

06
ИБВВ

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

15

29.556-17

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ

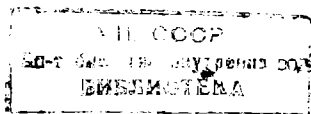
ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 15

24 536-77.



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Ленинград • 1972

Главный редактор
доктор биологических наук
Б. С. КУЗИН

Редактор издания
доктор биологических наук
Б. К. ШТЕГМАН

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 15

*Утверждено к печати
Институтом биологии внутренних вод
Академии наук СССР*

Редактор издательства *Л. М. Маковская*
Технический редактор *М. Э. Карлайтис*
Корректор *О. И. Иващенко*

Сдано в набор 29/XII 1971 г. Подписано к печати
19/IV 1972 г. Формат бумаги $60 \times 90 \frac{1}{16}$. Бумага
№ 1. Печ. л. 5=5 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 5.61.
Изд. № 5065. Тип. зак. № 753. М-09716.
Тираж 1100. Цена 39 коп.

Ленинградское отделение издательства «Наука»
199164. Ленинград, Менделеевская линия, д. 1

1-я тип. издательства «Наука»
199034, Ленинград, 9 линия, д. 12

О КООРДИНАЦИИ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО РАЗРАБОТКЕ РЫБОПРОПУСКНЫХ КОМПЛЕКСОВ ГИДРОУЗЛОВ

В марте 1971 г. в Институте биологии внутренних вод АН СССР состоялось координационное совещание по итогам первого этапа (1967—1970 гг.), а также обсуждалась программа научно-исследовательских работ (1971—1975 гг.) в области сооружения на речных гидроузлах СССР эффективных рыбопропускных и рыбозащитных комплексов.

О состоянии рассматриваемой проблемы и о результатах отечественных и зарубежных исследований сделали сообщения Б. С. Малеванчик и Г. И. Ряховская (Гидропроект им. С. Я. Жука), А. Г. Поддубный и Л. К. Малинин (Институт биологии внутренних вод АН СССР), Д. С. Павлов и В. В. Круминь (Институт морфологии животных АН СССР), Л. М. Нусенбаум (ГосНИОРХ МРХ СССР), А. Ш. Барекян и В. С. Карелин (Калининский политехнический институт), С. Н. Садин (Техрыбпром МРХ СССР). С информационными сообщениями выступили представители организаций, включившиеся в комплекс работ в 1971 г., В. К. Расщеперин (АзНИИРХ), В. И. Беляева (ЦНИОРХ), В. Н. Шкура (Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт) и др.

Участники совещания отметили необходимость скорейшего осуществления мероприятий по пропуску через плотины гидроузлов производителей ценных рыб к местам естественного размножения, по предотвращению гибели скатывающихся взрослых особей и молоди, по созданию эффективных средств защиты рыбы от засасывания в системы оросительных и промышленных водозаборов. Особо подчеркнута недопустимость ориентации рыбного хозяйства только на искусственное рыборазделение. Без естественного воспроизводства невозможно сохранить нужную для обеспечения нормальной жизнедеятельности возрастную структуру и разпокаченность нерестовых популяций. Участники совещания считают, что основная причина неудовлетворительной работы рыбопропускных и рыбозащитных сооруже-

Таблица 1

Прирост колоний бактерий на средах в зависимости от сроков инкубирования при 20° С

Станция	МПА				МПА/20			
	сутки				сутки			
	1	5	10	20	1	5	10	20

Рыбинское водохранилище

Мышкино	0	10	10	20	10	200	340	380
Васильки	200	200	210	300	1500	2800	2900	3300
Переборы	0	0	0	0	0	600	1100	1200
Пошехонье-Володарское	200	200	1900	2400	1100	10600	16700	37400
Всехсвятское	0	0	0	0	10	30	50	70
Затопленный г. Молога	0	0	0	10	0	20	830	1140
Весьегонское расширение, в центре	0	40	160	200	0	300	1500	2100
То же, у берега	0	400	400	500	0	1200	2500	2500
Брейтово	0	50	60	60	0	590	1470	1680
Ягорба	0	20	20	20	0	450	470	490
Мякса	0	40	60	70	0	1410	1680	1930
Залив Кондоша	0	300	300	300	0	400	1100	1400
Череповец	0	0	10	30	0	40	200	350
Наволоч	0	200	300	400	0	2700	3000	3400
Ручей у Борка Заповедного	0	80	80	80	0	1100	5400	8900

Шекснинское водохранилище

Нпловцы	0	200	200	300	0	580	1170	2010
Расширение возле Горца	0	710	1600	1650	0	3200	5300	5400
Устье Ковжи	0	30	90	90	0	0	110	580
Оз. Белое	0	40	140	160	0	0	500	800
Оз. Сиверское	0	30	60	80	0	120	480	920
Среднее	20	127	280	333	131	1317	2340	3797
В процентах к 20 суткам	3	38	84	100	3.5	35	62	100

Таблица 2

Количество колоний бактерий через 20 суток инкубации на разных средах

Станция	МПА	МПА/10	МПА/20	МПА/50	Агаризи- рованная вода	Агаризи- рованная вытяжка из ила	Агар с глюко- зой
Рыбинское водохранилище							
Мышкино	20	5000	380	1500	0	60	0
Васильки	300	5600	3300	1200	0	0	0
Переборы	0	1900	1200	260	15	70	20
Попехонье-Володар- ское	2400	52800	37400	6600	260	0	0
Всехсвятское	0	20	70	0	0	0	20
Затопленный г. Мо- лога	10	2600	1140	20	20	0	0
Весьегойское расши- рение:							
в центре	200	1200	2100	10	0	40	0
в заливе	500	2900	2500	460	320	680	10
Брейтово	60	740	1680	40	200	0	200
Ягорба	20	2020	490	300	0	300	0
Мякса	70	5110	1930	400	0	0	440
Залив Кондоша . . .	300	1200	1400	700	0	200	10
Череповец	30	300	350	40	20	0	0
Наволоч	400	1580	3400	0	2680	0	250
Ручей у Борка Запо- ведного	80	9600	8900	0	3060	0	0
Шекснинское водохранилище							
Ниловцы	300	2010	2010	0	0	100	0
Расширение возле Го- рец	1650	3500	5400	1600	300	100	0
Устье Ковжи	90	1450	580	0	600	170	0
Оз. Белое	160	400	800	200	10	0	0
Оз. Сиверское . . .	80	350	920	120	0	10	0
Среднее	333	5014	3797	722	374	86	47
В процентах к макси- мальной величине	6.6	100	75	14.4	7.5	1.7	0.9

Количество сапрофитов на разных средах, в процентах от прямого учета бактерий под микроскопом

Станция	Число бакте- рий по пря- мому счету (10 ⁶)	Процент сапрофитов от прямого счета						
		МПА	МПА/10	МПА/20	МПА/50	агаризи- рованная вода	агаризи- рованная вытяжка из ил.	агар с глюко- зой
Рыбинское водохранилище								
Мышкино	1.0	0.002	0.5	0.03	0.1	0	0.006	0
Васильки	2.0	0.014	0.25	0.15	0.05	0	0	0
Переборы	2.5	0	0.07	0.05	0.01	0.0006	0.002	0.0008
Пешехонье-Володар- ское	2.3	0.1	2.0	1.3	0.28	0.01	0	0
Всесвятское	0.8	0	0.002	0.008	0	0	0	0.002
Заопленный г. Мо- лога	1.2	0.008	0.22	0.09	0.002	0.002	0	0
Весьегонское распы- рение:								
в центре	0.8	0.02	0.1	0.2	0.001	0	0.005	0
у берега	1.3	0.03	0.22	0.19	0.03	0.02	0.05	0.007
Брейтово	1.2	0.005	0.06	0.14	0.003	0.01	0	0.04
Ягорба	1.7	0.001	0.11	0.03	0.02	0	0.02	0
Мякса	2.2	0.003	0.22	0.08	0.02	0	0	0.02
Залив Кондоша . . .	2.2	0.01	0.05	0.06	0.03	0	0.009	0
Череповец	1.7	0.001	0.01	0.01	0.002	0.001	0	0
Наволоч	2.5	0.01	0.06	0.14	0	0.1	0	0.01
Ручей у Борка Запо- ведного	2.4	0.003	0.4	0.38	0	0.12	0	
Шекснинское водохранилище								
Ниловцы	1.9	0.02	0.10	0.14	0	0	0.006	0
Расширение возле Го- реца	2.1	0.07	0.16	0.26	0.07	0.01	0.009	0
Устье Ковжи	2.4	0.003	0.06	0.02	0	0.02	0.007	0
Оз. Белое	1.7	0.008	0.02	0.04	0.01	0.0006	0	0
Оз. Сиверское	1.5	0.005	0.02	0.06	0.008	0	0.007	0
Среднее	100	0.015	0.231	0.167	0.031	0.015	0.006	0.002

колоний в пробах, где количество бактерий было максимальным. Наибольшее количество бактерий вырастает через 20 суток. Если количество бактерий, давших колонии через 20 суток, принять за 100%, то на 5-е сутки количество колоний равно 38% на МПА и 35% на МПА/20; на 10-е сутки — 84 и 62% соответственно. Инкубировать пробы больше 20 суток не имеет смысла, так как пластинка агара начинает подсыхать. Относительный темп роста бактерий на МПА выше, чем на МПА, разведенном в 20 раз. В итоге численность бактерий на МПА/20 в 11 раз больше, чем на стандартном.

Максимальное количество бактерий (табл. 2) вырастает на стандартном МПА, разведенном в 10 раз, как и по данным Ю. А. Горбенко (1961), полученным при учете численности сапрофитных бактерий в морской воде. На обедненной среде колонии бактерий мельче, более твердые по консистенции и чаще окрашены в желтые, коричневые и красные тона. Численность бактерий на МПА/10 на всех станциях в 15 раз больше, чем на стандартном. На МПА, разведенном в 50 раз, вырастает лишь в 2 раза больше колоний, чем на МПА. На остальных средах бактерий вырастает еще меньше.

В указанный период общая численность бактерий в среднем по всем станциям равна 1.8 млн в 1 мл воды с колебаниями от 0.8 до 2.5 млн. Количество сапрофитов, растущих на питательных средах, от общей численности составляет 0.015% на МПА, на МПА/10 — 0.231, на МПА/20 — 0.167%. Наименьшее количество бактерий по отношению к прямому счету выросло на агаризированной вытяжке из ила и на агаре с глюкозой — 0.006 и 0.002% соответственно (табл. 3).

Таким образом, на твердой среде, содержащей в 10 раз меньше питательных органических веществ, чем стандартная среда МПА, вырастает в 15 раз больше бактерий. По всей вероятности, для учета сапрофитных бактерий в водоемах можно рекомендовать среду МПА/10 с подсчетом колоний на 20-е сутки при температуре инкубирования около 20°C. Это дало бы, кроме того, значительную экономию в средствах, поскольку 1 кг сухого стандартного МПА стоит 120 р. Для сравнения же численности бактерий с прежними данными по численности можно принять коэффициент 15, по крайней мере для водоемов мезотрофного типа; в евтрофных и олиготрофных водоемах следует провести дополнительные исследования.

ЛИТЕРАТУРА

- Горбенко Ю. А. 1961. О наиболее благоприятном количестве «сухого питательного агара» в средах для культивирования морских гетеротрофных микроорганизмов. Микробиология, XXX, 1.
Разумов А. С. 1962. Микробный планктон воды. Тр. Всесоюз. гидробиол. общ. АН СССР, 12.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

ДЕЙСТВИЕ ФЕНОЛА НА РАЗЛИЧНЫЕ ШТАММЫ
ХЛОРЕЛЛЫ

В настоящей работе представлены данные, полученные при изучении действия фенола на фотосинтез различных штаммов хлореллы. Были выбраны штаммы, отличные по своей светочувствительности, по близкие по другим свойствам. Опытные культуры водорослей выращивались при одних и тех же условиях, а именно при температуре 28°С (постоянство температуры обеспечивалось циркуляцией воды через ультратермостат) на среде 0.5 Тамия с добавлением микроэлементов и комплекса $\text{FeSO}_4 + \text{ЕДТА}$. Определение скорости фотосинтеза проводилось методом Винклера. Продолжительность опытов 8 час.

Ранее обнаруженная зависимость между освещенностью опытных образцов водорослей и токсичностью фенола для штамма ДТ-3 *Chlorella pyrenoidosa* (Лукина, 1968, 1969) дала основание предположить существование связи между светочувствительностью и отношением к фенолу как к токсиканту и у других штаммов. Для проверки этого предположения были взяты три штамма с разной светочувствительностью — Х-25, ДТ-3, ОГ-40 (штаммы расположены в порядке уменьшения их светочувствительности).

Штамм Х-25 *Chlorella vulgaris* выделен из озера Кольского полуострова, где минеральный остаток составлял 100 мг/л. Оптимальная температура для этого штамма 34°, минимальная 12—14°, световой оптимум при температуре 34° составляет 104 тыс. эрг/см²·сек. Длительность световой стадии при оптимальной температуре 14 час., темновой — 10 час. При экстремальных условиях обмен водорослей изменяется в сторону накопления углеводов.

Штамм ДТ-3 *Chlorella pyrenoidosa* выделен из горячего источника Средней Азии с минеральным остатком 200 мг/л. Оптимальная температура 37—38°, минимальная 16—20°, световой оптимум при оптимальной температуре 140 тыс. эрг/см²·сек. Длительность световой стадии при оптимальной температуре 18 час., темновой — 10 час. При экстремальных условиях обмен углеродный.

Штамм ОГ-40 *Chlorella pyrenoidosa* выделен из горячего источника Средней Азии, где минеральный остаток составлял 150—200 мг/л. Оптимальные и минимальные температуры те же, что и для штамма ДТ-3. Световой оптимум при оптимальной температуре 185—200 тыс. эрг/см²·сек. Длительность световой и темновой стадий та же, что и для штамма ДТ-3. При неблагоприятных условиях накапливает углеводы.

Скорость фотосинтеза данных штаммов хлореллы определялась при освещенности 48 тыс. эрг/см²·сек., а также в точках Iк, которые определяются пересечением восходящей и липнейной ветвей световой кривой. Для определения положения точек Iк (точки на кривых) построены световые кривые исследуемых штаммов (рис. 1). Освещенность точек Iк для штамма X-25 30 тыс. эрг/см²·сек., для ДТ-3 — 48 тыс. эрг/см²·сек., для ОГ-40 — 74 тыс. эрг/см²·сек. Освещенность 48 тыс. эрг/см²·сек. для X-25 соответствует световому насыщению и лежит на липнейной ветви световой кривой, для ДТ-3 она соответствует точке перегиба, а для ОГ-40 это тенасущающая интенсивность, соответствующая одному из положений восходящей ветви световой кривой.

Опыты показали, что штаммы, различающиеся светочувствительностью, отличаются по своей чувствительности к действию фенола как токсиканта (рис. 2, а, б). Наиболее чувствительным как к свету, так и к фенолу оказался штамм X-25, у которого полное подавление фото-

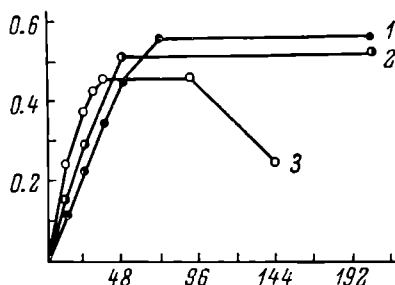


Рис. 1. Световые кривые различных штаммов хлореллы.

1 — ОГ-40, 2 — ДТ-3, 3 — X-25.
По оси ординат — скорость фотосинтеза, мг О₂/мг сухого вещества в час; по оси абсцисс — освещенность, тыс. эрг/см²·сек.

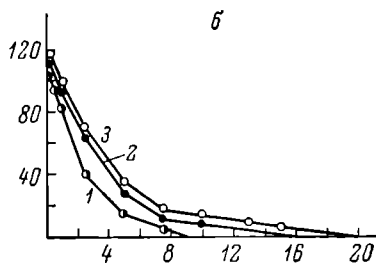
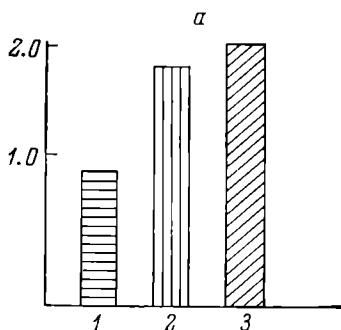


Рис. 2. Устойчивость фотосинтеза различных штаммов хлореллы к фенольному воздействию при одной и той же освещенности (48 тыс. эрг/см²·сек.).

а: 1 — X-25, 2 — ДТ-3, 3 — ОГ-40. По оси ординат — концентрация фенола, г/л.

б: 1 — X-25, 2 — ДТ-3, 3 — ОГ-40. По оси ординат — процент фотосинтеза по отношению к контролю; по оси абсцисс — концентрация фенола в 10⁻¹ г/л.

синтеза наблюдалось при концентрации фенола 900 мг/л, а для наименее светочувствительного штамма ОГ-40 при тех же условиях концентрация фенола, полностью подавляющая фотосинтез, была равной 2000 мг/л. Промежуточное положение как по светочувствительности, так и по устойчивости к фенолу занял штамм ДТ-3. Таким образом, установлена прямая зависимость между

светочувствительностью и отношением к токсическому действию фенола.

Поскольку токсичность фенола для водорослей оказалась связанной со светочувствительностью, определение токсического действия при освещенностях, соответствующих положению точек I_k , как бы исключает зависимость действия фенола от света, так как при этих освещенностях напряженность всех реакций, происходящих внутри каждой клетки, имеет одну и ту же величину. Опыты показали, что при таких освещенностях концентрация фенола, полностью подавляющая фотосинтез, была одной и той же для всех трех штаммов

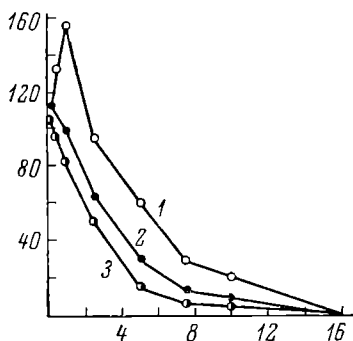


Рис. 3. Действие фенола на фотосинтез трех штаммов хлореллы при освещенностях, соответствующих точкам.

1 — ОГ-40, 2 — ДТ-3, 3 — Х-25. По оси ординат — процент фотосинтеза по отношению к контролю; по оси абсцисс — концентрация фенола в 10^{-1} г/л.

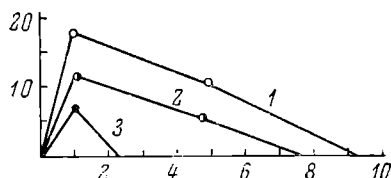


Рис. 4. Стимулирующее действие фенола на фотосинтез различных штаммов хлореллы.

1 — ОГ-40, 2 — ДТ-3, 3 — Х-25. По оси ординат — процент фотосинтеза по отношению к контролю; по оси абсцисс — концентрация фенола в 10^{-2} г/л.

и равнялась 1600 мг/л, чем еще раз подтверждается наличие связи между реакцией водорослей на изменение этих двух факторов.

Степень токсичности одной и той же концентрации для разных штаммов была несколько отличной (рис. 3); различная по величине, но одинаковая по направленности реакций водорослей на фенольное воздействие она может быть объяснена разным количественным содержанием карбоксилирующих ферментов. вследствие чего должна наблюдаться разная степень торможения фотосинтеза при одинаковых условиях, что имело место в данных опытах.

Помимо токсического действия, фенол в малых концентрациях вызывал стимуляцию фотосинтеза. Величина этого действия была различной для трех исследованных штаммов хлореллы и подтверждала наличие связи между светочувствительностью и чувствительностью к фенолу. Стимулирующее действие при данных условиях (освещенность 48 тыс. эрг/см²·сек.) было меньшим для Х-25 и большим для ОГ-40; при этом кон-

центрации, вызывающие максимальный стимулирующий эффект, изменялись от штамма к штамму (рис. 4). Результаты опытов показывают, что относительная величина стимулирующего эффекта обратна светочувствительности, а величина концентрации, вызывающей этот эффект, прямо зависит от отношения водорослей к свету.

Итак, разные штаммы хлореллы, отличные по своей светочувствительности, имеют различную устойчивость к фенолу.

Изученные штаммы хлореллы обладают одинаковой устойчивостью к фенолу в точках I_k , т. е. при одинаковой напряженности физиологических процессов.

Стимулирующее действие фенола на фотосинтез хлореллы также зависит от светочувствительности клеток.

ЛИТЕРАТУРА

- Лукина Г. А. 1968. Действие фенола на фотосинтез и дыхание хлореллы. Тез. докл. на Всесоюз. конф. по вопросам водной токсикол., изд. «Наука», М.
- Лукина Г. А. 1969. Действие фенола на фотосинтез и дыхание хлореллы. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 19 (22).

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

И. В. Довбня

СОДЕРЖАНИЕ ЗОЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРИБРЕЖНО-ВОДНЫХ И ВОДНЫХ РАСТЕНИЯХ ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Прибрежная и водная растительность имеет большое значение в балансе органических и минеральных веществ некоторых водохранилищ. Однако данных о химическом составе водных растений еще недостаточно (Захаренкова, 1961; Раслопов, 1968; Корелякова, 1970).

Нами проанализировано 60 проб 22 видов растений, которые составляют основную часть высшей водной растительности Горьковского водохранилища. Определена зольность этих видов, вычислен процент органического вещества в них и определено содержание Na и K в золе. Озоление растительного материала производилось сухим способом в муфельной печи при 400—450°С. Содержание Na и K в золе определялось методом пламенной фотометрии.

Как видно из табл. 1, величины содержания золы у различных групп растений колеблются в широких пределах. Наименьшую зольность имеют растения влажных местообитаний (в среднем 6% от абсолютно сухого веса). Колебания внутри группы незначительны. Наименьшая зольность у осоки пузырча-

Таблица 1

Содержание минеральной фракции в различных группах водных растений Горьковского водохранилища (в процентах на сухое вещество)

Вид	Средняя зольность	
	для вида	для группы
Растения влажных местообитаний		
<i>Carex acuta</i>	6.0	6.0
<i>C. riparia</i>	5.5	
<i>C. rostrata</i>	7.6	
<i>C. vesicaria</i>	5.0	
<i>Glyceria maxima</i>	6.0	
Полупогруженные растения		
<i>Butomus umbellatus</i>	17.0	12.3
<i>Calla palustris</i>	12.0	
<i>Equisetum fluviatile</i>	14.6	
<i>Iris pseudacorus</i>	12.5	
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	21.0	
<i>Scirpus lacustris</i>	6.3	
<i>Phragmites communis</i>	8.6	
<i>Typha angustifolia</i>	6.3	
Растения с плавающими листьями		
<i>Polygonum amphibium</i>	9.0	15.1
<i>Potamogeton natans</i>	14.5	
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	22.0	
Погруженные растения		
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	19.6	21.0
<i>P. pectinatus</i>	20.6	
<i>P. lucens</i>	16.0	
<i>Stratiotes aloides</i>	21.3	
<i>Ceratophyllum demersum</i>	26.6	

Таблица 2

Сравнение зольности высших водных растений Горьковского водохранилища с другими водоемами

Вид	Горьковское водохранилище	Ладожское озеро (Распонов, 1968)	Киевское водохранилище (Кореликова, 1970)	Иваньковское водохранилище (Экзерцис, 1958)	Нарочанское озеро (Захаренкова, 1961)
<i>Equisetum fluviatile</i>	15.0	14.6	—	11.4	13.9
<i>Phragmites communis</i>	8.6	7.3	6.3	4.8	13.0
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	19.6	16.2	10.5	17.5	12.9
<i>P. lucens</i>	16.0	—	24.0	19.5	18.6
<i>Scirpus lacustris</i>	6.3	6.3	—	—	7.9
<i>Potamogeton pectinatus</i>	18.0	—	—	12.9	13.8
<i>Stratiotes aloides</i>	21.0	19.2	13.0	22.1	15.4

той (5.0%), наибольшая у осоки вздутой (7.6%). Минеральная фракция группы полупогруженных растений и растений с плавающими листьями выше. Для них характерно умеренное содержание золы (в среднем по группам 12.3 и 15.1%). Колебания внутри групп более значительны. Минимальная зольность у рогоза узколистного (6.3%), максимальная — у сусака зонтичного (17%). Средняя зольность у растений с плавающими листьями выше, чем у предыдущей группы. Наименьшая минеральная фракция у горца земноводного, однако этот вид по своей биологии близок к растениям влажных местообитаний и отнесен к данной группе довольно условно. Максимальная зольность у типичного плавающего растения с плавающими листьями водокраса. Наконец, наиболее высокое содержание зольных веществ у погруженных растений: в среднем по группе 21%, а у роголистника достигает 26.6%. Таким образом, наблюдается тенденция повышения зольности в направлении от группы растений влажных местообитаний к группе погруженных видов. Подобную же закономерность отмечает И. Л. Кореякова (1970) и для растений Киевского водохранилища.

