^2} t + \varphi)],$$

совпадают по форме с изменениями средних значений темпа роста рыб и динамикой их уловов в формирующихся водохранилищах (см. рисунок). Подобрав определенным образом постоянные $\alpha, b, \delta, \varphi$, в ряде случаев можно установить и количественное соответствие между $y_2(t)$ и указанными тенденциями.

Частота собственных колебаний определяется параметрами самой системы, а амплитуда и фаза зависят от внешней силы и начальных условий. Относительно мощное начальное воздействие для этих формирующихся систем приводит к тому, что $y_2(t)$ некоторое время существенно сказывается на $x(t)$, так как $y_2(t)$ может быть в несколько раз больше $y_1(t)$. Следовательно, даже линейное приближение показывает, что начальный период форми-



Собственные колебания системы в линейном приближении.

По оси ординат – собственные колебания ($y_2(t)$); по оси абсцисс – время (t).

рования рассматриваемых систем сильно искажен собственными колебаниями, частота которых может не совпадать с частотой вынуждающей обобщенной внешней силы. Но с течением времени эти переходные процессы затухают.

Наличие собственных колебаний нужно особо учитывать при выявлении причинных зависимостей, в частности при определении степени значимости периодических обобщенных сил вариаций температуры, уровня и т.д. на разных стадиях формирования системы.

Л и т е р а т у р а

1. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. М., 1959. 435 с.
2. Гончаров А.И., Гордеев Н.А., Поддубный А.Г., Сметанин М.М. К статистическому анализу динамических процессов в водоеме. – Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1975, № 25, с. 46–49.
3. Гончаров А.И., Поддубный А.Г., Сметанин М.М. Опыт вероятностного анализа роста рыб. – В кн.: Количественные аспекты роста организмов. М., 1975, с. 217–222.
4. Меншуткин В.В. Математическое моделирование популяций и сообществ водных животных. Л., 1971. 196 с.
5. Поддубный А.Г. Экологическая топография популяций рыб в водохранилищах. Л., 1971. 312 с.

6. Р ы б и н с к о е в о д о х р а н и л и щ е и е г о ж и з н ь .
Л., 1972. 364 с.
7. С т р е л к о в С.П. Введение в теорию колебаний. М.,
1964. 437 с.
8. Т е р е щ е н к о К.К. Лещ Каспийско-Волжского района,
его промысел и биология. – Тр. Астраханск. ихтиол. лабор.,
1917, т. 4, вып. 2. 159 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ИНФОРМАЦИИ

Международное сотрудничество в области изучения геофизических процессов в озерах и водохранилищах (Н.В. Буторин)	3
Третья конференция молодых ученых (С.И. Генкал)	4

СООБЩЕНИЯ

В.И. Романенко, Н.П. Смирнов, Б.А. Флеров, В.Л. Кожара, Э.С. Бикбулатов. Численность, интенсивность дыхания и размножения бактерий и химический состав воды в подземных источниках Хазор-Чашма на Памире	5
Н.Ф. Аникушин. О структурной гетерогенности бесцветных свободноживущих жгутиконосцев подотряда <i>Bodonina</i> (Hollande, 1952)	10
Н.Ф. Аникушин, А.П. Мыльников. Влияние акрифлавина на ультраструктуру <i>Bodo caudatus</i> (Duj.) Stein (<i>Bodonina</i> Holl.)	12
С.И. Генкал. Основные элементы ультратонкого строения створок рода <i>Stephanodiscus</i> Ehr. (<i>Bacillariophyta</i>)	15
Э.Г. Добрынин. Первичная продукция в рапных водоемах Крыма	20
А.Г. Охупкин, Г.В. Кузьмин. Оценка сапробности Волжского плеса Рыбинского водохранилища по фитопланктону	24
В.Г. Девяткин. О зимнем микрофитобентосе Ивановского водохранилища в районе Конаковской ГРЭС	28

А.И. Б а к а н о в. Крупномасштабное распределение кормового бентоса в Волжском плесе Рыбинского водохранилища	32
В.И. М и т р о п о л ь с к и й. Состояние бентоса Горьковского водохранилища в 1971-1973 гг.	38
Ф.Д. М о р д у х а й-Б о л т о в с к о й. О бентосе Белого озера в 1973-1975 гг.	44
Л.Г. Б у т о р и н а. О <i>Polyphemus pediculus</i> (L.) из оз. Мичиган	48
О.Д. Ж а в о р о н к о в а. О вертикальном распределении <i>Bosmina longispina</i> и <i>B. coregoni</i>	52
Ю.А. Р у д я к о в. Скорость пассивного погружения <i>Leptodora kindti</i> в связи с явлением суточных вертикальных миграций	56
О.Г. Б о б р о в. К экологии ногохвосток (<i>Collembola</i>) сооружений биологической очистки сточных вод	58
В.Г. Г а г а р и н. К фауне нематод мелких водоемов Подмосковья	61
Р.А. Р о д о в а. Самки хирономид (<i>Diptera, Chironomidae</i>). XVIII	66
П.В. Т у з о в с к и й. Нимфа водяного клеща <i>Litarchna communis</i> Walter, 1925 (<i>Pontarachnidae, Acariformes</i>)	70
В.И. К и я ш к о. Суточный ритм питания и рацион ерша Рыбинского водохранилища	75
М.Б. В а й н ш т е й н. К энергетике бактериального окисления серы	78
Г.Я. К а л м ы к о в а, Ц.И. Р о г о в с к а я. Возможность окисления веществ, относящихся к различным классам соединений, активным илом, адаптированным к н-прспанолу	79
Э.С. Б и к б у л а т о в, Е.М. Б и к б у л а т о в а, Е.Р. Г р и г о р ь е в а. Определение содержания общего фосфора во взвешенном веществе природных вод	83
Л.К. М а л и н и н, А.Г. П о д д у б н ы й, В.Л. Б а т у р и н. Об опыте мечения балтийского лосося ультразвуковыми передатчиками	86
М.М. С м е т а н и н. К моделированию изменений некоторых параметров формирующихся биологических систем	89

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 38

Утверждено к печати

Институтом биологии внутренних вод Академии наук СССР

Редактор издательства Л.М. Маковская

Технический редактор Е.М. Кирилина

Корректор Ж.Д. Андропова

Подписано к печати 17.05.78. М-20469. Формат 60х90 1/16.
Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Печ. л. 6 = 6 усл. печ. л.
Уч.-изд. л. 6.15. Тираж 1400. Изд. № 6948. Тип. зак. № 426.
Цена 90 к.

Издательство „Наука“, Ленинградское отделение
199164, Ленинград, В-164, Менделеевская лин., 1

Ордена Трудового Красного Знамени
1-я типография издательства „Наука“
199034, Ленинград, В-34, 9 линия, 12