При сравнении полученных данных с результатами анализов тех же растений, взятых с других водоемов (табл. 2), можно отметить, что колебания содержания зольной фракции у большинства видов незначительны. И, вероятно, соотношение органической и зольной фракций у водных растений в большей степени определяется их биологией, чем типом водоема.

Наибольшее расхождение в результатах наблюдается у телореза и рдестов. Это расхождение, возможно, объясняется различной методикой взятия проб для анализа. Именно у этих растений отмечается интенсивное отложение солей кальция на поверхности листьев. Способ подготовки образца к анализу может повлиять на результат.

При анализе количества Na и K в прибрежно-водных растениях Горьковского водохранилища (табл. 3) видно, что содержание Na в золе всех четырех групп растений значительно изменяется. Самое меньшее количество Na имеют растения влажных местообитаний, заметно выше — в группе погруженных, самое большое — в группах полупогруженных и плавающих растений. Наивысший процент Na в золе стрелолиста (6.5%) из группы полупогруженных и в золе водокраса (6%) из группы растений с плавающими листьями.

В исследуемых нами растениях K в несколько раз больше, чем Na. Самое малое количество K обнаружено в группе погруженных растений, несколько больше его в золе растений с плавающими листьями, еще больше у растений влажных местообитаний. Самой богатой по содержанию K является группа полупогруженных растений, где количество его у белокрыльника и камыша озерного достигает 30% веса золы.

Содержание Na и K в минеральной фракции выспших растений
Горьковского водохранилища

Вид	Na		K	
	процент абсолютно сухого вещества	процент золы	процент абсолютно сухого вещества	процент золы
Растения влажных местообитаний				
<i>Carex acuta</i>	0.06	1.0	1.1	19.5
<i>C. vesicaria</i>	0.05	1.1	1.1	22.8
<i>C. riparia</i>	0.06	1.2	1.1	20.0
<i>C. rostrata</i>	0.08	1.1	1.6	22.0
<i>Glyceria maxima</i>	0.09	1.3	1.1	28.4
Полупогруженные растения				
<i>Butomus umbellatus</i>	0.90	5.3	3.7	22.0
<i>Calla palustris</i>	0.31	2.3	4.0	30.5
<i>Equisetum fluviatile</i>	0.83	5.4	2.2	14.8
<i>Iris pseudacorus</i>	0.22	1.7	3.7	28.5
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	1.36	6.5	1.5	23.2
<i>Scirpus lacustris</i>	0.34	5.6	1.8	30.7
<i>Zizania aquatica</i>	0.36	3.2	2.7	24.3
Растения с плавающими листьями				
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	1.32	6.0	2.5	11.4
<i>Polygonum amphibium</i>	0.31	3.4	1.7	19.3
<i>Potamogeton natans</i>	0.70	4.8	2.7	18.5
Погруженные растения				
<i>Ceratophyllum demersum</i>	0.37	1.4	2.9	5.9
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	0.47	2.4	2.2	11.4
<i>P. pectinatus</i>	1.12	5.4	2.9	16.3
<i>P. lucens</i>	0.66	4.1	1.3	8.6
<i>Stratiotes aloides</i>	0.21	1.0	3.3	16.5

ЛИТЕРАТУРА

- Захаренкова Г. Ф. 1961. Характеристика химического состава продукции макрофитов Нарочанских озер. В кн.: Первичная продукция морей и внутренних вод. Минск.
- Корелякова И. Л. 1970. Химический состав высшей водной растительности Киевского водохранилища. Гидробиол. журн., 6, 5.
- Распонов И. М. 1968. Высшая водная растительность Ладожского озера. В сб.: Растительные ресурсы Ладожского озера, Изд. Ленингр. ун-в.
- Экзерцев В. А. 1958. Продукция прибрежно-водной растительности Иваньковского водохранилища. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 1.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

**ВОДНАЯ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ
ВОДОХРАНИЛИЩА-ОХЛАДИТЕЛЯ
ГОГРЭС им. А. В. ВИНТЕРА**

Водохранилище-охладитель ГогРЭС им. А. В. Винтера создано в 1925—1930 гг. на месте болотистой речки Железницы. Это водоем с оборотной системой, его площадь около 200 га, длина до 15 км.

В 1968—1969 гг., занимаясь изучением флоры и растительности водоемов Горьковской обл., мы провели геоботаническое обследование водохранилища-охладителя ГогРЭС. По морфометрии водоем делится на две части: расширенную — озерную и суженную — речную. Озерная часть имеет ширину более 500 м и длину до 4 км. Поперечные дамбы с небольшими проходами для воды делят эту часть водохранилища на три отсека. Наибольшая по длине речная часть представлена узким каналом, преобладающая ширина которого 15—20 м. Глубина всего водоема не превышает 3—3.5 м. Прозрачность воды на различных участках от 0.24 м до полной; рН 5.5—7.3.

Водохранилище не замерзает: зимой температура воды на поверхности не опускается ниже 4—5° С; в период с мая по сентябрь в районе водосброса она колеблется от 25 до 37°. Скорость водообмена около суток. Рельеф дна озерной части — плоская котловина, в речной части дно неровное благодаря периодическому углублению русла земснарядом. Грунт дна и берегов песчаный, со слоем ила или заторфованный.

В распределении растительности всего водоема заметна поясность. В озерной части вследствие волнобоя местами узок и разорван пояс нимфеид, в речной части, характеризующейся крутыми берегами, резко сужены заросли воздушно-водных растений. Для озерной части водохранилища характерны следующие пояса.

1. Пояс осоки береговой (*Carex riparia*) и щучки (*Deschampsia caespitosa*) по левому берегу третьего отсека достигает ширины 200 м. Растительность имеет комплексное распределение: осока занимает заторфованные переувлажненные грунты, щучка — более дренированные места. Встречаются заросли ивы пепельной (*Salix cinerea*), а также сообщества камыша лесного (*Scirpus sylvaticus*) и осоки вздутой (*Carex rostrata*). Травостой всех сообществ достигает высоты 80 см (проективное покрытие — 80%), содержит большое число мезофильных луговых видов и используется под сенокос и выпас.

2. Пояс осоки острой (*Carex acuta*), шириной не более 0.5—2 м, часто занимает обрывающуюся уступом кромку берега у самой воды. Местами присутствует древесный ярус из

ольхи (ассоциация *Alnus glutinosa* + *Carex acuta*). На пологих берегах среди осоки разбросаны пятна ситника нитевидного (*Juncus filiformis*) и леерсии рисовидной (*Leeria oryzoides*).

3. Пояс тростника (*Phragmites communis*) и рогозов (*Typha* sp.) хорошо выражен по всему левобережью, а также вдоль дамб. Он идет на глубину 1—1.5 м, достигая местами ширины 80 м. Мощные стебли тростника и рогозов имеют высоту 2.5—2.75 м. Виды рогоза образуют смешанные заросли, по встречаются также ассоциации рогоза широколистного (*Typha latifolia*) и рогоза узколистного (*T. angustifolia*). Сообщества тростника и рогозов отличаются необычайной видовой насыщенностью, многоярусностью и высоким проективным покрытием (более 80%). Кроме большого числа амфибийных видов, на поверхности воды характерны многокоренник (*Spirodela polyrrhiza*), ряска малая (*Lemna minor*) и водокрас (*Hydrocharis morsus-ranae*); в толще воды присутствуют почти все виды погруженных гидрофитов, встречающиеся в водоеме. В «окнах» на поверхности воды — пятна кубышки (*Nuphar lutea*) и рдеста плавающего (*Potamogeton natans*).

Гидрофиты, особенно валлиснерия (*Vallisneria spiralis*) и роголистник (*Ceratophyllum demersum*), обильно обрастают водорослями (*Oedogonium* sp. и *Melosira* sp.), на которых в свою очередь селятся другие эпифитные водоросли (*Gomphonema* sp.).

Встречаются фрагменты зарослей сусака зонтичного (*Butomus umbellatus*), стрелолиста обыкновенного (*Sagittaria sagittifolia*), ежеголовника прямого (*Sparganium erectum*), ситняга болотного (*Eleocharis palustris*), омежника водного (*Oenanthe aquatica*), камыша озерного (*Scirpus lacustris*).

На местах, свободных от зарослей гелофитов, на глубине 10—15 см, на песчано-илистом грунте типичны куртинки паяды малой (*Najas minor*).

4. Пояс кубышки и рдеста плавающего приурочен к местам, защищенным от волнобоя и часто прижат к зарослям тростника и рогозов. Он имеет ширину от 1—2 до 70 м и занимает глубины до 2 м. Кубышка и рдест чаще растут раздельно, образуя ассоциации с подводным ярусом из валлиснерии, роголистника, нителлы (*Nitella* sp.). В сообществах кубышки встречается примесь кувшинки чистобелой (*Nymphaea candida*). Проективное покрытие всех сообществ более 80%.

5. Пояс погруженных гидрофитов образует подводные луга по всему открытому плесу водоема. Растительность мозаичного характера: без видимой закономерности чередуются сообщества валлиснерии, роголистника, рдеста блестящего (*Potamogeton lucens*). Во всех ассоциациях типична нителла. Встречаются пятна рдеста гребенчатого (*Potamogeton pectinatus*), элодеи (*Elodea canadensis*). Все виды растений обильно обрастают водорослями:

на талломах нителлы часто встречаются прикрепленные к ним личинки дрейссены.

В речной части поясность растительности имеет несколько иной характер.

1. Осока острая, образующая пояс шириной 0.5—1 м. Местами среди осоки острой разбросаны пятна осок сероватой (*Carex canescens*) и вздутой, камыша лесного, леерсии рисовидной, горца перечного (*Polygonum hydropiper*), череды трехраздельной (*Bidens tripartita*). Вдоль русла встречаются ольха клейкая и ивняки (ассоциация *Salix cinerea* + *S. triandra*).

2. Пятнистые заросли воздушно-водных растений, где преобладают сообщества камыша укореняющегося (*Scirpus radicans*), тростника и рогоза широколистного. Менее распространены сообщества рогоза узколистного, сусака зонтичного, частухи подорожниковой (*Alisma plantago-aquatica*), хвоща приречного (*Equisetum fluviatile*), ситника болотного, стрелолиста обыкновенного, манника наплывающего (*Glyceria fluitans*), камыша озерного.

3. Рдест плавающий, занимающий вблизи сброса теплых вод всю водную поверхность канала, с проективным покрытием до 90%. Местами встречаются пятна кубышки.

4. Мозаичные сообщества роголистника и валлиснерии в центральной части русла. Валлиснерия дает сообщества с проективным покрытием более 90%. Среди валлиснерии и роголистника разбросаны фрагменты зарослей рдеста гребенчатого и элодеи.

Всего на водохранилище установлено 33 основных формаций растительности. Более разнообразна воздушно-водная (13 формаций) и влаголюбивая растительность (12 формаций), но по занимаемой площади на первом месте стоит водная растительность. Водная и прибрежная растительность в период максимального развития покрывает до 70% площади водоема.

В озерной части в первом и втором отсеках господствуют формации валлиснерии, роголистника, тростника и рогозов: в третьем отсеке — формации валлиснерии, рдеста блестящего, тростника и рогозов. В речной части преобладают формации рдеста плавающего, валлиснерии, камыша укореняющегося, тростника и рогоза широколистного.

Повышенная термика водохранилища, увеличивающая период вегетации до 9—12 месяцев, небольшая глубина, слабое течение и другие факторы способствуют созданию сообществами водных и прибрежных растений высокой продукции (см. таблицу). Продуктивность некоторых аналогичных сообществ, например Горьковского водохранилища (наши данные), ниже, чем водоема-охладителя. Наибольшую фитомассу на единицу площади создают сообщества воздушно-водного высокотравья. Довольно значительна биомасса господствующих сообществ настоящих водных растений.

Продукция водной и прибрежно-водной растительности водохранилища-охладителя ГоГРЭС и Горьковского водохранилища (воздушно-сухой вес в г/м²)

Растительное сообщество	Водохранилище ГоГРЭС			Горьковское водохранилище, 1934 г.
	1939 г.	озерная часть, 1969 г.	речная часть, 1964 г.	
<i>Leersia oryzoides</i>	—	—	313	—
<i>Phragmites communis</i>	—	1733	1167	720
<i>P. communis</i> + <i>Typha latifolia</i>	—	2400	—	—
<i>Carex acuta</i>	—	893	—	627
<i>C. canescens</i>	—	—	187	220
<i>C. rostrata</i>	—	800	—	365
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	—	—	259	327
<i>Butomus umbellatus</i>	—	—	834	108
<i>Ceratophyllum demersum</i> (на глубине 1 м)	1700	366	407	—
<i>C. demersum</i> (на глубине 1,5 м)	240	—	—	—
<i>Elodea canadensis</i>	1860	653	—	405
<i>Nuphar lutea</i>	—	973	—	—
<i>N. lutea</i> + <i>Potamogeton natans</i>	—	1202	—	—
<i>N. lutea</i> + <i>Vallisneria spiralis</i>	—	913	—	—
<i>Potamogeton natans</i>	—	866	449	—
<i>P. natans</i> + <i>Ceratophyllum demersum</i>	—	—	607	—
<i>P. natans</i> + <i>Vallisneria spiralis</i>	—	483	699	—
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	—	300	266	304
<i>Scirpus lacustris</i>	—	933	—	133
<i>S. radicans</i>	—	—	836	332
<i>Typha angustifolia</i>	—	2066	1770	—
<i>T. angustifolia</i> + <i>Phragmites communis</i>	—	2534	—	—
<i>T. latifolia</i>	11500	3033	1490	1456
<i>Vallisneria spiralis</i>	—	600	330	—
<i>V. spiralis</i> + <i>Ceratophyllum demersum</i>	—	1127	—	—

Заращение водохранилища в 1934—1937 гг. изучала Р. М. Павлинова (1939); ее данные по фитомассе для некоторых сообществ выше полученных нами. Возможно, это связано с частым нарушением зарослей макрофитов при дноуглублении.

Более чем за 30-летний период произошли изменения в размещении и характере господствующей растительности. В настоящее время наиболее типична во всем водоеме формация валлиснерии. Это термофильное растение появилось позднее и попало в водоем, вероятно, из аквариума. Естественный ареал валлиснерии в нашей стране занимает южные районы (Флора СССР, 1934). Балахнинское водохранилище — единственное место обитания этого растения в Горьковской обл. и, видимо, в средней полосе европейской части СССР.

Интенсивное заращение водохранилища затрудняет его эксплуатацию, поэтому целесообразны опыты ГоГРЭС по акклиматизации в водоем белого амура.

- Павлинова Р. М. 1939. К вопросу о зарастании водохранилищ на примере водохранилища Горьковской энергетической областной станции. Бюлл. МОИП, Отд. биол., XLVIII, 4.
Флора СССР. 1934. Том I. Изд. АН СССР, Л.

Горьковский государственный университет
им. Н. И. Лобачевского.

Л. М. Семенова

ТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ФЕНОЛА НА ЗООПЛАНКТОН В САДКАХ

В Институте биологии внутренних вод АН СССР в течение нескольких лет ведутся комплексные исследования хронического воздействия фенола на жизнедеятельность водных организмов и гидрохимический режим экспериментальных водоемов. Цель настоящей работы — проследить за изменениями качественного и количественного состава зоопланктона подопытных водоемов.

Опыты проводились в 4 железобетонных садках (3 фенольных и 1 контрольный) емкостью 20 м³ с непроточной водой. В садок № 1, помимо фенола, регулярно добавлялась суспензия специфических высокоактивных культур фенолразрушающих бактерий; в садок № 2 вносились те же культуры бактерий, но предварительно убитые нагреванием; в садок № 3 — только чистый фенол; садок № 4 — контрольный. Фенол вносился ежедневно из расчета 1 мг/л. Пробы отбирались еженедельно по 10 л из каждого садка и обрабатывались обычным счетным методом.

Количественный состав планктона во всех садках перед внесением в них фенола был одинаковым. Высокой численности достигали коловратки, особенно виды родов *Keratella*, *Euchlanis*, *Filinia*, *Conochilus*. Ветвистоусые были представлены одним массовым видом *Bosmina longirostris*. Веслоногих рачков почти не было. Качественное изменение зоопланктона произошло уже через три недели после внесения в них фенола. В контрольном садке № 4 вслед за вспышкой коловраток происходило массовое развитие ветвистоусых: *Bosmina longirostris*, *Daphnia longispina*, *D. cucullata*, *Scapholeberis mucronata*, *Polyphemus pediculus*. В фенольных садках ветвистоусые практически отсутствовали, коловраток было очень много. В августе в садках №№ 2 и 3 видовой состав ограничивался одним видом — *Moina rectirostris* (см. таблицу). Изменился и видовой состав коловраток. Появились виды родов *Brachionus*, *Trichocerca*, *Hexarthra*, *Polyarthra*, *Asplanchna*.

Видовой состав зоопланктона в садках, %

Cladocera	Июнь				Июль			
	номера садков							
	1	2	3	4	1	2	3	4
Bosmina	96	98	86	90	96	59	13	—
Daphnia	—	—	—	—	—	—	—	41
Polyphemus	—	—	—	—	—	25	—	41
Scapholeberis	—	—	—	—	—	—	—	10
Moina	—	—	—	—	—	16	65	—

Продолжение

<i>Cladocera</i>	Август				Сентябрь				Октябрь			
	номера садков											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Bosmina</i>	—	—	—	—	—	—	13	—	—	17	—	15
<i>Daphnia</i>	—	10	—	43	—	—	—	81	—	17	100	76
<i>Polyphemus</i>	—	—	—	16	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Scapholeberis</i>	—	—	10	36	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Moina</i>	—	75	79	—	—	98	79	—	—	46	—	—

Веслоногие рачки сохранились только в контроле и в садке № 2. В садке № 1 ветвистоусые исчезли совсем. Их сменил планктон коловраточный, а затем копеподный.

Таким образом, состав зоопланктона в опытных садках значительно беднее, чем в контрольном.

Количественный состав планктона

Первая весенняя вспышка зоопланктона во всех пробах садка № 1 перед внесением фенола приблизительно одинакова: большую часть по численности составляли коловратки, по биомассе — *Cladocera* (*Bosmina longirostris*). Через две недели после внесения фенола произошло существенное понижение как численности, так и биомассы; доминировали коловратки (более 90% численности; рис. 1, а), на долю *Cladocera* приходилось 0.9%, остальное — *Copepoda*. С 30-го по 42-й день наблюдений (июль) количество фенола во всех пробах снизилось почти до нуля. В это время произошла резкая вспышка численности зоопланктона, 97.5% которого составляли коловратки. До сентября в пробах доминировали коловратки, затем *Copepoda* (*Cyclopoida*) (рис. 1, а). *Cladocera* встречались единично, поэтому и биомасса зоопланктона оставалась очень низкой (рис. 2, а).

В садке № 2 первоначальная картина сходна с таковой садка № 1. До 8 августа в пробах доминировали коловратки (свыше 90% численности; рис. 1, б), биомасса значительно ниже контрольной. В июле в садке № 2 биомасса была 0.56 г/м³, в садке № 4 (контрольный) — 4.2 г/м³ (рис. 2, б, г). С 12 ав-

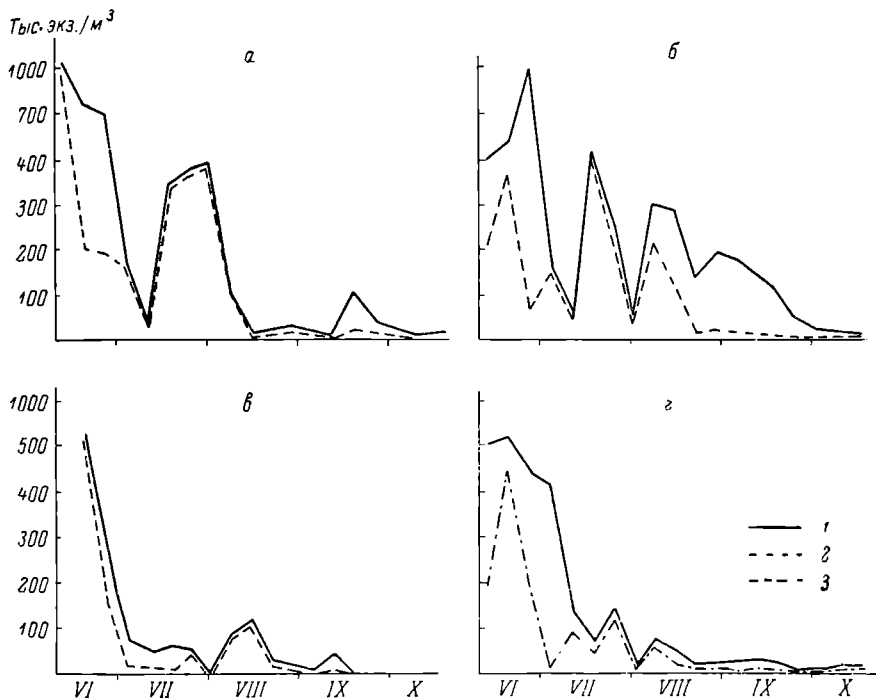


Рис. 1. Численность зоопланктона в садках в периоды наблюдений, тыс. экз./м³.

а — садок № 1, б — садок № 2, в — садок № 3, г — садок № 4. 1 — численность всего зоопланктона, 2 — численность коловраток, 3 — численность ветвистоусых.

густа до конца сентября основную часть численности планктона составляли *Cyclopoida* (науплий), а биомассу — единственный представитель *Cladocera* — *Moina rectirostris*. При сопоставлении биомассы зоопланктона садка № 2 с таковой в контрольном (садок № 4) отчетливо видно, что в опытном садке она в августе—сентябре выше. Так, в августе средняя биомасса зоопланктона здесь была 1.64, а в контроле — 1.05 г/м³; в сентябре соответственно 1.98 и 0.41 г/м³ (рис. 2, б, г). В октябре, когда в опытном садке исчезла *Moina*, как численность, так и биомасса в нем понизились. Садок № 3 существенно отличался от двух предыдущих. Несмотря на то что условия гидрохимического режима

здесь были значительно лучше, численность зоопланктона в 5—7 раз ниже, чем в других садках. До 22 августа здесь было численное преимущество коловраток. Основную же часть биомассы составляли *Moina*. С 19 сентября из садка № 3 исчезли и коловратки, и ветвистоусые. Резко упала общая численность планктонных животных (рис. 1, в).

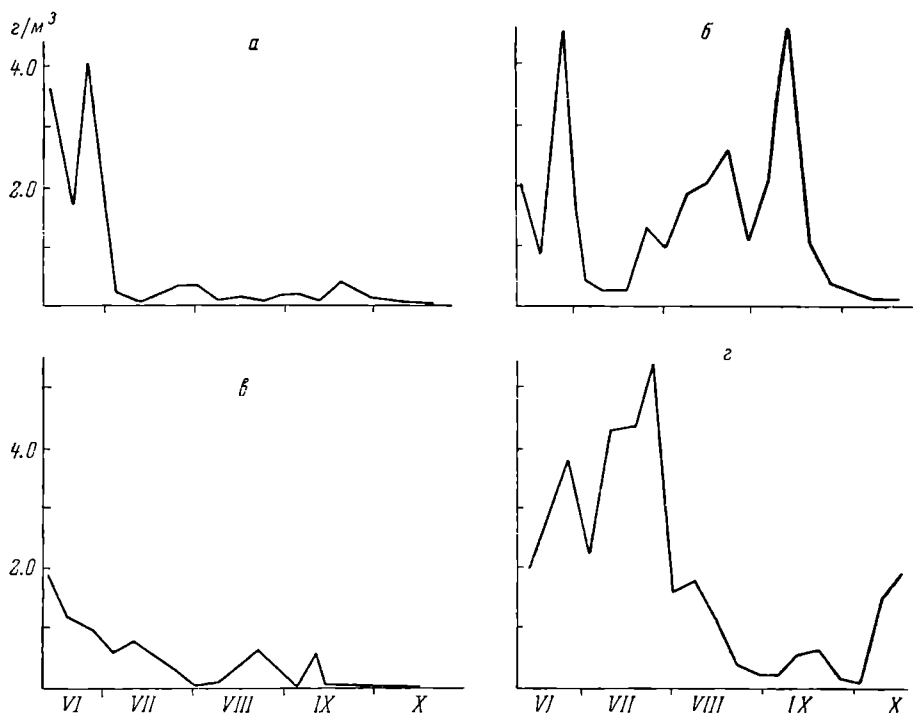


Рис. 2. Биомасса зоопланктона в садках, г/м³.

а — садок № 1, б — садок № 2, в — садок № 3, г — садок № 4.

В контрольном садке № 4 сезонная динамика численности протекала, как в обычном водоеме. Сначала планктон был коловраточным (до 4 июля), затем клadoцeрным (до 5 сентября) и осенью копепоdным. Более 80 % биомассы и 40 % численности приходилось на долю *Cladocera* (*Bosmina*, *Daphnia*, *Polyphetus*, *Scapholeberis*) (рис. 1, г).

В результате анализа планктонных проб в опытных садках выяснилось отрицательное воздействие фенола на многих ракообразных. Исчезает ряд видов и целые группы зоопланктона. Так, видовой состав клadoцeр в садках №№ 2 и 3 был ограничен одним видом *Moina*, а в садке № 1 они исчезли совсем.

Видовой состав планктона в контрольном садке более разнообразен. В основном здесь преобладали *Cladocera* (*Bosmina*, *Daphnia*, *Polyphemus*, *Scapholeberis*, *Diaphanosoma*, *Chydorus*). Как известно, босмина и полифемус не выносят концентрации фенола выше 5 мг/л, а дафния — выше 10 мг/л. Биомасса зоопланктона в опытных садках №№ 1 и 3 во все время наблюдений была меньше, чем в контроле, а в садке № 2, в период появления в нем мойны, она превышала контрольную.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Е. В. Пастухова

ФОРМИРОВАНИЕ ДОННОЙ ФАУНЫ РУЗСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ПЕРВЫЕ ГОДЫ ЕГО СУЩЕСТВОВАНИЯ (1966—1967 гг.)

Водохранилище создано на р. Рузе, левобережном притоке Москвы-реки, в 1965 г. подпором плотины у дер. Палашкино. Разлив его охватывает пойму Рузы и ряд ее притоков (Волошня, Правая и Левая Педия). Водохранилище руслового типа, имеет протяженность 35 км и ширину 900—1100 м. Площадь зеркала при полном наполнении 32,7 км². Средняя глубина водоема 6,7 м.

Заполнение Рузского водохранилища началось в середине октября 1965 г., но основной подъем уровня произошел в начале апреля 1966 г. во время половодья. После достижения максимальной отметки (182,5 м абс.) началось плавное понижение уровня до конца первой декады июля, когда он стабилизировался на 178,6 м абс. и до конца года оставался почти без изменения.

Большая часть залитых водохранилищем площадей представлена землями сельскохозяйственного пользования — пашнями, сенокосами, выгонами. Около одной трети площади занято несрубленным лесом. Первая съемка бентоса водохранилища проведена в конце июня—начале июля 1966 г. В общей сложности регулярные сборы бентоса проводились на 32—33 станциях 10 закрепленных створов в период открытой воды и на 14—15 станциях 4 створов один раз в зимний период. Основным орудием сбора служил дночерпатель Петерсена с площадью захвата 1/40 м². Материалы этих съемок использованы

в статье Н. Ю. Соколовой (1971), под руководством которой выполнена настоящая работа.

Затопленное русло в 1966 г.

К началу наших исследований реофильные элементы донной фауны почти полностью исчезли. В $1/3$ проб животных вообще не оказалось. На многочисленных илистых участках затопленного русла чаще всего встречались олигохеты, и в первую очередь *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus hoffmeisteri* и *L. claparedae*. Моллюски в основном были представлены мелкими двустворками *Sphaerium* sp. и *Pisidium* sp., реже встречались *Bithynia tentaculata*, *Planorbis planorbis*. Лишь однажды были найдены *Unio pictorum* и *Radix ovata*. На песчаных и галечно-песчаных грунтах среди большого количества погибших моллюсков живыми были немногие представители *Pisidium* sp., *Bithynia tentaculata*. Кое-где в пробах попадались отдельные экземпляры личинок жуков, мокрецов, хаборусов. Изредка встречались олигохеты, численность которых не превышала 40—80 экз./м².

Лишь в низовье водохранилища, на глубинах более 17 м, однажды за весь исследуемый период обнаружено большое скопление донной фауны (свыше 1000 экз./м²), основным компонентом которой были олигохеты (более 90% от общей численности и биомассы). Здесь же среди подавляющего большинства пелофильных *Tubifex tubifex* и *Limnodrilus* найдено несколько экземпляров псаммореофила *Propappus volki*. На песчаных грунтах приплотинного участка можно было увидеть личинок *Polypedium* ex. gr. *scalaenum*. Средняя биомасса бентоса в русле р. Рузы, по данным первой съемки (30 IV—3 V 1966), равнялась 4.3 г/м³, численность — 400 экз./м². В конце летнего сезона русловые участки стали заселяться хиропомидами, и в первую очередь *Chironomus plumosus*.

Вначале произошло заселение *Chironomus plumosus* русловых участков в верховье водохранилища, где глубина не превышала 6—7 м. Наряду с процессами заселения русла гетеротопной фауной продолжалось разрушение уцелевших элементов речных биоценозов. В конце лета почти полностью исчезли из проб моллюски и олигохеты. В позднеосенний и зимний периоды произошло резкое увеличение биомассы и численности бентоса прежнего русла (биомасса 10.2 г/м², численность 1800 экз./м²) за счет массовой концентрации *Ch. plumosus*, которые были почти единственными обитателями профундали водохранилища. Видимо, это связано с сезонной миграцией этих животных с мелководья. Интересно отметить, что песчанистые и галечно-песчанистые грунты прежнего русла поздней осенью и зимой, как и в первый месяц обследования, были совсем не заняты.

На затопленной пойме к концу июня 1966 г. еще сохранилось довольно пестрое население, состоящее в основном из отдельных элементов разрушенных речных биоценозов и фауны прибрежных зарослей, снесенных сюда потоками воды во время заполнения водохранилища. Здесь еще можно было встретить представителей почвенной фауны — мелких энхитреид и живых дождевых червей. Всего за летний период 1966 г. обнаружено 38 видов животных различных систематических групп. Личинки хирономид составляли основное население всей донной фауны (96% от общей численности и свыше 60% от общей биомассы) и были представлены 19 формами. Основной поселенец этой акватории — личинки *Chironomus plumosus*. Распределение этих личинок было крайне неравномерным, а численность и биомасса колебались в широких пределах (от нескольких экземпляров до нескольких тысяч на 1 м² и от десятых долей до нескольких десятков граммов на 1 м²). На отдельных станциях биомасса доходила до 40 г/м² при численности более 10 тыс. экз./м², но их средние величины для всей затопленной поймы были невысокими (2.67 г/м², 1800 экз./м²). Наряду с повсеместно распространенными личинками *Chironomus plumosus* в конце июня в пробах часто встречались многочисленные популяции *Micropsectra* ex. gr. *praecox* (численность 1150 экз./м², биомасса 0.1 г/м²), однако в последующие месяцы они почти исчезли.

В конце лета все чаще стали попадаться личинки рода *Glyptotendipes*, *Polypedilum* ex. gr. *nubeculosum* и *P.* ex. gr. *convictum*, хищные личинки рода *Procladius*, причем это уже были не единичные экземпляры, а значительные скопления. На протяжении всего периода исследования вселение *Chironomus plumosus* происходило несколько раз и этот процесс был чрезвычайно растянут. Вселение *Ch. plumosus* в районе Осташково (ближе к верховью) и на мелководье произошло, вероятно, в мае, так как в конце июня — начале июля в пробах преобладали личинки IV возраста и куколки, готовые к вылету. На Шульгинском острове, наиболее продуктивном из всех обследованных участков (середина водохранилища), вылет первой генерации тоже произошел в мае, так как уже в конце июня популяция состояла в основном из личинок младшего возраста, принадлежащих уже ко второй генерации. В низовье водохранилища заселение залитых участков суши произошло лишь в августе и первый вылет был в сентябре. При этом столь массового развития *Ch. plumosus*, как это произошло в вышележащих участках, здесь не наблюдалось. Запоздалое освоение приплотинного участка, видимо, связано с малыми площадями мелководья (сразу от берега идет резкое понижение рельефа) и большими средними глубинами над залитой поймой (11—12 м). Средняя биомасса бентоса за летний период 1966 г.

по всей затопленной пойме составила 7.57 г/м^2 , а численность — 4083 экз./м^2 . Анализ распространения донной фауны по глубинам показал, что максимальное скопление бентоса приходилось на глубины до 2 м (биомасса 16.3 г/м^2 , а численность 11.980 экз./м^2), причем с увеличением глубины численность животных снижалась на несколько порядков и значительно обеднялся видовой состав.

В целом по всему водохранилищу средняя биомасса донной фауны (по данным летних съемок) составила 5.06 г/м^2 при численности 2200 экз./м^2 .

Затопленное русло в 1967 г.

На второй год существования водохранилища видовое разнообразие донных обитателей как на бывшем русле, так и на затопленной пойме значительно сократилось за счет исчезновения редких в 1966 г. личинок хирономид, жуков, моллюсков, олигохет и пр. На русловых участках из 25 видов гидробионтов различных систематических групп осталось лишь девять. Из олигохет сохранились лишь отдельные особи *Limnodrilus* и *Tubifex tubifex*. Из 7 видов моллюсков осталось 3, причем, как и в 1966 г., преобладали *Pisidium* sp. *Chironomus plumosus*, поселившийся на русловых участках в конце летнего сезона первого года, был почти единственным обитателем этих биотопов. Достигнув максимальных величин в зимний период в начале 1967 г., после весеннего вылета численность личинок значительно снизилась и стабилизировалась (440 экз./м^2 , 3.52 г/м^2). Из хирономид, кроме *Ch. plumosus*, на прежнем русле изредка встречались личинки рода *Procladius*, *Cryptochironomus* ex gr. *defectus*, *Polypedilum* ex gr. *nubeculosum*, *Glyptotendipes* ex gr. *griepkoveni*. Максимальная биомасса бентоса на русле в летний период 1967 г. приходилась на Осташковский створ и равнялась 11.7 г/м^2 при численности 1680 экз./м^2 . Вниз по течению по мере увеличения глубин биомасса донной фауны уменьшалась. На Шульгинском створе она равнялась 3.82 г/м^2 при численности 720 экз./м^2 , а на приплотинном участке была не выше 2.6 г/м^2 .

Затопленная пойма в 1967 г.

На затопленной пойме численность и биомасса донной фауны также значительно уменьшились. В 1966 г. средняя биомасса была 7.57 г/м^2 , средняя численность — 4083 экз./м^2 . В 1967 г. средняя биомасса 5.2 г/м^2 , средняя численность 952 экз./м^2 , т. е. численность снизилась более чем в 4 раза. Общее снижение обилия всей донной фауны в первую очередь связано с резким падением численности *Chironomus plumosus* (1966 г. — средняя численность 1800 экз./м^2 , средняя биомасса

2.67 г/м²; 1967 г. — средняя численность 380 экз./м², средняя биомасса 3.7 г/м²). В основном этот процесс охватил мелководные участки водохранилища, в прошлом плотно заселенные (Осташово, Шульгино), тогда как на приплотинном участке, где массового развития *Ch. plumosus* не произошло, по-прежнему сохранились довольно стабильные показатели численности и биомассы бентоса. Ход изменения биомассы и численности донных обитателей за 1967 г. на пойме в общих чертах: сильное падение от весны к лету, минимум в июле и подъем к осени, но до значительно более низкого уровня, чем прошлогодний.

Распределение зообентоса по глубинам в 1967 г. значительно изменилось по сравнению с предыдущим годом. На второй год жизни водоема на мелководье, очевидно, уже произошло использование основных запасов пищи, что повлекло за собой уменьшение обилия донного населения и частичное перемещение его на большие глубины. Летом 1967 г. наибольшее скопление донной фауны наблюдалось на горизонтах от 4 до 8 м. Средняя биомасса донной фауны Рузского водохранилища за летний период 1967 г. равнялась 5.04 г/м² при численности 896 экз./м².

ЛИТЕРАТУРА

Соколова Н. Ю. 1971. Донная фауна и особенности ее формирования в водохранилищах водоснабжения г. Москвы. В сб.: Комплексные исслед. водохр., 1, М.

Центральная лаборатория
охраны природы

Л. Г. Буторина

О РАЗВИТИИ *POLYPHEMUS PEDICULUS* (L.) ИЗ ЛАТЕНТНОГО ЯЙЦА

После многократных попыток нам впервые удалось проследить развитие латентного или покоящегося яйца *Polyphemus pediculus*. Яйцо полифема имеет три оболочки: наружную — толстую и твердую, темно-коричневого цвета; среднюю — тонкую и прозрачную, прирастающую к внутренним стенкам наружной; внутреннюю — так же, как и средняя, тонкую и прозрачную. Последняя лежит свободно внутри шара, образованного наружной и средней оболочками, и непосредственно окружает эмбрион.

Развитие эмбриона возможно только после длительного промерзания. Когда эмбрион сформировался и его глаз приобрел темную пигментацию (подобные эмбрионы из субитанных яиц считаются зрелыми, способными к самостоятельному существованию), твердая наружная оболочка яйца лопается. Разрыв оболочки происходит всегда одинаково на две неравные части. Верхнее полушарие, окружающее переднюю часть эмбриона, заметно меньше нижнего — заднего. Линия разрыва ровная и гладкая (рис. 1). Можно предположить, что разрыв оболочки происходит по заранее намеченной линии. Однако эта линия снаружи яйца

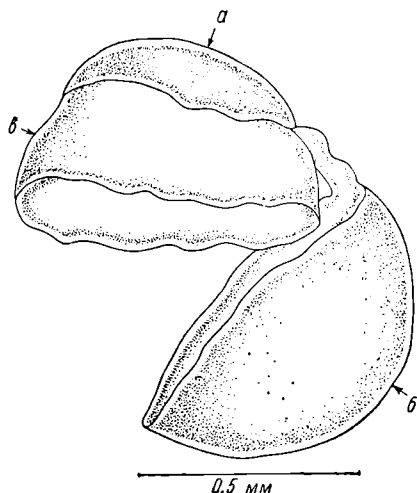


Рис. 1. Створки латентного яйца *Polyphemus pediculus*.

а — верхнее полушарие наружной оболочки, б — нижнее полушарие наружной оболочки, в — средняя оболочка.

не видна и, вероятно, проходит по внутренней окружности наружной оболочки. В большинстве случаев полушария твердой оболочки отделяются друг от друга по всей линии окружности. Половинки расходятся в стороны вверх и вниз от линии разрыва. Изредка полушария отделяются не полностью. Между ними сохраняется узкая перемычка из неразделенной твердой оболочки. В этом случае полушария не расходятся, а раскрываются (рис. 1).

Средняя оболочка прирастает к внутренней стороне наружной по всей ее поверхности, кроме узкого ободка вокруг линии разрыва. В этом месте она собрана в многочисленные мелкие складки и сморщена наподобие мехов гармошки. После разрыва и расхождения наружной

оболочки яйцо становится овальным за счет того, что складки средней оболочки растягиваются и образуют довольно широкий прозрачный пояс между полушариями непрозрачной наружной оболочки.

Спустя некоторое время разрывается и средняя оболочка. Линия разрыва ровная и проходит всегда вдоль твердого края нижнего полушария наружной оболочки. В результате этого яйцо раскрывается и из него выходит зрелый эмбрион. Створки наружной и средней оболочек остаются пустыми. С верхнего полушария наружной оболочки свисает большой прозрачный колокол неприрастающего края средней оболочки. Нижнее ее полушарие иногда оторочено узким прозрачным ободком остатка свободного края средней оболочки (рис. 1).

Внутренняя зародышевая оболочка лопается в любом месте и сейчас же сморщивается в тонкую, еле заметную пленку. Из нее выходит рачок размером 0.30—0.35 мм, на первый взгляд очень похожий на взрослого полифема. При более длительном изучении у него удалось обнаружить ряд отличительных признаков, из которых наиболее существенны следующие.

Антенна I не имеет длинных эстетасков. На ее вершине находится 4—5 мелких бугорков (рис. 2, А). На наружной 4-члениковой ветви антенны II 3-й членик несет 2 щетинки. Из них верхняя — обычная, как у взрослых особей, длинная и двучленистая. Нижняя — короткая, составляющая менее половины длины верхней и нерасчлененная. На внутренней 3-члениковой ветви антенны II вершинный членик вооружен только 4 длинными двухчленистыми щетинками (рис. 2, Б, Г). Хвостовой стебель короткий, с 2 небольшими щетинками.

Рачок не плавает, парит на одном месте, совершая небольшие колебательные движения антеннами II. Через 1—2 мин. после выхода из яйца он линяет. Линька начинается с головы и заканчивается хвостовым стеблем. Поскольку новые щетинки формируются под личинной оболочкой, рачок выходит после линьки с несколько иным вооружением конечностей.

На антенне I появляются 4—5 длинных эстетасков (рис. 2, А). На 3-м членике наружной ветви антенны II короткая щетинка заменяется длинной и двучленистой. Вооружение этой ветви становится таким же, как и у взрослого полифема, соответствуя формуле 0:1:2:4. На последнем членике внутренней ветви появляется пятая, но короткая нечленистая щетинка (рис. 2, Б—Г). Хвостовой стебель становится длинным и несет на конце 2 длинные щетинки, как у взрослого рачка.

Отлипавший полифем хорошо плавает. Он способен питаться и живет несколько дней, после чего снова линяет. После второй линьки рачок приобретает все черты взрослой особи, т. е. превращается в молодую неполовозрелую партеногенетическую самку. Ее антенны I вооружены 5 длинными эстетасками. Ветви антенны II несут двучленистые щетинки, расположенные на члениках наружной ветви как 0:1:2:4, а на члениках внутренней ветви как 1:1:5.

Таким образом, развитие *Polyphemus pediculus* из латентного яйца прямое. Появляющаяся молодь в общем имеет форму взрослого рачка. Подобное явление свойственно для всех *Cladocera*, кроме *Leptodora* (Бенинг, 1941). Науплиус этого рачка значительно отличается от взрослой особи (Sars, 1873; Lilljeborg, 1900; Бенинг, 1941; Sebestyen, 1949).

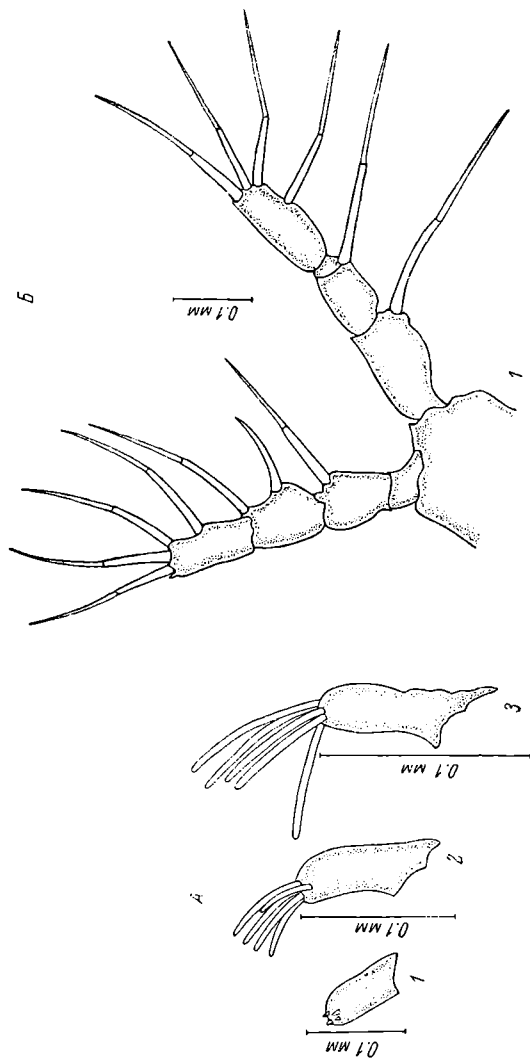


Рис. 2. Антенны *Polyarthrus pediculus*.

А — антенны I, Б—Г — антенны II. 1 — личинка, вышедшая из яйца; 2 — личинка после первой линьки; 3 — взрослый рачок.

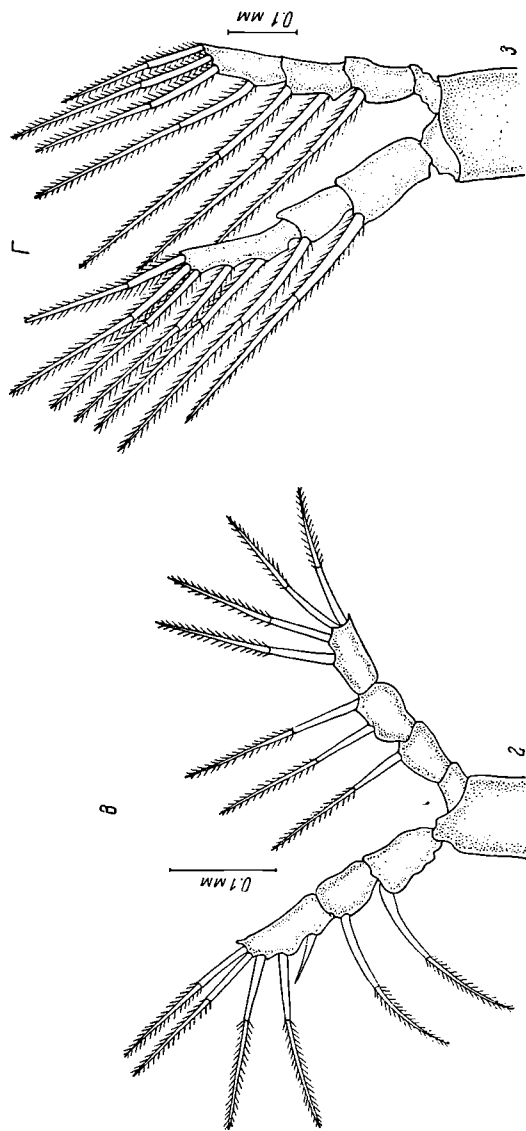


Рис. 2 (продолжение).

- Белинг А. И. 1941. Кладоцера Кавказа. Грузмедгиз, Тбилиси.
 Lilljeborg W. 1900. *Cladocera Sueciae*. N. A. Reg. Soc. Sci Upsaliensis, 3, XIX.
 Sars G. O. 1873. Om en dimorp 2 Undvikling samt Generationsvexel hos *Leptodora*. Forhandlingar Videnskabs-selskabet i Christiania aar 1872.
 Sebestyen O. 1949. On the life-method of the larva of *Leptodora kindtii* (Focke). Hung. Acta biol, 1, 3, Budapesti.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

И. В. Кукина

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО ИНТЕНСИВНОСТИ ОБМЕНА ТРЕХ ВИДОВ ПРЕСНОВОДНЫХ *Copepoda*

Определение скорости и интенсивности обмена пресноводных *Copepoda*, массовых в волжских водохранилищах, проводилось в лаборатории зоологии Института биологии внутренних вод АН СССР на трех видах: *Acanthocyclops viridis* (Jur.), *Mesocyclops leuckarti* Claus (*Cyclopoida*) и *Eudiaptomus graciloides* (Lill.) (*Calanoida*).

Первый и последний виды отлавливались сачком у берегов, *M. leuckarti* — в открытой части водохранилища. В опытах использовались только половозрелые особи. Рачки отсаживались в сосуды из светлого стекла с притертой пробкой, объемом около 20 мл, наполненные озерной водой, фильтрованной через газ № 72. На каждые 20 опытов ставились 3 контроля с той же водой, но без животных. После экспозиции определялось содержание кислорода по методу Винклера и рассчитывалось потребление кислорода на одну особь за один час. Количество животных в опыте и время экспозиции зависели от объема склянки и размера животных, длина которых измерялась под биноклем от переднего края цефалоторакса до конца каудальных ветвей, не включая фуркальных щетинок. Изменение концентрации кислорода к концу опыта не превышало 30%.

Значения весов взяты из таблиц Ф. Д. Мордухай-Болтовского (1954). Полученные данные статистически обработаны на ЭВМ «Наири». Результаты вычислений оказались достоверными. К сожалению, узкий весовой диапазон подопытных животных не позволил обработать наши данные методом наименьших квадратов и установить изменение отношения скорости поглощения кислорода на один экземпляр в единицу времени к сырому весу. Мы можем судить лишь о среднем уровне обмена исследованных видов. Результаты опытов сведены в таблицу, из которой видна тесная связь между потреблением кислорода и размерами подопытных животных.

Оказывается, что у различных животных на единицу веса приходится неодинаковое количество поглощаемого кислорода. Здесь прежде всего бросается в глаза различие в интенсивности обмена между самками и самцами одного веса. Например,

у *Eudiaptomus graciloides* интенсивность обмена самцов почти в два раза выше, чем у самок, а у *Mesocyclops leuckarti* — почти в три раза. Опыты с этими видами были поставлены в сентябре. В этот период наблюдается размножение второй генерации веслоногих. Для *E. graciloides* известно, что в периоды размножения самцы этого вида перестают питаться и активно плавают в поисках самок. Возможно, что в наших опытах причиной столь высокой интенсивности дыхания самцов по сравнению с самками и было их физиологическое состояние. Однако мы не можем утвердительно ответить на этот вопрос, потому что нет данных по дыханию этого вида в другое время года.

По данным А. П. Щербакова (1935), интенсивность дыхания самок *Eudiaptomus graciloides* составила 0.75, а самцов — 1.0. Эти опыты захватили период с марта по октябрь, причем повторение давало очень близкие результаты. Однако в этой работе ничего не сказано о цикличности *E. graciloides* в Белом озере, где были поставлены опыты. Тем не менее и эти данные свидетельствуют о различии в интенсивности дыхания самцов и самок, хотя в опытах А. П. Щербакова разница менее существенна, чем в наших.

По нашим данным, интенсивность дыхания *Cyclopoida* выше, чем у *Calanoida*. Возможно, что это различие связано с особенностями биологии. Большинство циклопид, в дап-

Скорость потребления кислорода и интенсивность дыхания пресноводных веслоногих

Вид	n	Длина, мм		Средний вес, мг	Число животных в опыте	Экспозиция, час.	Число повторений	Скорость потребления O_2 , 10^{-4} мл/экз. · час ⁻¹	$\sigma \cdot 10^{-4}$	Интенсивность дыхания O_2 мл/л · час.
		колебания	средний							
<i>Acanthocyclops viridis</i> Самки:	37	1.00—1.50	1.30 ± 0.027	0.090	25	24	16	1.236 ± 0.095	0.457	1.37
				0.070	25	24	18	0.847 ± 0.082	0.349	1.21
<i>Mesocyclops leuckarti</i> : Самки	53	0.75—1.40	1.08 ± 0.053	0.037	50	12	20	0.354 ± 0.023	0.105	0.96
				0.010	50	12	17	0.264 ± 0.037	0.140	2.64
<i>Eudiaptomus graciloides</i> : Самки	75	1.40—1.60	1.38 ± 0.037	0.095	20	24	75	0.492 ± 0.013	0.105	0.52
				0.100	15	24	18	0.911 ± 0.069	0.303	0.91

ном случае *Acanthocyclops viridis* и *Mesocyclops leuckarti* — активные хищники, которые в поисках пищи, вероятно, затрачивают больше энергии, чем *Eudiaptomus graciloides* (Calanoida), который питается фильтрационным способом. Характер приема пищи этим рачком в известной мере автоматичен и не связан с активными поисками корма.

ЛИТЕРАТУРА

- Мордухай-Болтовской Ф. Д. 1954. Материалы по среднему весу беспозвоночных бассейна Дона. Тр. Пробл. и темат. совещ., II, Изд. АН СССР, М.—Л.
- Щербakov А. П. 1935. О поглощении кислорода некоторыми планктонными ракообразными. Тр. Лимнол. ст. в Косине, 19.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

И. А. Носова

БИОМАССА И ПРОДУКЦИЯ *CYCLOPS SCUTIFER* В ОЗЕРЕ КУРИЛЬСКОМ (КАМЧАТКА)

Cyclops scutifer — массовый вид пелагического зоопланктона, являющийся главным компонентом пищи молоди красной в Курильском озере. Изучение жизненного цикла, линейно-весового роста, сезонных изменений численности, размеров и плодовитости позволило рассчитать биомассу и продукцию этого вида. Для определения биомассы мы воспользовались весом копеподитов и взрослых особей, вычисленным по формуле соотношения размера и веса,¹ и данными по среднему весу яиц и науплиусов, полученными методом определения «истинного» объема. Учитывались сезонные изменения веса копеподитов II—V стадий и половозрелых циклопов, а также изменения плодовитости. Вес яиц, науплиусов и копеподитов I стадии, отклонения которого от средней величины невелики, был принят за постоянный. Средний вес, использованный для расчисления биомассы, и пределы сезонных изменений веса приведены в табл. 1. Из рис. 1 можно видеть, что основу биомассы циклопов на протяжении большей части года составляют копеподиты (преимущественно III и IV стадий); в летние месяцы сравнительно велика доля взрослой части популяции (до 50—70%). Биомасса науплиусов и младших копеподитов невелика (незаштрихованная часть верхней половины рисунка).

¹ Формула линейно-весовой зависимости: $y = 0.254x + 0.052$, где y — кубический корень из веса, x — длина рачка, получена на основании данных взвешивания летних и зимних циклопов на разных стадиях зрелости.

Вес науплиальных (n) и копепоидных (c) стадий, взрослых особей и зрелого яйца *Cyclops scutifer*, $\text{мг} \cdot 10^{-3}$

	n_{I-II}	n_{III-IV}	n_{V-VI}	c_I	c_{II}	c_{III}	c_{IV}	$c_V \delta$	$c_V \varphi$	δ	φ	φ_{ov}	ova
Макс.	—	—	—	—	8	13	20	29	34	31	50	56	—
Мин.	—	—	—	—	6	9	15	22	23	24	34	42	—
Средний	0.6	1	2	4.5	7	11	18	25	30	28	46	50	0.5

Во все сезоны преобладает «полезная» биомасса, т. е. биомасса кормового зоопланктона, представленного циклопами III—IV ко-

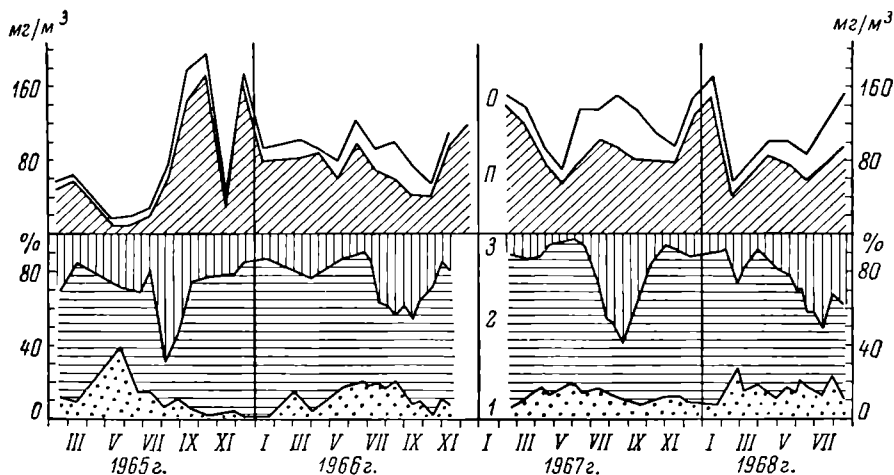


Рис. 1. Сезонные и годовичные изменения общей (O) и полезной (II) биомассы циклопов в слое 0—200 м, $\text{мг}/\text{м}^3$.

1 — соотношение веса науплиусов, 2 — копепоидов, 3 — взрослых циклопов, %.

пепоидных стадий, преимущественно потребляемыми молодой красной. Особенность курильско-озерной популяции циклопов — зимняя биомасса высока и в ноябре—январе превышает летнюю или равна ей. Снижение биомассы в мае и в конце осени знаменует конец двухлетнего цикла жизни весеннего и летнего поколений циклопов и начало нового (Носова, 1970б).

Изучение вертикального распределения показало, что большую часть суток и времени года основная масса циклопов сосредоточена в слоях выше 150 м, где они рассеиваются или образуют

слои скоплений на разных глубинах; только в некоторые периоды старшие возрастные группы опускаются днем на глубины до 200 м и ниже (Носова, 1968). Тотальные ловы постоянно охватывали всю толщу воды от 0 до 200 м, но получаемый на основании этих ловов показатель средней плотности и биомассы (в экз./м³ или мг/м³), очевидно, величина заниженная. Вероятно, показатель средней биомассы будет ближе к действительности, если внести поправку на глубину преимущественного распределения популяции (0—150 м), т. е. умножить его на $\frac{200}{150}$. Кроме того, можно внести поправку на уловистость планктонной сетки, используя коэффициент уловистости для сетки Джели, равный 1.9, полученный для оз. Дальнего (Павсельева и Сорокин, 1971). В итоге показатели биомассы следует умножить на $2.5 \left(\frac{200}{150} \cdot 1.9 \approx 2.5 \right)$. Таким образом, общая биомасса циклопов Курильского озера колеблется в течение года в пределах 150—500 мг/м³; «полезная» биомасса в середине зимы и лета возрастает до 250—420 мг/м³, а в отдельных слоях дневных или ночных скоплений биомасса может достигать 1590 мг/м³ (как это было отмечено в марте 1967 г.).

При расчете продукции мы воспользовались графическим методом Грезе—Тена, удобным в применении к стационарной популяции с постоянным пополнением (Грезе, 1968) и к подобной популяции циклопов Курильского озера. Исходными данными для расчета суточного прироста послужили вес циклопов и сведения о темпе роста, полученные нами ранее (Носова, 1970а, 1970б). Зная численность и биомассу всех возрастных групп *C. scutifer* в разные сезоны, мы могли рассчитать общий суточный и годовой прирост, или продукцию популяции, и относительный прирост, или П/Б коэффициент.

По данным среднего веса была составлена кривая роста *C. scutifer* в летний период (рис. 2). Срок развития одной стадии в июле—сентябре при средней температуре воды 5—6° был принят равным 25 дням, а общая продолжительность науплиального периода — равной продолжительности копеподитного периода. При соотношении полов 1 : 1 начальный вес одной особи взрослой стадии (c_{VI}) равен среднему весу самцов и самок — $(0.028 + 0.046) : 2 = 0.037$ мг. Вес яиц при общей летней плодовитости около 50 яиц на самку составит $(0.0005 \times 50) : 2 = 0.125$ мг, и вес взрослой стадии с учетом веса яиц равен 0.049 мг. За исходную точку был взят начальный вес одной науплиальной стадии, приравненный к весу зрелого яйца — 0.0005 мг.

Величина суточного прироста в любой точке кривой определялась как тангенс угла α , образованного касательной и прямой, проходящей через эту точку параллельно оси абсцисс. За среднесуточный прирост для науплиусов мы взяли величину $0.03—10^{-3}$ мг. Остальные точки определения прироста для удоб-

Расчет суточной продукции *Cyclops scutifer* в период июнь—сентябрь 1967 г.,
 мг · 10⁻³

Стадии	Весовая группа	Суточный прирост особи	Среднее число особей, экз./м ³	Суточная продукция
n_I-VI	0.5—4	0.03	15500	465.0
c_I	4—6	0.08	1360	108.8
c_{II}	6—9	0.12	1430	171.0
c_{III}	9—14	0.20	1360	276.0
c_{IV}	14—23	0.29	800	232.0
c_V	23—33	0.40	1190	476.0
c_{VI}	33—43	0.36	1073	386.3
c_{VIov}	43—53	0.20	220	44.0

ства были отнесены к среднему весу каждой из последующих стадий. Полученные величины прироста даны в табл. 2. В целом за четыре летних месяца продукция циклопов в слое 0—200 м составляет 259.2 мг/м³, или 52 г/м².

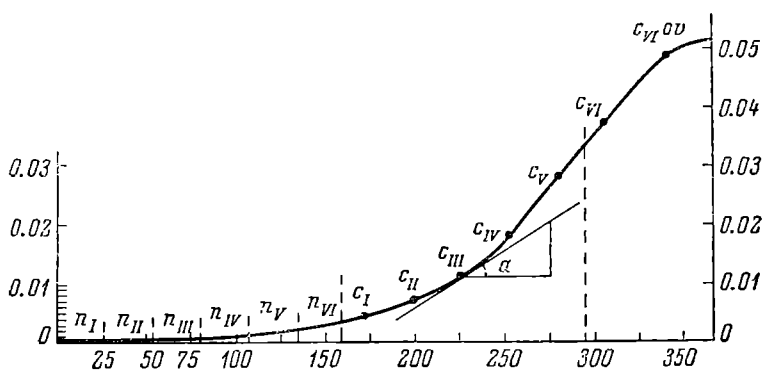


Рис. 2. Кривая роста *Cyclops scutifer* в Курильском озере с показанием суточного прироста для копеподитов III стадии.

По оси ординат — вес тела, мг; по оси абсцисс — продолжительность развития, дни. n_I — n_{VI} — науплиальные стадии; c_I — c_V — копеподитные стадии; c_{VI} — вес взрослой особи; c_{VIov} — то же с яйцевыми мешками.

Условно год поделен на три периода: летний (июнь—сентябрь) с температурой воды 5—6°, осенний (октябрь—январь) со средней температурой 4.5° в слое 0—150 м и зимний (февраль—май) с колебаниями средней температуры от 1.5 до 2.0°. Имея представление о скорости роста циклопов при разных температурах, мы приняли, что зимой суточные приросты у младших стадий, обитающих в более холодных верхних слоях (1.5°), уменьшаются

в 4 раза, у старших копеподитных стадий (развивающихся при температуре около 2°) — примерно в 3 раза. Осенью и в начале зимы суточные приросты в 1.5 раза меньше летних. При расчете продукции учитывалась средняя численность всех стадий каждого из этих периодов. Результаты расчетов даны в табл. 3, где приведены показатели средней биомассы для каждого месяца и сезона 1967 г., необходимые для определения П/Б коэффициента.

Т а б л и ц а 3

Продукция (в мг/м³) и относительный прирост популяции
Cyclops scutifer в 1967 г.

Биомасса за каждый месяц периода	Периоды		
	февраль—май	июнь—сентябрь	октябрь—январь
1-й	153.1	137.6	110.1
2-й	140.7	136.1	95.0
3-й	96.1	146.3	155.0
4-й	70.4	135.2	165.3
Средняя биомасса (Б) за период . .	115.1	138.8	131.3
Суточная продукция	0.65	2.16	1.47
Среднемесячная продукция (П) . . .	19.62	64.80	44.10
Общая продукция за период	78.49	259.16	176.29
П/Б коэффициент:			
суточный	0.006	0.015	0.011
средний за период	0.68	1.87	1.34

При общей годовой продукции 513.9 мг/м³ и средней годовой биомассе 128.5 мг/м³ относительный прирост биомассы за год равен 4.0. Темпы продуцирования биомассы циклопов в Курильском озере, как и следовало ожидать, ниже, чем в других озерах Камчатки и в большинстве водоемов умеренных широт.

ЛИТЕРАТУРА

- Гресе В. Н. 1968. Графический метод расчета продукции популяции с растянутым периодом размножения. В сб.: Методы определения продукции водных животных, Мипск.
- Носова И. А. 1968. Вертикальное распределение зоопланктона Курильского озера. Изв. ТИНРО, 64.
- Носова И. А. 1970а. Данные по биологии размножения и развития *Cyclops scutifer* Sars озера Курильского. Изв. ТИНРО, 78.
- Носова И. А. 1970б. Жизненный цикл *Cyclops scutifer* Sars (Copepoda, Cyclopoida) в Курильском озере (Южная Камчатка). Тр. молодых ученых ВНИРО, III.
- Павельева Е. Б. и Ю. И. Сорокин. 1971. Оценка уловистости зоопланктона различными орудиями лова. Наст. вып.

Камчатское отделение
Тихоокеанского института
рыбного хозяйства и океанографии

**ЗИМУЮЩАЯ ПОПУЛЯЦИЯ РАЧКОВ РОДА
ILYOCRYPTUS (CLADOCERA, MACROTHRICIDAE)**

Большинство ветвистоусых рачков в водоемах средней полосы Европы жизненный цикл заканчивают осенью. Только немногие из них остаются зимовать. Чаще всего это дошнелые формы—хидриды и макротрициды, в частности виды рода *Ilyocryptus*—*I. sordidus*, *I. agilis* и *I. acutifrons*, встречающиеся в водоемах Палеарктики круглогодично. *I. sordidus* обнаружен зимой в Волге (Раушенбах и Бенинг, 1912), в прудах Англии (Smyly, 1957) и в озерах Болгарии (Цветков, 1937). В Рыбинском водохранилище нами найдены зимующие рачки всех трех видов этого рода. Среди зимующих партеногенетических самок встречаются особи с яйцами в выводковой камере, отмеченные для всех видов рода *Ilyocryptus* Рыбинского водохранилища, а также *I. sordidus* в оз. Балатон (Hanko, 1927) и *I. agilis* в водоемах Европы (Herbst u. Andres, 1963). Наличие гамогенетических самок этого рода в водоеме осенью и в начале зимы—явление обычное: двуполым способом рачки размножаются в августе—сентябре, а латентные яйца могут созревать в широком температурном диапазоне от 0 до 20°.

Нами выяснялись поведение *I. sordidus*, *I. agilis* и *I. acutifrons* при низкой температуре, температурный порог созревания партеногенетических самок и размерный состав зимующей популяции этого рода. Для работы использовались материалы лабораторных наблюдений над ростом и созреванием *I. sordidus* (51 экз.), *I. agilis* (55 экз.) и *I. acutifrons* (14 экз.), а также количественные сборы в Волжском плесе Рыбинского водохранилища на разрезе Борок—Коприно за 1966—1967 гг. и качественные пробы за 1966—1969 гг. Всего исследовано 6874 экземпляров рачков.

Экологическая характеристика разреза Борок—Коприно дана Ф. Д. Мордухай-Болтовским (1959). На этом участке Волги в течение всей зимы температура грунта близка к 0° (Бакастов, 1965).

В Волжском плесе рачки всех трех видов рода *Ilyocryptus* встречаются вместе, заселяя серые заиленные пески и серые илы. *I. sordidus* малоподвижен. Рачки этого вида живут семейными группировками, не уходя друг от друга далеко. Но и у более подвижных *I. agilis* и *I. acutifrons* при низкой температуре грунта осенью скорость передвижения практически ничтожна. Поэтому естественно, что рачки этих видов остаются зимовать на том же месте, в каком их застало осеннее похолодание. Выяснилось, что рачки не выносят промерзания и в массе погибают на промерзших мелководных участках прибрежья водохранилища.

При температуре около 3° *I. sordidus*, *I. agilis* и *I. acutifrons*

почти не проявляют признаков жизни. Все же время от времени они передвигаются на расстояние, равное одной—двум длинам тела. У отдельных рачков в кишечниках найдено небольшое количество детрита — гомогенной слизистой аморфной массы желтовато-коричневатых оттенков. Такая температура задерживает жизненные функции, но не приводит к анабиозу.

При температуре 5.1° у молодых самок *I. sordidus* и *I. agilis* наблюдается прирост, составляющий 0.05 мм, т. е. 15% длины тела, а у *I. acutifrons* — 0.03 мм — 10% за один-полтора месяца, но самки не созревают.

При температуре 11.7° наблюдалось созревание большинства (59—67%), а при 14.7° — всех самок. Таким образом, между 5.1 и 11—12° находится пороговая температура, при которой рачки начинают созревать. Поэтому яйца и эмбрионы в выводковой камере, встречающиеся у единичных экземпляров зимующих рачков, найденных в водохранилище, очевидно, относятся к осеннему поколению предыдущего года. Находясь в выводковой камере самки, они способны переносить постоянную низкую температуру, близкую к 0°, в течение длительного времени — до 6 месяцев. Это относится и к латентным яйцам с коротким периодом покоя, развитие которых замедляется при низких температурах осенью.

Перезимовавшие развивающиеся латентные яйца и партеногенетические самки с эмбрионами в выводковой камере дают первое, наиболее раннее пополнение популяции рачков весной. Наши данные не подтверждают мнения Ханко (Hanko, 1927), что созревание *I. sordidus* происходит подо льдом. Температуры, при которых возможно созревание партеногенетических самок, в Рыбинском водохранилище обычно устанавливаются в мае — первой половине июня.

Осенью размножение партено- и гамогенетических самок заканчивается во второй половине сентября — начале октября, но численность рачков может долго оставаться довольно высокой (до 5500 экз./м²) за счет накопления в популяции особей однополого размножения при их большой продолжительности жизни, составляющей при температуре 11.7° у *I. sordidus* 98 дней, а у *I. agilis* — 82 дня. В дальнейшем большая часть популяции партеногенетических самок и все особи двуполого размножения отмирают и их численность снижается, составляя 90 экз./м² к началу зимы (в декабре). Зимовать остаются партеногенетические самки осенних пометов. В течение зимы наблюдается значительный отход партеногенетических самок всех размеров и их численность зимой — в начале весны не превышает 10 экз./м².

Амплитуда размеров *I. sordidus* и *I. acutifrons* осенью перед ледоставом сохраняется такой же, как и в наиболее теплый период года, а именно от 0.30—0.40 до 0.90—1.0 мм, т. е. в популяции присутствуют рачки всех размеров от молодых, по длине немного превосходящих поворожденных, до крупных старых самок.

Однако осенью в популяции обоих видов преобладают более крупные особи, размером от 0.55—0.60 до 0.75—0.80 мм, чем летом — 0.45—0.50 мм. Пополнение популяции почти полностью прекращается при низких температурах к началу октября, и перед ледоставом размерный состав рачков стабилизируется, в таком виде сохраняясь в течение зимы и ранней весны вплоть до вскрытия водохранилища. В течение подледного периода среди партеногенетических самок наиболее многочисленны группы рачков *I. sordidus*, длиной 0.6—0.8 мм, и *I. acutifrons*, 0.6—0.75 мм, размер которых соответствует размеру созревших партеногенетических самок, размножающихся при пониженных температурах.

Анализ размерного ряда осенне-зимних популяций за 1966—1969 гг. показывает, что их основные статистические показатели в разные годы близки. У *I. sordidus* средняя длина составляет 0.58—0.64 мм, коэффициент вариации — 15.28—15.43%, а среднее квадратическое отклонение — 0.09—0.1. У *I. acutifrons* средняя длина колеблется в пределах 0.59—0.66 мм, коэффициент вариации — 8.00—14.75%, а среднее квадратическое отклонение — 0.05—0.07, т. е. также, как и у рачков предыдущего вида, выражались близкими величинами в разные годы.

При сравнении средних размеров партеногенетических самок осенне-зимней популяции выяснилось, что их различия недостоверны только в годы, сходные по термике, как 1966—1967 и 1968—1969 гг.: критерий Стьюдента равен 1.0—1.8. В годы же, существенно отличающиеся друг от друга по термическому режиму, в размерном составе осенне-зимней популяции рачков обнаруживались реальные различия: рассчитанные критерии Стьюдента были выше критических во всех случаях сравнения для 99% уровня значимости.

ЛИТЕРАТУРА

- Бакастов С. С. 1965. Распределение и динамика температуры для Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 7 (10).
- Мордухай-Болтовской Ф. Д. 1959. Экологическая характеристика разреза Борок—Коприно. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 2 (7).
- Раушенбах В. А. и А. Л. Бенинг. 1912. Заметки о зимнем планктоне р. Волги под Саратовом. Работы Волжской биол. ст., 6.
- Цветков Л. 1937. Зообентос на Белославского озера. Изв. на Зоол. инст. VI, Бельгарск. акад. на науките, София.
- Hanko B. 1927. *Ilyocryptus balatonicus* eine neue *Cladocera* aus der Gittja des Balaton. Arch. Balaton, 1.
- Herbst H. V. und H. Andres. 1963. Die *Cladoceren* des «Schwarzen Wasser» bei Wesel. Gewäss. u. Abwäss, 32.
- Smyly W. J. P. 1957. Distribution and seasonal abundance of Entomostraca in moorland ponds near Windermere. Hydrobiol., Hydrogr. et Protistol., V, XI.

НОВЫЕ НАХОДКИ ВОДЯНЫХ КЛЕЩЕЙ
В ФАУНЕ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

Настоящее сообщение продолжает работу авторов по изучению региональной фауны водяных клещей (Вайнштейн и Тузовский, 1971а) и содержит перечень видов, собранных летом 1970 г. в мелких водоемах окрестностей пос. Борок Некоузского района близ Рыбинского водохранилища.

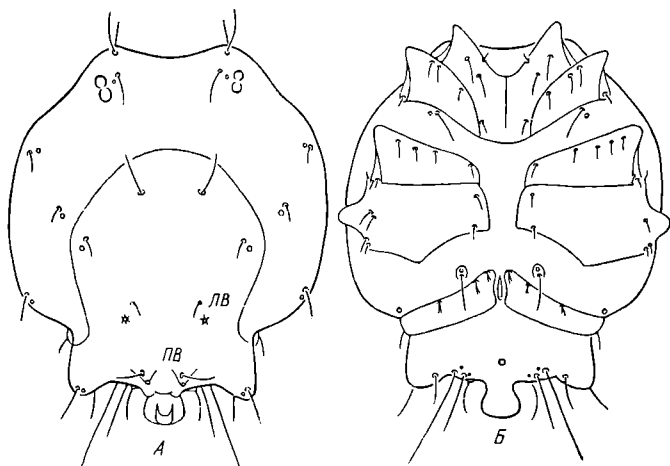


Рис. 1. *Arrhenurus turgidellus* sp. n. Самец.
А — сверху, Б — снизу, ЛВ, ПВ — кожные железы.

1. *Lebertia* (*Pilolebertia*) *porosa* Thor, 1900. Самка. 28 августа. Река Суножка.
2. *Atractides ovalis* Koenikei, 1883. Самка. 13 июля. Непроточная канава, соединенная с водохранилищем.
3. *Unionicola figuralis* (Koch, 1836). Самки. Июль—сентябрь. Прибрежная лужа.
4. *Tiphys torris* (Müller, 1776). Самки. Май, июнь, единично сентябрь. Копанные пруды, бочаги, каналы, временные водоемы.
5. *Arrhenurus batillifer* Koenike, 1896. Самцы и самки. Июль—октябрь. Прибрежный непроточный водоем.
6. *Arrhenurus tetracyphus* Piersig, 1894. Два самца. Июль. Прибрежный непроточный водоем.
7. *Arrhenurus turgidellus* Wainstein et Tuzovsky, sp. n. Самец. Тело округлое (рис. 1, А, Б). Лобный край с отчетливой выемкой. На уровне глаз слабо выраженные боковые выемки. Дорсальный щит округло-яйцевидный. Кожные железы ЛВ на неболь-

ших, *ПВ* — на крупных конических буграх (рис. 1, А). Хвостовой отросток короткий и широкий. Его максимальная ширина (у заднего края) почти в 4 раза превышает длину, измеренную по боковому краю от заднего края генитальной пластинки до вершины бокового угла. Боковые углы массивные, закругленные, их наружные края слабо расходятся назад. Число и расположение щетинок показано на рис. 1. Генитальные щетинки (рис. 1, Б)

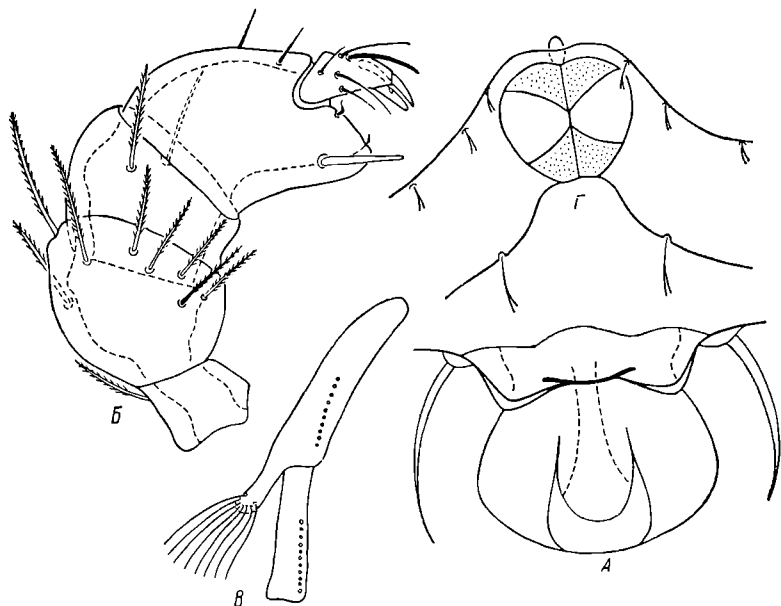


Рис. 2. *Arrhenurus turgidellus* sp. n. Детали строения.

А — петиолус, Б — педипальпа, В — голень и колено ноги IV самца, Г — половые створки и пластинки самки.

расщеплены почти до основания. Шов между тазиками I не достигает их заднего края. Медиальный край тазиков III+IV сходится назад. Петиолус (рис. 2, А) булабовидный, массивный, сильно расширяется к вершине и едва заметно к основанию. Листовидное тело крупное, доходит до заднего края петиолуса. Гиалиновая мембрана сильно хитинизирована, с сильно выступающими назад боковыми углами и со слабо выпуклой средней частью. Педипальпа (рис. 2, Б) короткая, массивная. На ее первом членике 1 щетинка, на втором — 7—8, в том числе 4—5 с внутренней стороны вентрально; на третьем — 2 щетинки: внутренняя и внешняя; на четвертом — 2 дорсальных, 2 апикальных и 1 мечевидная. На последнем членике, как обычно (Вайнштейн и Тузовский, 19716), расположены 3 шипа, 4 тактильные щетинки

и соленидий. Колено ноги IV с крупным выступом (рис. 2, B), песущим на вершине 7—8 плавательных щетинок.

Размеры и число щетинок указаны в таблице.

Размеры (в мк) и число щетинок *Arrhenurus turgidellus* sp. n.

Признак	Самка	Самец
Длина тела по медиальной линии без петиолуса	1360	1030
Максимальная ширина тела	1200	950
Длина дорсального щита	1010	725
Максимальная ширина дорсального щита	910	580
Расстояние от лобного края до дорсального щита	335	310
Длина хвостового отростка	—	185
Ширина хвостового отростка	—	580
Длина колена IV	265	335
Длина выступа IV	—	135
Длина голени IV	235	250
Число плавательных щетинок:		
на голени II	5—6	5
на колене III	10	10
на голени III	9—11	9—10
на колене IV	21—22	10
на голени IV	11—13	11
на выступе колена IV	—	7—8
Петиолус — длина	—	110
Петиолус — ширина	—	135

Самка. Тело яйцевидное (рис. 3 A, B). Лобный край вогнутый. Задние углы небольшие, но отчетливые. Дорсальные бугры не развиты. Шов между тазиками I короткий. Задний край тазиков I с треугольным выступом. Медиальный край тазиков III+IV слабо сходится назад. Половые пластинки широкие, изогнутые; половые створки с крупными пятнами (рис. 2, Г). Генитальные щетинки (3 пары передних и 1 пара задних) расщепленные. Кожная железа *Pan* (рис. 3, B) расположена кнаружи от половых пластинок. Педипальпа как у самца. Длина ее члеников по дорсальному краю в микронах: 1—50, 2—110, 3—95, 4—125, 5—55. Остальные размеры приведены в таблице.

Описывается по 2 самцам и 5 самкам. Конец июня—август. Постоянные лужи. Голотип: самец, препарат № 20825 в коллекции Института биологии внутренних вод АН СССР.

Близок к *Arrhenurus turgidus* Koenike, 1911, описанному по одной находке из Западной Европы. Судя по описанию и рисункам автора (цит. по: Viets, 1936), наш вид хорошо отличается от *A. turgidus* по строению гиалиновой мембраны, которая у последнего вида в средней части вогнута, и ее боковые края

едва выступают назад, а также по строению педипальпы: у *A. turgidus* на втором членике с внутренней стороны только 3 щетинки, расположенные дорсально, в то время как у *Arrhenurus turgidellus*, кроме того, 4—5 щетинок, расположенных вентрально.

8. *Megaluracarus securiformis* (Piersig, 1894). Самцы. Бочаги. Август.

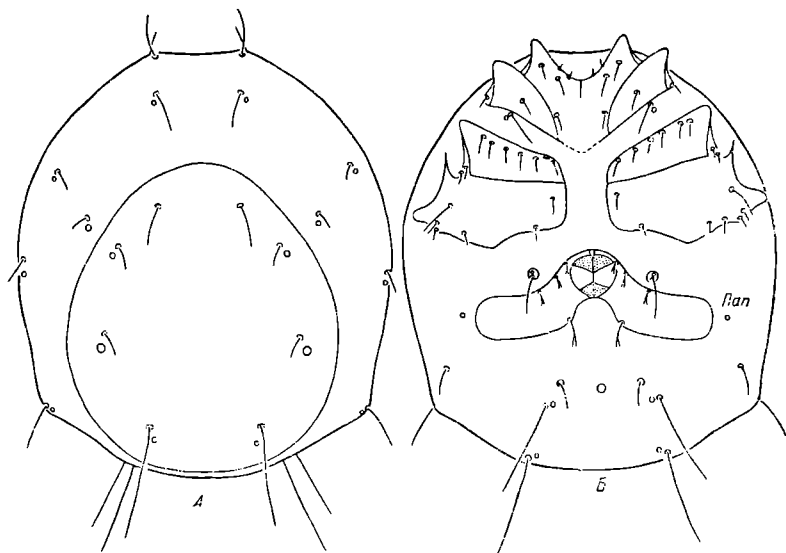


Рис. 3. *Arrhenurus turgidellus* sp. n. Самка.

А — сверху, Б — снизу. Пан — кожная железа.

9. *Megaluracarus membranator* (Thor, 1901). Самцы и самки. Июнь—август. Реки Шуморовка и Латка, бочаги.

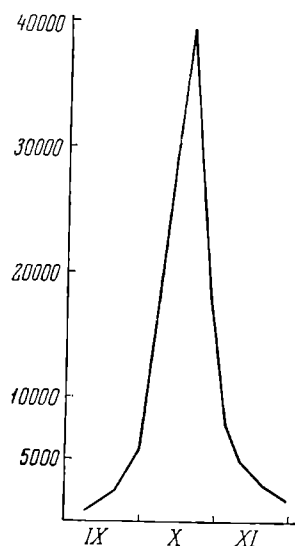
ЛИТЕРАТУРА

- Вайнштейн Б. А. и П. В. Тузовский. 1971а. Новые находки водяных клещей в Рыбинском водохранилище и в прилегающих водоемах. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 10.
- Вайнштейн Б. А. и П. В. Тузовский. 1971б. Новые виды водяных клещей рода *Arrhenurus* (Acariformes, Arrhenuridae). Зоол. журн., 50, 10.
- Viets K. 1936. Wassermilben oder *Hydracarina*. In: F. Dahl. Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeressteile. T. 31. Spinnentiere oder Arachnoidea, 7.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ОСЕННЕЕ ПОВЫШЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ВОДЯНЫХ КЛЕЩЕЙ В УСТЬЯХ РЕК И РУЧЬЕВ

При сборе водяных клещей в прибрежной зоне Рыбинского водохранилища нами замечено, что осенью в устьях рек и ручьев происходит повышение их численности, особенно на заиленных грунтах. Для точной оценки этого явления начиная с сентября по ноябрь 1970 г. проведен количественный учет гидрахнелл в устье Красного ручья близ Борка. Высшая растительность здесь не развита, грунт — серый ил с песком, детрит. Ежедекадно проводился учет трубчатым дночерпателем системы Ф. Д. Мордухай-Болтовского (1958) с внутренним диаметром 71 мм. Всего проведено 10 учетов, каждый из которых состоял из 10 проб, взятых в разных точках устья на уровне подпора воды.



Динамика численности водяных клещей в устье Красного ручья.

По оси ординат — количество клещей, экз./м²; по оси абсцисс — месяцы.

Вывявлено 14 видов клещей (см. таблицу). Самым массовым оказалась *Forelia variegator*, составляющая почти половину от общего количества собранных клещей. Из других видов наиболее многочисленны *Mideopsis orbicularis*, *Limnesia maculata*, *Piona coccinea* и *Hygrobates trigonicus*. Отмеченные виды, а также *Lebertia schmidtii* и *L. dubia* имеют и максимальную встречаемость. В продолжение осени численность клещей сильно изменялась (см. рисунок). Наименьшая (825 экз./м²) отмечена в начале сентября на глубине 0.5—0.6 м. Начиная с третьей декады сентября наблюдался резкий ее подъем

с максимумом во второй половине октября. Максимальное количество (39400 экз./м²) зарегистрировано в пробе, взятой 20 октября на глубине 0.1—0.2 м. Наиболее широко в ней представлены *Forelia variegator* и *Mideopsis orbicularis*, соответственно 19850 и 7250 экз./м². Столь высокая численность клещей, возможно, обусловлена концентрацией их на илистом грунте устья ручья по мере сработки уровня воды в водохранилище. Спад численности, начавшийся в последней декаде октября, вероятно, результат отхода водяных клещей вслед за отступающей водой и их сезонных миграций в глубь водоема.

Имагинальные фазы водяных клещей — типичные хищники. Питаются они преимущественно низшими ракообразными и ли-

Видовой состав, численность и встречаемость водяных клещей в устье Красного ручья

Вид	Процент от общего количества	Встречаемость, %
<i>Forelia variegator</i> (Koch)	47.1	100.0
<i>Mideopsis orbicularis</i> (Müll.)	17.8	100.0
<i>Limnesia maculata</i> (Müll.)	9.3	100.0
<i>Piona coccinea</i> (Koch)	7.5	100.0
<i>Hygrobatas trigonicus</i> Koen.	6.9	100.0
<i>H. nigromaculatus</i> (Lebert)	0.9	40.0
<i>Lebertia dubia</i> Thor.	4.9	100.0
<i>L. inaequalis</i> (Koch)	2.2	80.0
<i>L. schmidtii</i> Thor.	1.9	100.0
<i>Neumania limosa</i> (Koch)	0.6	40.0
<i>Hydrodroma despiciens</i> (Müll.)	0.4	10.0
<i>Micrarrenurus crassicaudatus</i> (Kram.)	0.3	30.0
<i>Megaluracarus globator</i> (Müll.)	0.1	10.0
<i>Limnochares aquatica</i> (L.)	0.1	10.0

чинками насекомых. Как показала О. И. Кудринская (1950), взрослые особи отличаются высокой прожорливостью. Средний пищевой индекс (отношение среднесуточного рациона к весу тела животного) значительно превышает вес тела клещей. Так, у *Piona coccinea* он составил 248, а у *P. nodata* — 827%. Нетрудно представить, какое значение в регуляции численности некоторых групп беспозвоночных имеют водяные клещи, скапливаясь в таком огромном количестве.

ЛИТЕРАТУРА

- Кудринская О. И. 1950. О питании некоторых гидракарий. Тр. Всесоюз. гидробиол. общ., 11.
 Мордухай-Болтовской Ф. Д. 1958. Усовершенствованная система трубчатого дночерпателя. Бюлл. Инст. биол. водохр., 1.

Институт биологии
 внутренних вод АН СССР

Р. А. Родова

САМКИ ХИРОНОМИД (*DIPTERA, CHIRONOMIDAE*). IX. *PARATENDIPES ALBIMANUS* MEIG. (1818)

Длина самки 3 мм. Длина самца, по Геттсбюру (Goetghebuer, 1937), 4—5 мм. Окраска тела коричнево-черная. Голова, грудь, тазики всех ног, бедра (кроме базального конца), голени передних ног, 2—5-й членики передней лапки темно-коричневые. Пер-

вый членик передней лапки, вертлуги и базальные концы бедер всех ног, голени и лапки средних и задних ног коричневые. L. R.=1.5.

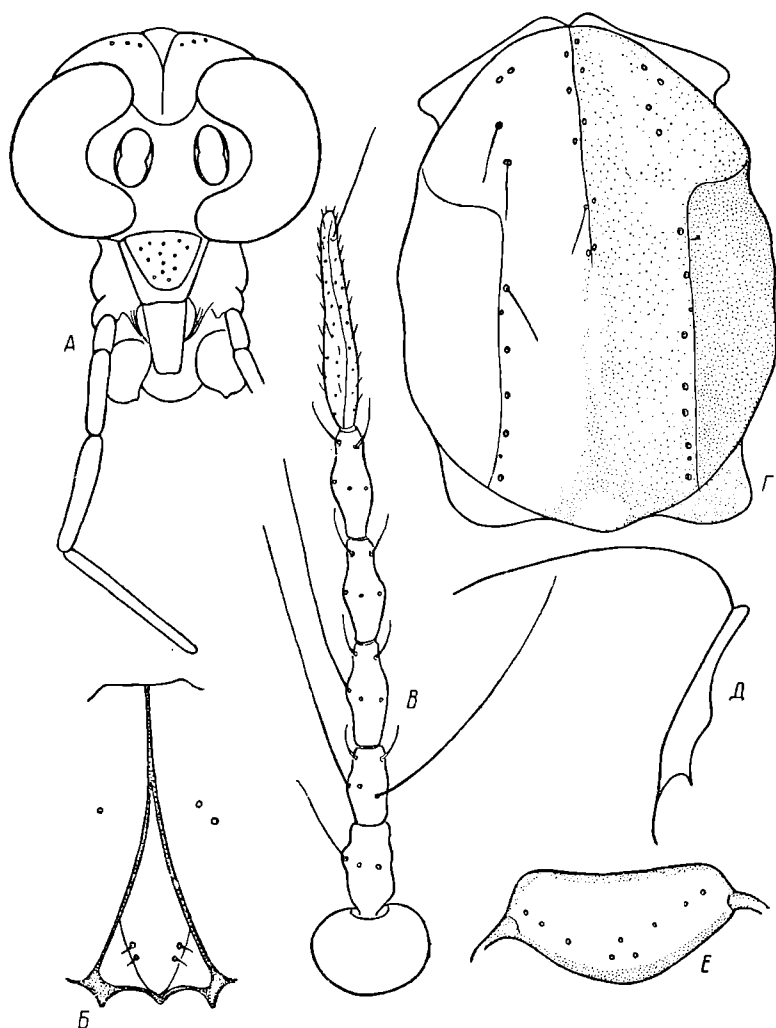


Рис. 1. Детали строения *Paratendipes albimanus* Meig.

А — голова спереди, Б — затылочный склерит, В — антенна, Г — переднеспинка и среднеспинка сверху, Д — переднеспинка сбоку, Е — щиток.

Затылочный склерит (рис. 1, А, Б) с четко очерченными черными швами, у основания с обычными двумя парами мелких сенсилл. Теменные щетинки расположены в один ряд. Лобные

штифты отсутствуют. Антенны 7-члениковые (рис. 1, *B*). Первый членик темно-коричневый, базальная часть 2-го светлая, остальные коричневые. У вершины последнего членика одна прямая крепкая щетинка. Хетом антенны обычный (Родова, 1968а). Постклипеус с разбросанно сидящими щетинками. Максиллярный щупик 4-члениковый, 2-й членик щупика гораздо короче 3-го (рис. 1, *A*). Ротовой аппарат редуцирован, обычный (Родова, 1970).

Переднеспинка (рис. 1, *Г, Д*) темно-коричневая, развита нормально, при рассматривании сверху образует воротничок, отчетливо разделена посредине, что не совпадает с данными Гетгебюра (Goetghebuer, 1937); вырез не доходит до переднего края среднеспинки. Среднеспинка (рис. 1, *Г*) коричнево-черная, глянцевая, полосы едва заметны. Хетотаксия: дорсо-латеральных щетинок (Dl) 9—11, дорсо-медиальных (Dm) — 10, преалярных (Pral) — 3, посталярных (Pa) нет. Между медиальными щетинками находится несколько мелких пор. За дорсо-медиальными щетинками вдоль шва проходит более светлая полоса, а перед щитком находится светлое пятно. На щитке 9—14 щетинок, расположенных в один ряд (рис. 1, *Е*). Грудная (рис. 2, *Д*) и крыловая (рис. 2, *Е, крц*) щетки обычные (Родова, 1968б).

Вершина передней голени (рис. 2, *А*) с узким острым выступом, над которым расположено несколько крепких длинных щетинок. Вершины средней (рис. 2, *Б*) и задней голени со слитыми черными гребешками, с 2 небольшими шпорами. Зубцы гребешков на вершине свободные, светлые. Эмподий и коготки нормального размера, пульвиллы отсутствуют (рис. 2, *В, Г*).

Длина крыла 3 мм, ширина 1 мм. Крыло голое, коричневатое. Жилки Costa, R, R₁, R₄₊₅, r-m и M перед r-m коричневые, r-m косая; f-cu дистальнее r-m. Costa густо покрыта коричневыми макротрихиями, на R, R₁ и R₄₊₅ они редкие. Крыло по краю густо опушено волосками, край крыловой чешуйки с редкими волосками (рис. 2, *Е*). Рукоятка радиальной жилки (рис. 2, *Ж*) с одной щетинкой посредине, тремя крупными порами перед ней и двумя группами мелких пор в базальной и дистальной частях рукоятки. Жужжальце (рис. 2, *И*) светлое, с рядом мелких щетинок вдоль ножки и на головке. Тергиты коричневые, покрыты короткими темно-коричневыми щетинками, длина которых составляет около половины длины тергита. Стерниты окрашены неравномерно: 1-й коричневый по бокам, в середине светлый, 2—4-й коричневые по бокам и с коричневой продольной полосой посредине, 5—7-й коричневые, 8-й темнее предыдущих. На 1-м стерните щетинок нет; на 2-м в задней половине одна щетинка на срединной коричневой полосе и по 2 щетинки на светлых участках; на 3—4-м стернитах щетинки на тех же участках, но их больше, чем на 2-м; 5—7-й стерниты со щетинками, довольно равномерно расположенными в задних $\frac{2}{3}$ стернитов.

8-й стернит (рис. 3, А, В) с буграми, на которых неравномерно расположены щетинки — у внутреннего края бугров их больше. Бугры (рис. 3, А, В, буг) по заднему краю и по бокам ограничены

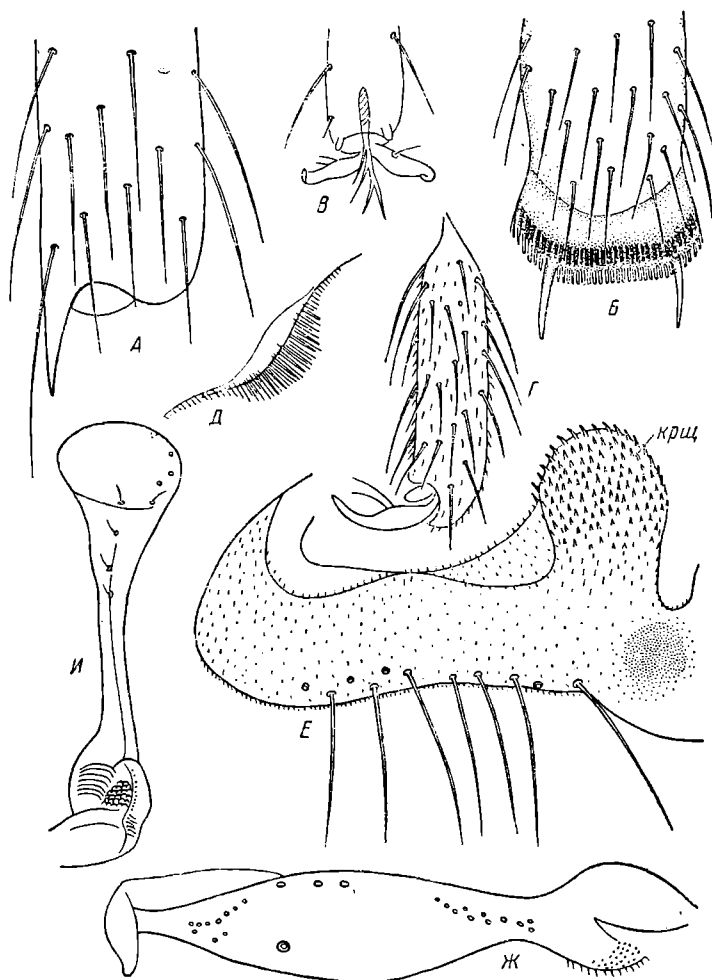


Рис. 2. Детали строения *Paratendipes albimanus* Meig.

А — вершина передней голени, В — то же средней голени, В — вершина лапки снизу, Г — вершина лапки сбоку, Д — грудная щетка, Е — крыловая щетка, Ж — рукоятка радиальной жилки, И — жукокальце; крыц — крыловая щетка.

черной узкой полосой (рис. 3, А, В, чл). Срединный вырез заднего края 8-го стернита широкий, лопасти, ограничивающие его, крупные, светлые, покрыты многочисленными мелкими шипиками (рис. 3, А, В, лоп); шпечки прилегают к латеральной сто-

роне лопасти (рис. 3, А, Б, щ). Латеростернит с 2—3 щетинками (рис. 3, А, Б, лст). Склериты 10-го тергита (рис. 3, А, Б, ск) с 1 щетинкой, передний край утолщен, затемнен. Постгенитальная пла-

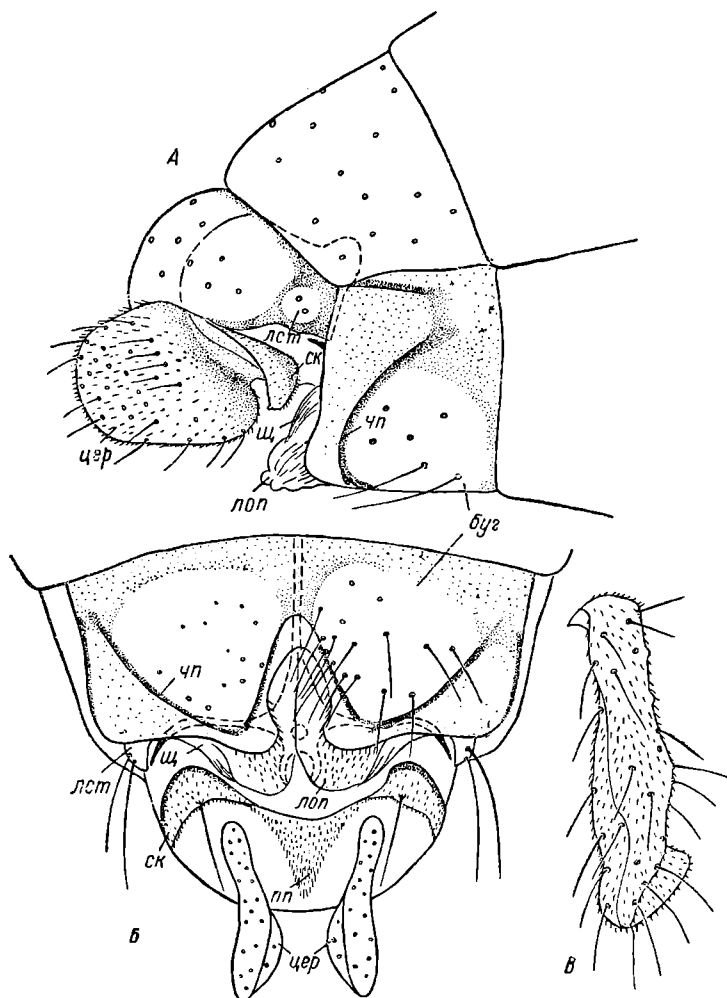


Рис. 3. Детали строения конца брюшка *Paratendipes albimanus* Meig.

А — конец брюшка сбоку, Б — конец брюшка снизу, В — церка снизу; буг — бугры 8-го стернита, лст — латеростернит, лоп — лопасть выреза, пп — постгенитальная пластинка, ск — склериты 10-го тергита, цер — церки, чп — черная полоса бугров, щ — щеточки.

стинка (рис. 3, Б, пп) крупная, покрыта мелкими шипиками. Церки (рис. 3, А, Б, цер) лопастевидные, узкие, длинные, с редкими щетинками.

- Родова Р. А. 1968а. Самки хирономид. I. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 17 (20).
- Родова Р. А. 1968б. Аппарат закрепления крыльев в покоящемся положении комаров-хирономид (*Diptera, Chironomidae*). Энтомол. обозр., 47, 4.
- Родова Р. А. 1970. Строение ротового аппарата *Endochironomus albipennis* (Mg) (*Diptera, Chironomidae*). Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 6.
- Goetghebuer M. 1937. *Tendipedidae*. In: E. Lindner. Die Fliegen der paläarktischen Region. Stuttgart.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Н. В. Буторин и Т. Н. Курдина

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ИВАНЬКОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

С мая 1967 по ноябрь 1970 г. на Иваньковском водохранилище выполнено 29 съемок по наблюдению за распределением температуры воды. Съемки производились по одной и той же сетке станций (Курдина, 1969), по единой методике, однотипными приборами и практически одним составом наблюдателей. Продолжительность съемки не превышала полутора суток. Ценность полученных материалов не только в их количестве и относительно регулярном освещении всех сезонов года, но и в охвате наблюдениями всего диапазона расходов Конаковской ГРЭС — от 25 м³/сек. в 1967 до 70 м³/сек. в 1970 г.

Материалы съемок позволили установить характерные сезонные особенности распространения подогретых вод ГРЭС в водоеме. Оказалось, что в зависимости от гидрологического режима и метеорологических условий распространение подогретых вод в водохранилище заметно меняется (Курдина, 1969). С целью выявления общих закономерностей распространения сбросных вод тепловой электростанции целесообразно было произвести обработку имеющихся материалов одним из математических методов. В частности, для решения поставленной задачи мог быть использован метод разложения поля на естественные ортогональные составляющие, предложенный Н. А. Багровым (1959). Метод рекомендуется автором для анализа полей нестационарных характеристик, к каким можно отнести и температуру воды в мелководном водохранилище. Преимущество данного метода в том, что главная информация о состоянии поля исследуемой характеристики может быть сосредоточена в немногих слагаемых, кото-

рые достаточно полно отражают его природу. С точки зрения статистики разложение на естественные составляющие есть разложение по наиболее часто встречающимся комбинациям, при этом из них чаще встречаются те, которые обладают большими собственными числами (Багров, 1959). Этот метод и был использован нами для анализа поля температуры воды Иваньковского водохранилища на участке от ГРЭС до плотины гидроузла. Разложение выполнено для горизонта 1 м глубины и придонного слоя.

Результаты разложения показали, что большая часть дисперсии исходного поля описывается двумя первыми векторами. На их долю приходится от 75 до 90% суммарной дисперсии, в том числе первый вектор освещает в поверхностном слое от 69 до 83, а в придонном от 54 до 76% дисперсии. Учитывая это, рассмотрим распределение характеристик этих векторов на участке исследований за 1967—1970 гг. На рис. 1 представлено поле первого вектора в слое воды на глубине 1 м. Оно весьма неоднородно. На мелководье, примыкающем к Мошковичскому заливу, месту поступления в водохранилище сбросных вод ГРЭС, значения данного вектора оказались максимальными по величине и противоположными по знаку значениям его на большей части водоема. В отдельные годы характеристика первого вектора на выходе из Мошковичского залива достигала 10.7 и 10.8 (рис. 1, а, б), тогда как в районе водозабора ГРЭС и у плотины ее значения колебались от —1.0 до —2.7.

Район Мошковичского залива по температуре воды резко отличается от остальных участков водоема. Очевидно, поле первого вектора и описывает ту особенность распределения температуры воды в водохранилище, которая связана с поступлением подогретых вод Конаковской ГРЭС. Если проанализировать ход нулевой изолинии первого вектора за годы наблюдений, то легко установить зону устойчивого влияния подогретых вод. Интересно отметить, что, несмотря на большие различия в расходе ГРЭС от года к году, общая картина распространения теплых вод в водохранилище меняется незначительно; лишь в 1970 г. при наибольшем водонотреблении ГРЭС зона устойчивого влияния продвинулась к ее водозабору (рис. 1, г).

Возросший объем сбросных вод усилил их влияние на температуру воды в приплотинном плёсе. Это видно из сопоставления значений характеристик первого вектора у ГРЭС и вблизи плотины: в 1970 г. у водозабора величина его менялась от —2.0 до —2.7, а на остальной части, исключая район, прилегающий к Мошковичскому заливу, — от —0.3 до —1.0. Если от характеристик вектора перейти к значениям температуры воды, то окажется, что в этом году средняя температура воды за безледный период вблизи плотины была на 1.5° выше, чем в створе ГРЭС.



Рис. 1. Значения характеристик первого вектора в поверхностном слое воды.
 а — в 1967 г., б — в 1968 г., в — в 1969 г., г — в 1970 г.



Рис. 1 (продолжение).

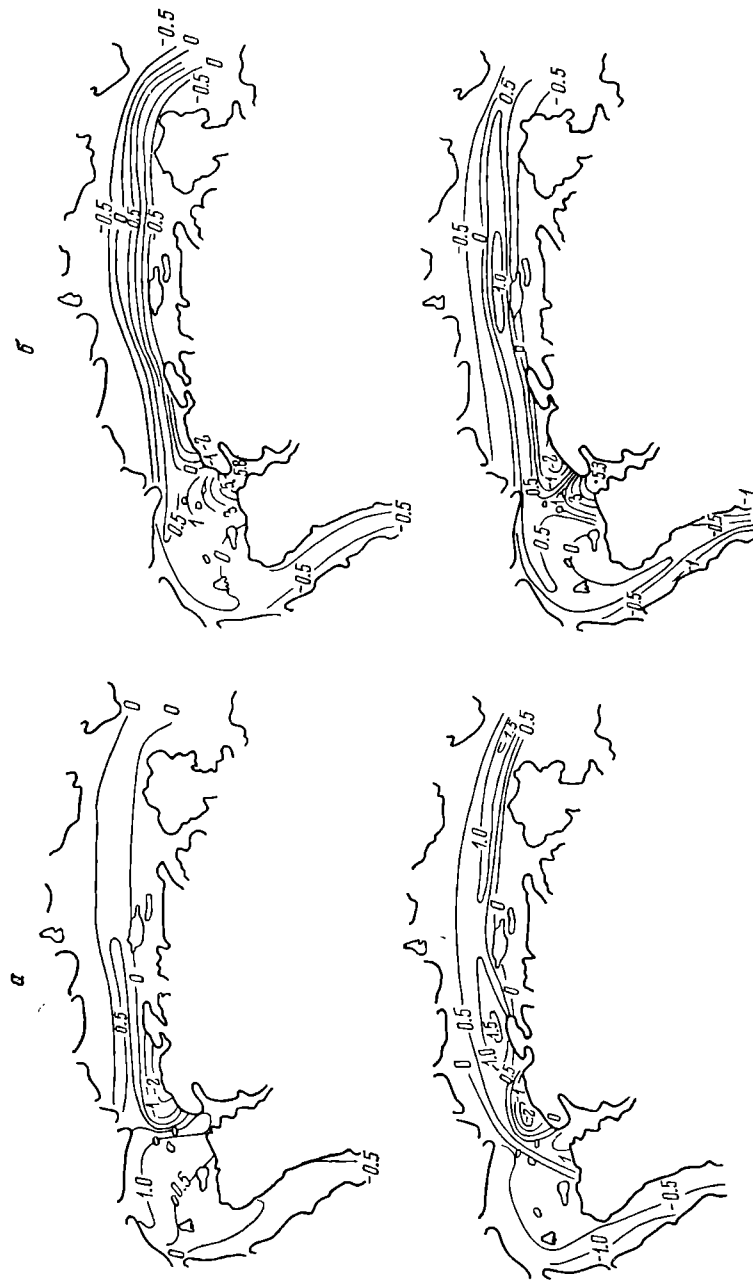


Рис. 2. Значения характеристик второго вектора.

а — в поверхностном слое воды, б — в придонном слое воды; сверху — в 1968 г., снизу — в 1970 г.

В придонном слое характеристики первого вектора изменялись с той же закономерностью, что и в поверхностном. Что же касается зоны устойчивого влияния подогретых вод, то в придонном слое она ограничивалась частью мелководья, прилегающего к Мошковичскому заливу.

Поле второго вектора имеет более однородный характер. Это указывает на то, что причины, обуславливающие его изменение, являются общими для всего водоема. На рис. 2 показано изменение характеристик второго вектора в 1968 и 1970 гг., когда удельный вес его был наиболее высоким и данный вектор освещал в поверхностном слое 11 и 16%, а в придонном — 12 и 25% дисперсии. Из рис. 2 видно, что наибольшие колебания значений характеристик данного вектора отмечаются на выходе Мошковичского залива — от 1.3 в поверхностном слое до 5.8 в придонном. На прилегающем к заливу мелководье устойчиво располагается зона его минимальных значений (до -2.4). В остальной части исследуемого района изменение характеристик второго вектора более однообразно — от 0 до ± 1.5 , причем вблизи водозабора ГРЭС значения их всегда отрицательны, а ниже залива — преимущественно положительны. Такое распределение характеристик вектора в основной части плёса, очевидно, связано с теми особенностями температурного режима водоема, которые определяются метеорологическими условиями над ним. Поэтому положительные значения вектора отмечаются в глубоководной и менее проточной приплотинной части водохранилища, где аккумулируется больше тепла, чем на узком проточном участке у ГРЭС. Эта закономерность еще более четко прослеживается в придонном слое воды, где положительные значения вектора имеют русловые станции, а отрицательные — пойменные (рис. 2, б). Величина и изменение характеристик второго вектора на выходе Мошковичского залива и прилегающем мелководье определяются постоянно существующим здесь расслоением вод и особенностями динамики каждого слоя (Буторин, Курдина, 1970).

Таким образом, анализ результатов разложения поля температуры воды на естественные составляющие позволил, с одной стороны, установить зону устойчивого влияния подогретых вод Копановской ГРЭС, а с другой — показать ведущую роль радиационного фактора в формировании температурных условий вод Иваньковского плёса водохранилища.

ЛИТЕРАТУРА

- Багров Н. А. 1959. Аналитическое представление последовательности метеорологических полей посредством естественных ортогональных составляющих. Тр. ЦИП, 74.
- Буторин Н. В. и Т. Н. Курдина. 1970. О динамике температуры воды Иваньковского водохранилища в зоне поступления подогретых вод Копановской ГРЭС. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 7.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. Я. Костяева и А. Г. Бакулина

ИНТЕНСИВНОСТЬ РАСПАДА ФЕНОЛА В р. ВОЛГЕ И НЕКОТОРЫХ ЕЕ ПРИТОКАХ

В сентябре—октябре 1970 г. в экспедиционных условиях исследовалась потенциальная способность микрофлоры рр. Волги, Керженца, Суры и Ветлуги окислять фенол.

Вода, отобранная на различных станциях с глубины 0.5 м, разливалась стерильно в темные сосуды с притертой пробкой, в которые так же стерильно вносился фенол в количестве 10 и 20 мг/л. Сосуды экспонировались 48 час. в двух аквариумах: в первом поддерживалась температура воды водоема, а во втором 20° С.

Определение фенола производилось пирамидонным методом без предварительной отгонки его водяным паром (Лурье, Рыбникова, 1966; Костяев и Дьяконова, 1971). Гидрохимические анализы производились по общепринятым стандартным методикам (Драчев и др., 1953).

Полученные результаты представлены в таблице и на рисунке.

Температура Волги и ее притоков за весь период исследования в среднем составляла 13° С.

По содержанию важнейших биогенных элементов — солей азота и фосфора, а также по другим гидрохимическим показателям всю исследованную трассу Волги условно можно разделить на два участка. Участок № 1 от ст. № 1 до ст. № 16 включительно (за исключением станций №№ 8, 10—12) характеризуется повышенной окисляемостью воды, большими концентрациями ионов аммония и незначительным количеством фосфора. На ст. № 1 соли азота и фосфора практически отсутствовали. Наибольшее количество ионов аммония содержалось около крупных городов — Калинин, Ярославля и Горького.

Участок № 2 (от ст. № 17 до ст. № 28) характеризуется пониженной окисляемостью воды, уменьшением концентраций ионов аммония, увеличением содержания питратного азота и фосфора. Превышение концентраций питратного азота над его аммонийной формой, вероятно, указывает на завершение процессов минерализации органики (Алекин, 1954).

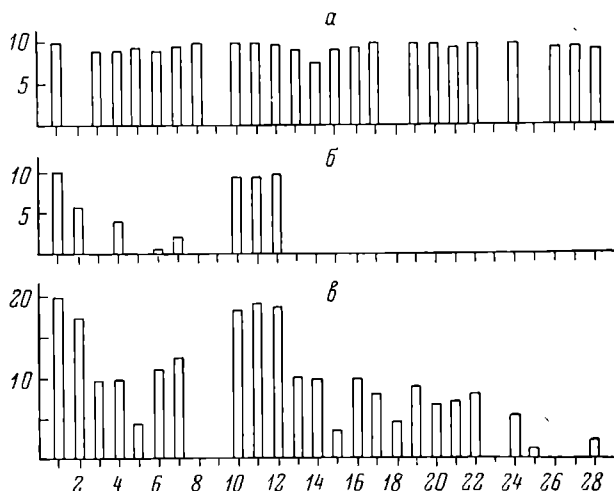
Из притоков Волги наиболее богатой по содержанию питратного азота и фосфора была ст. № 8, расположенная на р. Оке;

Химические показатели воды

Номер станции	Станция	Дата опыта	Температура °С	pH	Цветность град.	Планиметрическая окисляемость	Fe, мг/л	Si, мг/л	Р минеральный, мг/л	NO ₃ , мг/л	NO ₂ , мг/л	NH ₄ , мг/л
1	Выше г. Калинин	12 IX	12.6	8.25	17	3.92	0.06	1.10	0.00	0.0	0.0	0.004
2	Напротив Конаковской ГРЭС. . .	14 IX	14.5	7.95	35	12.4	0.08	0.50	0.009	0.135	0.004	0.09
3	Коприно (Рыбное водохранилище)	21 IX	14.8	7.65	43	12.1	0.07	0.72	0.030	0.056	0.005	0.078
4	Тутаев	22 IX	14.1	7.75	45	11.1	0.12	0.60	0.008	0.135	0.005	0.279
5	Нижне г. Ярославля, 3 км	22 IX	14.5	7.75	38	10.8	0.16	0.70	0.018	0.158	0.003	0.192
6	Юрьево	24 IX	13.5	7.65	35	9.5	0.18	0.70	0.015	0.112	0.002	0.078
7	Нижне г. Балахны, 1 км.	24 IX	13.4	7.85	35	9.5	0.12	1.20	0.015	0.169	0.006	0.085
8	Река Ока (Малиновая гряда) . . .	26 IX	11.6	8.17	28	7.0	0.24	1.80	0.035	0.585	0.012	0.124
9	Нижне г. Горького (Артемовские луга)	26 IX	11.9	7.98	35	9.1	0.32	1.20	0.050	0.585	0.015	0.295
10	Река Керженец, выше устья, 1.5 км	27 IX	8.8	7.38	60	7.0	0.96	2.70	0.025	0.0	0.0	0.078
11	Река Сура, выше устья, 15 км . . .	27 IX	11.2	8.40	20	6.0	0.22	4.40	0.017	0.0	0.0	0.027
12	Река Ветуга, выше устья, 10 км . .	28 IX	9.6	7.90	20	9.2	0.26	2.20	0.010	0.09	0.0	0.027
13	Нижне г. Чебоксары, 1 км	29 IX	10.4	8.05	30	9.1	0.18	1.0	0.023	0.158	0.004	0.093
14	Выше г. Казани, 5 км	29 IX	11.2	7.98	30	8.7	0.16	0.80	0.025	0.225	0.006	0.147
15	Нижне г. Казани, 3 км	1 X	11.2	7.95	30	8.1	0.08	0.80	0.016	0.202	0.003	0.093
16	Камское устье	1 X	11.3	7.98	30	7.6	0.18	1.40	0.018	0.173	0.001	0.078
17	Черемшанский залив	2 X	7.98	7.98	30	7.8	0.03	1.60	0.038	0.180	0.005	0.043
18	Тольятти, около плотины	4 X	13.6	7.85	30	7.8	0.03	2.20	0.045	0.180	0.003	0.031
19	Выше г. Куйбышева, 1.5 км . . .	4 X	13.1	7.90	28	7.2	0.03	1.60	0.045	0.169	0.003	0.078
20	Нижне г. Куйбышева, 3 км	4 X	13.1	7.90	28	7.0	0.03	1.60	0.045	0.202	0.001	0.031
21	Балаково, около плотины Саратовской ГЭС	6 X	12.3	7.95	28	7.1	0.02	2.10	0.045	0.191	0.001	0.039
22	Нижне г. Маркс, 10 км	7 X	7.98	7.98	28	7.7	0.02	2.80	0.045	0.191	0.005	0.020
23	Нижне г. Саратова, 15 км	8 X	12.2	7.98	28	6.6	0.02	2.10	0.045	0.191	0.005	0.019
24	Город Горный Балыклей	9 X	13.8	7.90	28	7.0	0.03	2.60	0.045	0.191	0.001	0.016
25	Выше г. Волгограда, 20 км	10 X	14.1	7.90	28	6.6	0.04	2.60	0.045	0.191	0.003	0.016
26	Нижне г. Волгограда, 40 км	11 X	14.0	7.98	28	6.6	0.03	2.20	0.045	0.191	0.002	0.016
27	Село Ветлянка	12 X	13.3	—	28	6.6	0.06	2.60	0.045	0.191	0.001	0.008
28	Выше г. Астрахани, 20 км	12 X	13.5	—	28	6.6	0.08	2.60	0.045	0.180	0.002	0.016

на станциях №№ 10 и 11 нитратный азот практически отсутствовал, а содержание фосфора было незначительным. Вода из р. Суры характеризовалась повышенным содержанием кремния, а р. Керженец — железа.

Среднее количество бактерий¹ (общая численность) на участках №№ 1 и 2 было примерно одинаковым (2350 и 2160 тыс./мл соответственно). Среднее количество колоний сапрофитов, обнару-



Интенсивность распада фенола.

а — распад 10 мг/л фенола при температуре воды водоема; б — распад 10 мг/л фенола при температуре 20° С; в — распад 20 мг/л фенола при температуре 20° С. По оси ординат — концентрация фенола, мг/л; по оси абсцисс — номера станций.

женное на участке № 1 (2.1 тыс./мл), больше, чем на участке № 2 (1.6 тыс./мл). Наибольшее количество сапрофитов отмечалось на ст. № 9 (17.6 тыс./мл) и № 23 (10.6 тыс./мл), а наименьшее на станциях №№ 1, 2 и 6 (100, 140 и 100 колоний/мл соответственно).

Разрушение 10 мг/л фенола при низкой температуре воды водоемов происходило очень медленно, и максимальное количество распавшегося фенола составило 2.1 (ст. № 14).

Повышение температуры инкубирования до 20° С резко ускоряло разрушение 10 и 20 мг/л фенола, кроме ст. № 1, где распад его не наблюдался. Полное разрушение 10 мг/л фенола произошло на участке № 1 на станциях №№ 3, 5, 9, 13—16 и на всех станциях участка № 2, т. е. наиболее интенсивно фенол разрушался на станциях с повышенным содержанием солей

¹ Данные по бактериям любезно предоставлены В. М. Кудрявцевым.

азота и фосфора. На остальных станциях Волги и особенно ее притоков (за исключением ст. № 8) распад токсиканта был слабым. Следовательно, в воде исследованных станций участка № 2 содержалось достаточное количество солей азота и фосфора для полного распада 10 мг/л фенола.

Разрушение 20 мг/л токсиканта более интенсивно происходило на участке № 2, где в среднем от 20 мг/л фенола осталось 4.3 мг, и слабее на участке № 1, где среднее содержание его к концу опытов составило 10.8 мг от внесенных 20 мг/л. На станциях №№ 1, 10—12, где содержание солей азота и фосфора было наименьшим, распад фенола резко замедлялся.

Сопоставление интенсивности распада фенола с общим количеством бактерий и численностью сапрофитов не выявило прямой корреляции между ними. Так, коэффициент корреляции между степенью распада фенола и общим количеством бактерий составил 0.08, а между степенью распада фенола и количеством сапрофитов был отрицательным — 0.029.

Таким образом, наибольшая скорость распада фенола отмечалась на станциях с повышенным содержанием солей азота и фосфора; на станциях, где указанные элементы были в минимуме, распад токсиканта резко замедлялся. В проведенном исследовании не установлено прямой зависимости интенсивности разрушения фенола от количества в воде бактерий.

ЛИТЕРАТУРА

- Алекин О. А. 1954. Химический анализ вод суши. Гидрометеиздат, М.
Драчев С. М., А. С. Разумов, С. В. Бруевич. 1953. Методы химического и бактериологического анализа воды. Медгиз, М.
Костяев В. Я. и Л. М. Дьяконова. 1971. Распад фенола в присутствии подорослей и высших водных растений. Информ. Бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 10.
Лурье Ю. Ю., А. И. Рыбникова. 1966. Химический анализ производственных сточных вод. Изд. «Химия», М.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Ю. В. Ларонов и Б. А. Скопинцев

О ПРИМЕНЕНИИ АКТИВИРОВАННОЙ КРЕМНЕКИСЛОТЫ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ ПРИРОДНЫХ ВОД

При обработке природных вод на водоочистных водопроводных сооружениях нередко используют так называемую активную (активированную) кремнекислоту (Кульский и др., 1969), которая представляет собой коллоидный раствор (золь) дву-

оксида кремния. Этот раствор обычно применяют в качестве добавки к таким реагентам-коагулянтам, как сернокислый алюминий или сернокислое железо и т. д., вносимым в природную воду для удаления взвешенных частиц и окрашенных (гумусовых) соединений. Введение активной кремнекислоты (АК) ускоряет процесс образования хлопьев гидрооксида алюминия (железа) и приводит к их укрупнению; для маломутных вод оптимальная доза АК равна 5 мг $\text{SiO}_2/\text{л}$; частицы АК в щелочной и нейтральной среде имеют отрицательный заряд.

Было заманчиво испытать возможность использования только одной АК для концентрирования и дальнейшего исследования взвешенных частиц, находящихся в природных водах. Такой прием мог бы иметь определенное преимущество при изучении органической составляющей взвешенных частиц; в этом случае соосаждение гумусовых кислот, очевидно, должно быть невелико в противоположность тому, что имеет место при использовании гидроокиси алюминия и железа, несущих положительный заряд. Необходимо отметить, что имеющаяся оценка влияния АК на обесцвечивание цветных вод противоречива. Согласно Кульскому и др. (1969), АК не обладает сорбционными свойствами по отношению к веществам, определяющим цветность воды. По мнению указанных авторов, повышение степени обесцвечивания воды при введении АК объясняется ее положительным влиянием на хлопьеобразование гидрооксида алюминия и ее дальнейшую седиментацию.

Для выяснения этого вопроса нами поставлены специальные опыты на дистиллированной воде, в которую вносились для получения необходимой цветности водная вытяжка из торфа, отфильтрованная через бумажный фильтр, и для получения мутности — суспензия тонкой глины. pH определяли электрометрически, цветность — по бихроматно-кобальтовой шкале, оптическую плотность — на фотометре ФЭК-М.

Приготовленный после очистки раствор AlCl_3 имел плотность 1.26 г/см^3 и определенное в нем содержание кремнекислоты, по Гиллебранду и др. (1966), составляло в 10 мл раствора в среднем 2.95 г.

В практике водоподготовки (Клячко, Апельцин, 1962) оптимальная доза АК (5 мг) соответствует 15 мг 30%-го раствора жидкого стекла. Этот раствор готовят непосредственно перед введением в воду из раствора жидкого стекла путем нейтрализации щелочи¹ (добавлением кислоты) на 70—85% и «созревания» в течение одного часа. В нашем опыте при внесении 0.15 мл раствора АК (45 мг/л) к 5 мл дистиллированной воды и добавления 2.40 мл 0.05 н. соляной кислоты образовался в течение 2—3 мин. студнеобразный гель кремнекислоты. Если приготовленный раствор АК вносили сразу в 1 л дистиллированной, водопроводной или мутной воды, то образования хлопьев не наблюдалось даже в течение 1—2 час.; спустя 1—2 суток появлялся небольшой осадок.

¹ Продукта гидролиза соли.

Как показали опыты по коагуляции взвешенных частиц в соленой воде (Скопинцев, 1946), весьма эффективно использование хлористого кальция. Применение данного реактива после частичной нейтрализации раствора силиката натрия оказалось неэффективным; но когда раствор хлористого кальция был применен вместо кислоты, то это приводило к быстрому образованию хлопьев и их дальнейшему оседанию на дно цилиндра. В этом случае количество вносимых реактивов составляло на 1 л воды: 60 мг силиката и 4.0 мл 4 н. раствора хлористого кальция, конечная величина рН колебалась от 10 до 11.

Данный прием в дальнейшем был использован в опытах с мутными и цветными водами: вышеуказанные реактивы вносились непосредственно в воду, образование хлопьев происходило в течение 1 часа. В последующих сериях опытов количество вводимого раствора хлористого кальция уменьшено в 10 раз.

Результаты определения оптической плотности вод, содержащих тонкие глинистые частицы в количестве 10—20—50 мг/л, дали основание полагать, что при введении активной кремнекислоты и хлористого кальция наблюдается практически полное выделение взвешенных частиц. Измерения оптической плотности проводились в красной, зеленой, желтой, фиолетовой частях спектра в воде, отстоянной в течение суток и отфильтрованной через бумажный фильтр. О некоторых результатах для красной части спектра можно получить представление из табл. 2.

Изучение возможности соосаждения окрашенных гумусовых веществ с выпадающей двуокисью кремния проводилось как в окрашенной прозрачной воде, так и при наличии в ней взвешенных частиц. Исходя из имеющихся данных по влиянию рН на величину цветности (Скопинцев, 1950; Black a. Christman, 1963), можно было полагать, что это явление будет иметь место в наших исследованиях. Поэтому были произведены специальные определения, из которых следует, что при повышении величины рН до 10—11 значения цветности могут возрастать на

Т а б л и ц а 1

Изменение цветности воды, не содержащей взвешенных веществ, при внесении в нее АК

Исходная вода		Вода после введения реактивов		Вода после осаждения и фильтрации			
цветность	рН	цветность	рН	цветность	рН	цветность	рН
38	6.4	56 (148)	10.6	32 (84)	10.5	27 (71)	6.5
53	6.5	80 (151)	10.6	43 (81)	10.6	34 (64)	6.5
68	6.5	103 (152)	10.6	52 (77)	10.6	40 (59)	6.5

П р и м е ч а н и е. Цифры в скобках — цветность в процентах к исходной величине.

Изменение цветности воды, содержащей взвешенные вещества, при внесении в нее АК

	Исходная вода				После осаждения и фильтрации				После осаждения, фильтрации и приведения рН к исходному			
	6.9 42 (100)	6.9 42 (100)	7.0 42 (100)	7.0 42 (100)	10.5 34 (81)	34 (81)	35 (83)	36 (86)	6.9 28 (67)	7.0 28 (67)	7.1 28 (67)	6.9 32 (76)
рН	6.9	6.9	7.0	7.0	10.5	34 (81)	35 (83)	36 (86)	6.9	7.0	7.1	6.9
Цветность	42 (100)	42 (100)	42 (100)	42 (100)	34 (81)	34 (81)	35 (83)	36 (86)	28 (67)	28 (67)	28 (67)	32 (76)
Прозрачность света в крас- ной части спектра	94	86	71	71	100	99	99	97	98	95	95	—
Количество взвесей, мг/л	0	10	20	20	0	10	20	50	0	10	20	50

Примечание. Цифры в скобках — цветность, в процентах к исходной величине.

35—40%. В наших опытах по изучению соосаждения окрашенных гумусовых соединений двуокисью кремния величины рН после осаждения и фильтрации приводились к исходным путем добавки кислоты. Это позволяло получать истинное представление об интенсивности соосаждения гуматов (табл. 1).

Как следует из табл. 1, цветность, измеренная сразу после введения реактивов (когда хлопьеобразования еще не было), увеличилась в результате повышения рН по сравнению с исходной на 48—52%. В тех же водах после оседания в них хлопьев и фильтрации цветность понизилась по сравнению с тем, что было найдено сразу после добавления реактивов. Это указывает на частичное соосаждение окрашенных гумусовых веществ при обработке воды АК. Истинная величина «потери» окрашенных гумусовых веществ, устаиваемая после приведения величин рН к исходной, составляет в наших опытах, как это показано в двух последних графах табл. 1, от 29 до 41% от исходной.

Эти опыты были повторены на цветных водах с добавкой в них тонких глинистых частиц. В табл. 2 для иллюстрации приведены данные одного опыта.

Оказалось, что при обработке АК цветных вод, содержащих взвеси, величина цветности убывает однозначно в зависимости от концентрации взвесей. Это уменьшение цветности проявляется и до приведения величины рН к исходной и еще больше после приведения ее к первоначальной величине. Общее снижение цветности близко к тем величинам, которые приведены в табл. 1.

Отметим, что проходимость света в красной части спектра в опытах со взвесями после осаждения и фильтрации практически не отличается от таковой контрольных проб.

Таким образом, применение одной АК в количестве 60 мг SiO_2 на 1 л обеспечивает практически полное удаление взвешенных частиц, однако одновременно имеет место уменьшение цветности на 30—40 % от исходной, меняющейся в пределах 38—68°. Это уменьшение, очевидно, обусловлено соосаждением окрашенных гумусовых веществ хлопьями золя конденсированной окиси кремния; одновременное осаждение взвешенных веществ не сказывается на уменьшении цветности. Однако степень обесцвечивания в случае применения АК значительно меньше по сравнению с эффектом применения гидроокисей алюминия или железа (Скопинцев, 1931).

Очевидно, что при использовании 5 мг SiO_2 на 1 л, вносимой при водоподготовке в дополнение к обычному коагулянту, ее участие в соосаждении гумусовых соединений чрезвычайно мало, что согласуется с данными Кульского и др. (1969).

ЛИТЕРАТУРА

- Гиллебранд В. Ф., Г. Э. Мендель, Г. А. Брайт, Д. И. Гофман. 1966. Практическое руководство по неорганическому анализу. Изд. «Химия», М.
- Клячко В. А., И. Е. Апельцин. 1962. Подготовка воды для промышленного и городского водоснабжения. Госстройиздат, М.
- Кульский Л. А., В. Ф. Накорчевская, В. А. Слипенко. 1969. Активная кремнекислота и проблема качества воды. Изд. «Наукова думка», Киев.
- Скопинцев Б. А. 1931. Об обесцвечивании окрашенных вод и водных вытяжек из почвы и торфа. Журн. прикладной химии, 4, 5.
- Скопинцев Б. А. 1946. О коагуляции терригенных взвешенных частиц речного стока в морской воде. Изв. АН СССР, сер. географич. и геофизич., 10, 15.
- Скопинцев Б. А. 1950. Органическое вещество в природных водах. Тр. Гос. океанограф. инст., 17 (29).
- Black A. P. and R. F. Christman. 1963. Characteristics of Colored Surface Waters. J. Amer. Water Works. Assoc., 55, 6.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А. М. Смирнов, О. Ф. Баронкин,
И. С. Ильин

К МЕТОДИКЕ ИЗМЕРЕНИЯ ГЛУБИНЫ ВОДОЕМА

Проведение гидробиологических исследований требует автоматического измерения физических параметров, в том числе и глубины водоема. Для автоматического измерения глу-

бины водоема удобно использовать измерительную систему с датчиком давления потенциометрического типа, установленным на дне водоема, и светолучевым осциллографом, расположенным над поверхностью водоема (на судне или измерительном пункте).

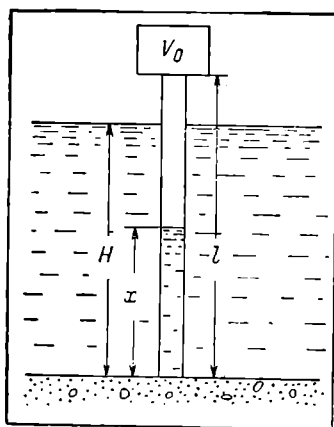


Рис. 1. Принципиальная схема приемника давления.

Значение буквенных обозначений — в тексте.

Однако установка измерительного датчика на дне водоема значительно усложняет условия его работы и требует абсолютной герметизации. Для облегчения условий работы датчика можно воспользоваться специальным приемником давления в виде трубопровода, один конец которого находится на дне водоема а другой — над поверхностью воды (рис. 1). Учитывая, что в настоящее время разработаны и серийно выпускаются оптические самописцы типов К4-51 и СД-51 с пневматическими измерительными узлами, потребность в измерительном датчике в этом случае отпадает. Как следует из рис. 1, давление, соответствующее глубине водоема, уравновешивается некоторым столбом воды в трубопроводе и давлением воздуха в нем.

Найдем зависимость давления (P), действующего на чувствительный элемент, от глубины водоема H :

$$P = f(H).$$

Использованы обозначения: P_0 — атмосферное давление, x — уровень воды в трубе, l — длина трубы, V_0 — объем камеры давления прибора.

Согласно уравнению состояния газа для изотермических процессов, имеем

$$P_1 V_1 = P_2 V_2, \quad (1)$$

где P_1 , V_1 — давление и объем до погружения трубы в воду; P_2 , V_2 — то же после погружения.

Очевидно, что $P_1 = P_0$, $P_2 = P$, $V_1 = V_0 + Sl$ (S — площадь поперечного сечения трубы по внутреннему диаметру $V_2 = V_0 + S(l - x)$). Подставляя эти значения в (1), получим

$$P_0 (V_0 + Sl) = P [V_0 + S(l - x)] \quad (2)$$

Из рис. 1 следует

$$P_0 + H = x + P. \quad (3)$$

Тогда

$$x = P_0 + H - P. \quad (4)$$

Подставляя (4) в (2) имеем

$$P_0 (V_0 + Sl) = P [V_0 + S(l - P_0 - H + P)]. \quad (5)$$

После преобразований выражение (5) принимает вид

$$SP^2 + (V_0 + Sl - SP_0 - SH)P - (P_0V_0 + P_0Sl) = 0. \quad (6)$$

Решая уравнение (6) относительно P имеем

$$P = \frac{SH + SP_0 - V_0 - Sl \pm \sqrt{(V_0 + Sl - SP_0 - SH)^2 + 4S(P_0V_0 + P_0Sl)}}{2S} \quad (7)$$

Таким образом, зависимость $P=f(H)$ известна. Для анализа и практического использования выражение (7) представляется неудобным. Произведем его упрощение на основании следующих соображений: площадь поперечного сечения трубы S можно принять за единицу, т. е. $S=1$; атмосферное давление выразим в метрах водяного столба и примем $P_0=10$; объем камеры давления V_0 примем равным ΔS , где Δl — эквивалентная длина, при этом суммарная длина l_c равна $l_c = l + \Delta l$.

На основании этих соображений выражение (7) можно записать в виде

$$P = -\frac{l_c - H - 10}{2} + \sqrt{\left(\frac{l_c - H - 10}{2}\right)^2 + 10l_c}. \quad (8)$$

Естественно, что из выражения (8) следует: при $l_c=0$, $P=H+10$; при $H=0$, $P=10$. На практике l_c должна быть всегда несколько больше H , так как измерительное устройство удобнее помещать над водой. Допустим $l_c \approx H$, тогда (8) примет вид

$$P = 5 + \sqrt{25 + 10H}. \quad (9)$$

Если $l_c = 2H$, то получим выражение

$$P = \frac{10 - H}{2} + \sqrt{\left(\frac{H - 10}{2}\right)^2 + 20H}. \quad (10)$$

При измерении глубин $1 \div 2$ м и более соотношение $l_c = H$ нетрудно выдержать. Для этого случая зависимость избыточного давления (атм.) $P=f(H)$ приведена на рис. 2, а, откуда видно, что при $l=H$ и $l=2H$ чувствительность вполне достаточна для измерения глубины водоема с помощью оптических самописцев с пневмоузлами. При этом необходимо иметь в виду, что при $l=2H$ чувствительность значительно ниже, чем при $l=H$.

Для нашего конкретного случая глубина водоема H не превышала 2 м, а длина трубопровода $l=4$ м.

Следовательно, зависимость $P=f(H)$ выразится формулой

$$P = \frac{H + 6}{2} + \sqrt{\left(\frac{H + 6}{2}\right)^2 + 40}. \quad (11)$$

Эта зависимость приведена на рис. 2, б. Из данных этого рисунка следует, что в диапазоне глубин до 2 м зависимость

$P=f(H)$ практически линейна, чувствительность составляет 0.075 атм./м. На рис. 2, б сплошная линия рассчитана по формуле 11, а точки получены экспериментально в лабораторных условиях; теоретическая зависимость хорошо согласуется с экспериментальными данными.

Небезынтересно найти выражение для уровня подъема воды в трубопроводе. Для этого выражение (8) подставим в (4):

$$x = P_0 + H + \frac{l_c - H - 10}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{l_c - H - 10}{2}\right)^2 + 10l_c}. \quad (12)$$

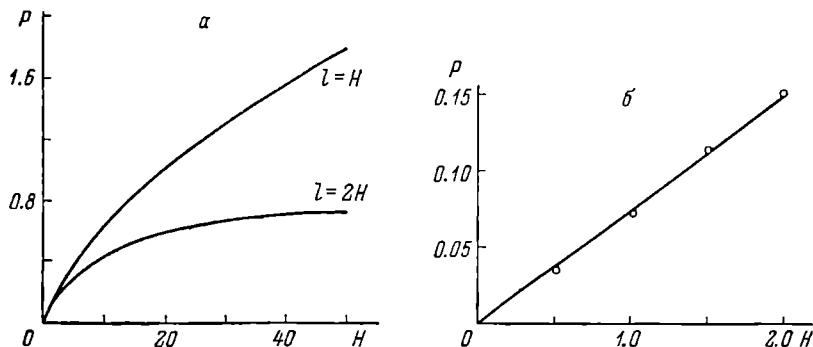


Рис. 2. Зависимость давления от глубины водоема.

а — $l=2H$ и $l=H$, б — $l=4$ м.

После простых преобразований имеем

$$x = \frac{10 + H + l_c}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{l_c - H - 10}{2}\right)^2 + 10l_c} \quad (13)$$

При $H=0$, $x=0$; $l_c=0$, $x=0$ (знак плюс перед корнем в выражении 13). Если $l=H$, то получим формулу

$$x = 5 + H - \sqrt{10H + 25} \quad (13)$$

Если $H=2$ м, то уровень воды в трубопроводе будет равен 30 см.

В заключение следует заметить, что разработанный способ измерения глубины водоема может найти практическое применение на неглубоких внутренних водоемах, при оснащении стационарных измерительных пунктов. Преимущество его перед известными аналогичными методами состоит в возможности автоматической регистрации глубины без установки измерительного устройства на дне водоема.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

О ПРИМЕНЕНИИ СТАТИСТИЧЕСКОГО МЕТОДА К РАСЧЕТУ МУТНОСТИ В СТВОРЕ РЫБИНСКОЙ ГЭС

Результаты исследований режима, распределения и состава взвешенных веществ в Рыбинском водохранилище позволяют подразделить факторы, влияющие на величину мутности в створе гидроузла, на гидродинамические и биотические. К первым относятся стоковые и ветровые течения и волнение. Они в свою очередь определяются величиной расхода воды через гидроузел, уровнем водохранилища, силой, направлением и продолжительностью ветра в день наблюдений и в предшествующий период. К биотическим факторам относятся продуцирование фитопланктона, его изменения во времени, распределение фитопланктона по площади водохранилища, соотношение величин продукции и разрушения взвешенного органического вещества в водоеме. Таким образом, мы имеем дело со множеством факторов, механизм воздействия большинства которых на величину мутности в створе гидроузла известен лишь качественно, а сочетание их, определяющее результирующую величину мутности, в значительной степени случайно. Исходя из этого, была предпринята попытка выяснить возможность применения метода линейной множественной корреляции к расчету мутности в створе Рыбинской ГЭС.

В 1967 г. в навигационный период проведены наблюдения над мутностью воды, сбрасываемой из водохранилища через агрегаты Рыбинской ГЭС, и составлена выборка, включающая 63 измеренных значения мутности (ρ). Первоначально в многомерную статистическую систему в качестве предикторов были включены средняя суточная скорость ветра с заблаговременностью 2 дня ($V_{\text{ср}}$), максимальная скорость ветра в день отбора пробы (V_{max_0}), максимальная скорость ветра с заблаговременностью 2 дня (V_{max}), расход через гидроузел в день отбора пробы (Q), уровень водохранилища (H), направление максимального ветра в день отбора пробы (D_{max_0}), направление максимального ветра двухдневной заблаговременности (D_{max_2}). Среднесуточные и максимальные скорости ветра определялись из 4 основных сроков наблюдений по ГМС «Мыс Рожновский». Включение в систему предикторов $V_{\text{ср}}$, V_{max_0} , V_{max} сделано на основе предварительного корреляционного анализа зависимостей $\rho = f(V_{\text{ср}})$ и $\rho = f(V_{\text{max}})$, в которых аргументы имели заблаговременность от нуля до 6 дней. Наиболее тесные связи получены при этом между мутностью и максимальной скоростью ветра в день отбора проб (коэффициент корреляции $r_{\rho V_{\text{max}_0}} = 0.510$), между мутностью и средней суточной скоростью ветра с заблаговременностью в 2 дня ($r_{\rho, V_{\text{ср}_2}} = 0.519$) и между мутностью и макси-

мальной скоростью ветра с заблаговременностью в 2 дня ($r_p, v_{\max_2}=0.511$). Ориентирочный расчет времени добегания воды от северной границы сбросного плёса до ГЭС, по данным инструментальных измерений, в навигационный период даст величину около двух суток. По-видимому, коэффициент корреляции между средней мутностью и максимальной скоростью ветра в день отбора пробы отражает воздействие ветровых условий на взмучивание в непосредственной близости от плотины, а коэффициент корреляции со скоростью ветра двухдневной заблаговременности — влияние ветра на мутность в прилегающих к сбросному плёсу участках Главного плёса. Включение в систему значения уровня водохранилища (H) определяется влиянием его на глубину размывающего действия волнения: чем ниже уровень, тем большие площади дна, при равных размерах волнения, подвергаются взмучиванию и тем больше должна быть мутность воды. Физический смысл включения в систему остальных предикторов достаточно ясен и не требует особых разъяснений.

Таким образом, первоначально система состояла из семи перечисленных выше предикторов, определяющих величину предиктанта ρ . После того как было установлено, что перемешанные в выборках имеют нормальное распределение, сделана попытка оптимизации системы методом просеивания предикторов, описанным применительно к гидрологическим задачам такого типа Е. Г. Поповым и В. М. Мухиным (1967). Для этого вычислялось количество информации, заключенное в каждом предикторе и в их совокупности. Предикторы, вклад которых в общее количество информации меньше принятого критерия значимости вклада, при уровне значимости 0.05, были исключены из системы (Q, D_{\max}, D_{\max_2}). Парные коэффициенты корреляции и количество информации в отобранных путем просеивания предикторах даны в таблице.

Корреляционная матрица и количество информации

Предикторы	$U_{\text{ср}_2}$	U_{max_0}	U_{max_2}	H	ρ	J'	J''
$U_{\text{ср}_2}$	1.000	0.235	0.922	-0.351	0.519	0.157	0.157
U_{max}	0.235	1.000	0.235	-0.231	0.510	0.151	0.168
U_{max_2}	0.922	0.235	1.000	-0.266	0.511	0.151	0.284
H	-0.351	-0.231	-0.266	1.000	-0.444	0.106	0.334
ρ	0.519	0.510	0.511	-0.444	1.000		

Примечание. J' — количество информации в предикторе, J'' — количество информации в совокупности предикторов.

Коэффициент множественной корреляции между ρ и отобранными предикторами $R=0.698$. Величина R свидетельствует

о том, что воздействие на мутность гидродинамических факторов, количественными характеристиками которых являются отобранные предикторы, является существенным, но не исчерпывающим. Из-за отсутствия наблюдений мы не имели возможности включить в анализ факторы биотического характера. Между тем исследования состава взвесей водохранилища показывают, что в Главном плёсе фитопланктон составляет в вегетационный период 6—12% общего веса взвесей и около 20% их веса составляет детрит значительной частью планктонного происхождения. Таким образом, соотношение основной массы биогенной и абиогенной взвеси в общих чертах согласуется с полученной степенью определения ρ совокупностью абиотических факторов.

Уравнение регрессии для расчета мутности в створе ГЭС имеет вид

$$\rho = 0.158 V_{\text{ср}} + 0.433 V_{\text{max}_2} + 0.341 V_{\text{max}_1} - 0.0136 H + 9.24.$$

Приведенная стандартная ошибка уравнения $\bar{S} = 2.8$ мг/л. Эффективность расчета по уравнению $\frac{\bar{S}}{\sigma_{\rho}} = 0.72$, где σ_{ρ} — стандартное отклонение ρ в выборке, использованной при составлении уравнения регрессии. При малочисленности имеющихся сведений о мутности в створе гидроузла и отсутствии многолетних наблюдений такая величина эффективности метода расчета на первом этапе его разработки может считаться удовлетворительной.

Можно полагать, что тип расчетной зависимости выбран достаточно удачно, поскольку связь между расчетными и действительными значениями ρ линейна и коэффициент корреляции между расчетными значениями ρ и соответственными отклонениями расчетных значений от действительных близок к нулю (-0.002). Распределение ошибок в выборке подчиняется нормальному закону.

Пользуясь полученным уравнением регрессии, можно рассчитать мутность в створе гидроузла для любых суток с указанием доверительного интервала заданной вероятности:

$$\rho = \rho' \pm t_p S_{\rho' - \rho},$$

где ρ' — значение мутности, вычисленное по уравнению; t_p — нормированное отклонение; $S_{\rho' - \rho}$ — стандартная ошибка расчета.

Для проверки полученного уравнения на независимом материале в 1969 г. выполнена серия из 24 наблюдений над мутностью в водоводах ГЭС и для тех же дней произведен расчет мутности по уравнению с указанием доверительных интервалов заданной обеспеченности.

Все полученные отклонения δ расчетных ρ' от наблюдаемых ρ укладываются в интервале $\pm t_{0.7} S_{\rho' - \rho}$. Сравнение расчетных и эмпирических обеспеченностей погрешностей метода свидетельствует об их удовлетворительном совпадении при погрешностях до 2.5 мг/л ($0.64 \sigma_{\rho}$) и для погрешностей 5.5—6.0 мг/л (около $1.5 \sigma_{\rho}$). Следовательно, для этих величин выигрыш в обеспеченности погрешностей при применении метода близок к теоретическому, равному для наших значений R и $\frac{S}{\sigma_{\rho}}$ 16%. При подобной проверке обеспеченности метода следует учитывать небольшой объем независимой выборки (24), по которой определялась эмпирическая обеспеченность.

Результаты проверки, на наш взгляд, свидетельствуют о принципиальной возможности применения метода линейной множественной корреляции для расчета мутности в створе Рыбинской ГЭС в навигационный период. Пути повышения эффективности метода для Рыбинского водохранилища заключаются, по-видимому, в более адекватном выражении элементов ветрового режима, входящих в уравнение в качестве предикторов (определение средних и максимальных скоростей ветра из большего числа сроков наблюдений или по данным самописцев). Несомненно, еще более ценным было бы включение в уравнение биотических факторов. Однако ежедневные наблюдения над ними на водохранилище не проводятся, а имеющиеся сведения об их суточных величинах настолько фрагментарны, что не поддаются статистической обработке. Что же касается всех других показателей, входящих в уравнение, то получение их, при существующей системе гидрометеорологических наблюдений на водохранилищах, не вызывает никаких затруднений.

Рассмотренный метод может быть применен в условиях, аналогичных описанному, т. е. при наличии в приплотинной части большого озеровидного расширения, в котором величина мутности зависит от воздействия местных факторов. Естественно, что для различных водоемов набор факторов и вклад каждого из них в общую информацию о величине мутности будет различен и зависим от специфики водоема.

ЛИТЕРАТУРА

Попов Е. Г., В. М. Мухин. 1967. Рейсовые прогнозы уровней воды для судоходства. Метеорол. и гидрол., 6.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ОЦЕНКА УЛОВИСТОСТИ ЗООПЛАНКТОНА РАЗЛИЧНЫМИ ОРУДИЯМИ ЛОВА

В настоящее время многими исследователями, занимающимися количественным учетом зоопланктона, совершенствуются орудия лова и сравнивается их уловистость для различных групп планктонных организмов. В большинстве случаев при работе на водоемах используют простую в обращении сеть Джеди или планктоночерпатель Богорова. При этом возникает вопрос о величине недоучета зоопланктона такими орудиями лова. Как причины недоучета многими авторами указывались следующие: 1) недостаточная фильтрация плотного газа сети; 2) потери мелких форм зоопланктона при использовании более редкого газа; 3) распугивание и нарушение распределения зоопланктона при подъеме сети или опускании планктоночерпателя и разбегание наиболее подвижных организмов.

Ф. Д. Мордухай-Болтовской и А. В. Монаков (1963) обсудили результаты сборов планктона сетью, планктоночерпателем и планктоноулавливателем системы Вовка. Последний облавливает в 200—300 раз больший объем воды, имея редкий газ, позволяющий учитывать только взрослых рачков. Планктоночерпатель и сеть с густым газом дают более полный состав планктона и более высокую его тотальную биомассу. И. П. Дьяченко (1960) показал, что в Рыбинском водохранилище — водоеме с глубиной 15 м — планктоночерпатель Богорова улавливает приблизительно в 5 раз больше, чем сеть Джеди. Позже тот же автор (Дьяченко, 1963) показал, что планктонобафометр дает в 1.3—3 раза больший улов, чем планктоночерпатель. Следовательно, по Дьяченко, при лове сетью следует полученную величину численности планктона увеличить примерно в 10 раз, чтобы иметь представление о реальных запасах планктонных животных в водоеме. Г. С. Иванькова (1968) при сравнении сети (газ № 64), бутыльного бафометра и бафометра Руттнера получила наибольшую численность всех групп зоопланктона, используя бафометр Руттнера. Для учета наннопланктона рекомендуется отстойный метод (Ромадина, 1959), центрифугирование (2000 об./мин.) или фильтрация пробы через мембранные фильтры (Heunig, 1966). Чтобы учесть неравномерно распределенных в водоеме более подвижных ракообразных, необходимо обловить большие объемы воды. Был предложен (Кирпиченко, 1962) быстродвижущийся планктоноулавливатель «Ракета-К0», собирающий за 5 мин. планктон из 1—2 м³ воды с определенной глубины. Повторные пробы обнаружили расхождение в 3% при подсчете тотального зоопланктона. Но при сравнении биомасс на 1 м³, по-

лученных разными орудиями лова, «ракетные» ловы дали значительно меньшие величины всех групп зоопланктона, как вообще все влекомые орудия лова (Монаков и Семенова, 1966). М. Я. Кирпиченко (1968) усовершенствовал свой планктоноулавливатель «Ракета-КО» и предложил использовать его для интегрированного сбора зоопланктона. В этой модификации «Ракета-КО» собирает все организмы, встречающиеся на ее пути. Такая методика диагонального или спирального лова дает возможность определить среднее количество организмов для всего водоема, что облегчает расчет продукции зоопланктона. При достаточно высокой концентрации организмов (до 1000 экз./м³) ошибка повторных проб была около 1%, при 1—200 экз./м³ — колебания ошибки составляли от 35 до 0.0%.

На оз. Дальнем (Камчатка) мы поставили цель сравнить уловистость сети Джеди, батометра Сусляева и ракеты Кирпиченко в последней модификации. Необходимо было уточнить близкую к реальной численность зоопланктона, облавливаемого сетью Джеди из газа № 64 в условиях глубокого водоема (60 м) и большой прозрачности воды (8—10 м). Некоторые исследователи, например Смайли (Smyly, 1968), считают, что скорость опускания батометра не влияет на уловистость, но промежуток времени от остановки батометра до момента его закрытия даже в 5 сек. дает потерю рачков: дафний — 30, циклопов — 50%. Пробы зоопланктона на оз. Дальнем брались с 15—20 горизонтов батометром с двумя открывающимися крышками. Горизонты для отбора проб выбирались в соответствии с данными предварительного обследования вертикального распределения организмов с тем, чтобы обловить слои их скопления. Посыльный груз срабатывал в момент достижения батометром нужной глубины: батометр вырезал объем воды в 7 л. Мгновенное закрывание крышек позволяет считать, что избегание подвижных организмов в данном случае практически отсутствует. Среднее количество зоопланктона в единице объема рассчитывалось графически. В планктоноулавливателе «Ракета-КО» использовался более редкий газ, задерживающий только рачковый зоопланктон, что позволяло облавливать значительно большие объемы воды, чем сетью или батометром. Результаты подсчета рачкового зоопланктона при параллельных ловах ракетой и батометром дали хорошее совпадение данных. По критерию Стьюдента (0.2), различия незначимые. Типичные результаты ловов представлены в табл. 1. В табл. 2 приведены величины биомасс зоопланктона и его отдельных групп в параллельных ловах ракетой, сетью и батометром. Очевидно, что сравнивать результаты лова ракетой с редким газом и сеткой с густым газом при учете тотальной пробы нельзя. Но по сравнению с пробами батометра сетные пробы дают занижение величины численности коловраток вследствие потери мелких форм при процеживании воды через ячейки сетки и

Результаты подсчета зоопланктона при параллельных ловах ракетой и серией батометров

Номер станции	Глубина, м	Орудие лова	Объем профильтрованной воды, м ³	Биомасса, мг С/м ³			Суммарная биомасса, мг С/м ³	Отношение ловов батометр — ракета
				циклопы	диаптомусы	дафнии		
1	31	Ракета	0.37	41.0	13.0	1.7	55.7	1.2
		Батометр	0.056	46.9	19.2	2.7	68.8	
2	56	Ракета	1.10	34.0	2.3	0.5	36.8	1.1
		Батометр	0.105	39.0	1.0	1.2	41.2	
3	32	Ракета	0.41	172.4	5.2	1.0	178.6	0.9
		Батометр	0.056	153.0	4.3	2.4	159.7	

прилипанию какого-то количества животных к мельничному газу.

При взятии проб батометром определенный объем воды (280 мл) фильтровался через мембранный фильтр № 6. Фильтр

Таблица 2

Биомасса зоопланктона в параллельных ловах ракетой, сетью и батометром

Номер станции	Глубина, м	Орудие лова	Объем профильтрованной воды, м ³	Биомасса, мг С/м ³						Тотальная биомасса
				метелки коловратки	аспланхона	науплии	циклопы	диаптомусы	дафнии	
1	31	Сеть	0.77	25.2	31.8	19.0	7.8	5.2	3.0	94.0
		Ракета	0.49	—	—	—	11.4	5.0	4.0	20.4
		Батометр	0.056	47.0	39.0	20.0	12.9	5.4	8.1	130.4
		Сеть	1.36	10.2	12.6	10.1	20.0	3.1	2.0	58.0
2	56	Ракета	0.58	—	—	—	28.4	12.0	3.1	43.5
		Батометр	0.105	38.2	29.6	13.8	29.1	4.8	2.1	107.6
		Сеть	0.78	2.7	3.8	3.6	36.0	3.5	1.3	50.9
3	32	Ракета	0.23	—	—	—	53.0	7.1	2.5	62.5
		Батометр	0.056	14.7	16.1	7.9	61.0	8.2	3.6	111.1

с осевшим на нем мелким зоопланктоном окрашивался эритрозином и затем отмывался от краски, а окрашенные коловратки подсчитывались под бинокулярным микроскопом МБС-1. Результаты анализа данных по уловистости статистически обработаны, найдены отношения уловов серии батометров к уловам сетью

Джеди для отдельных групп зоопланктона и его тотальной биомассы.

	Среднее отношение (М)	Ошибка среднего
Мелкие коловратки	3.80	0.61
Аспланхна	2.66	0.46
Науплии	1.71	0.23
Циклопы	1.65	0.12
Диантомусы	1.85	0.30
Дафнии	1.88	0.26
Суммарная биомасса	1.88	0.08

Сеть недолавливает коловраток на 70%, ракообразных почти на 50%. В целом для зоопланктона можно считать, что коэффициент уловистости сети Джеди равен 2. Довольно высокая уловистость по нашим данным по сравнению с результатами И. П. Дьяченко (1963), вероятно, объясняется различиями в характере водоемов. Сеть Джеди с плотным газом может быстро забиваться взвесью в мелководном малопрозрачном водоеме типа Рыбинского водохранилища, где испытывал орудия лова Дьяченко.

Таким образом, можно рекомендовать пользоваться коэффициентом 2 для получения близких к реальным количеств зоопланктона на основании сетных ловов в прозрачных олиготрофных и глубоких мезотрофных водоемах.

ЛИТЕРАТУРА

- Дьяченко И. П. 1960. Предварительные результаты сравнительных исследований орудий лова планктона. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 8—9.
- Дьяченко И. П. 1963. Сравнительный анализ уловистости планктоночерпателя системы Богорова и планктонобафометра. Матер. по биол. и гидр. волжских водохр., Изд. АН СССР, М.—Л.
- Иванькова Г. С. 1968. О методике количественного учета зоопланктона. Научн. тр. Омского мед. инст., 86.
- Кирпиченко М. Я. 1962. Новый количественный быстродвижущийся планктоноулавливатель. Вопр. экол., 4, Изд. Киевского унив.
- Кирпиченко М. Я. 1968. Учет численности водных организмов методом интегрированного сбора и расчет продукции. В сб.: Лимнология, 3, 2, «Зинатне», Рига.
- Монаков А. В. и Л. М. Семенова. 1966. Горизонтальное распределение зоопланктона в Рыбинском водохранилище по данным синхронных съемок. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 12 (15).
- Мордухай-Болотовской Ф. Д. и А. В. Монаков. 1963. Распределение зоопланктона в Рыбинском водохранилище в весенний период. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 6 (9).
- Ромадина Е. С. 1959. Зоопланктон р. Волги на участке строительства Горьковской ГЭС по сборам 1953—1954 гг. Тр. 6-го совещ. по проблемам биол. внутр. вод, Изд. АН СССР, М.—Л.
- Heunig Hermann, 1966. Methoden zur quantitativen Erfassung des Planktons. Limnologia, 4, 2.

Sm yly W. I. P. 1968. Some observations on the effect of sampling technique under different conditions on numbers of some freshwater planktonic Entomostraca and Rotifera caught by a water-bottle. J. Natur. Hist. 2, 4.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

С. В. Шманев и С. И. Генкал

ПЛЕНКА-ПОДЛОЖКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОМИКРОСКОПИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Известно большое количество пленок, получаемых растворением пластиков в соответствующих растворителях (Пилянкевич, 1961; Бирюзова и др., 1963; Кэй, 1965). Нами был опробован еще один способ получения пленки-подложки. Растворителем для пластика-полистирола послужил хлороформ. Он менее токсичен, чем рекомендуемый в литературе бензол, и такая пленка сохнет не несколько часов, а несколько минут. Пленка готовится опусканием отполированного предметного стекла в 0.1—0.2%-й раствор полистирола в хлороформе по известной методике (Пилянкевич, 1961; Кэй, 1965).

Толщина пленки определяется по ее цвету на воде. Пленка должна быть бледно-соломенная или еще светлее. Сушка на стекле производится без вакуума. Пленка получается однородной по толщине и более термостойкой по сравнению с коллоидной. Она испытывалась на микроскопе фирмы «Тесла» при ускоряющем напряжении 60 кв.

ЛИТЕРАТУРА

- Пилянкевич А. И. 1961. Практика электронной микроскопии. Машгиз, М.
Бирюзова В. И., В. Л. Боровягип, В. П. Гилев, Н. А. Киселев, А. С. Тихоненко, Ю. С. Ченцов. 1963. Электронномикроскопические методы исследования биологических объектов. Изд. АН СССР, М.
Кэй Д. (ред.). 1965. Техника электронной микроскопии. Изд. «Мир».

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ИНФОРМАЦИИ

О координации исследований по разработке рыбопропускных комплексов гидроузлов	3
---	---

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

Е. П. Никифорова и В. И. Романенко. Численность сапрофитных бактерий в воде Рыбинского и Шекснинского водохранилищ при посевах на питательные среды различного состава	5
Г. А. Лукина. Действие фенола на различные штаммы хлореллы	10
И. В. Довбня. Содержание зольных элементов в прибрежно-водных и водных растениях Горьковского водохранилища	13
Е. В. Лукина. Водная и прибрежно-водная растительность водохранилища-охладителя ГогРЭС им. А. В. Винтера	17
Л. М. Семенова. Токсическое действие фенола на зоопланктон в садках	21
Е. В. Пастухова. Формирование донной фауны Рузского водохранилища в первые годы его существования (1966—1967 гг.)	25
Л. Г. Буторина. О развитии <i>Polyphemus pediculus</i> (L.) из латентного яйца	29
И. В. Кукина. Предварительные данные по интенсивности обмена трех видов пресноводных <i>Copepoda</i>	34
И. А. Носова. Биомасса и продукция <i>Cyclops scutifer</i> в озере Курильском (Камчатка)	36
З. Н. Чиркова. Зимующая популяция рачков рода <i>Ilyocryptus</i> (<i>Cladocera</i> , <i>Macrothricidae</i>)	41
Б. А. Вайнштейн и П. В. Тузовский. Новые находки водяных клещей в фауне Ярославской области	44
П. В. Тузовский. Осеннее повышение численности водяных клещей в устьях рек и ручьев	48
Р. А. Родова. Самки хирономид (<i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i>). IX. <i>Paratendipes albimanus</i> Meig. (1818)	49
Н. В. Буторин и Т. Н. Курдина. Статистический анализ поля температуры в Ивановском водохранилище	54
В. Я. Костяев и А. Г. Бакулина. Интенсивность распада фенола в р. Волге и некоторых ее притоках	60
Ю. В. Ларионов и Б. А. Скопинцев. О применении активированной кремнекислоты для выделения взвешенных частиц природных вод	63
А. М. Смирнов, О. Ф. Баронкин, И. С. Ильин. К методике измерения глубины водоема	67
Н. А. Зиминова и В. П. Курдин. О применении статистического метода к расчету мутности в створе Рыбинской ГЭС	71
Е. Б. Павельева и Ю. И. Сорокин. Оценка уловистости зоопланктона различными орудиями лова	75
С. В. Шамаев и С. И. Генкал. Пленка-подложка для электронно-микроскопических исследований	79

INFORMATION

On coordination of investigations on designing fish passes in hydro-electrical works	3
--	---

ARTICLES

E. P. Nikiforova and V. I. Romanenko. The abundance of saprophytic bacteria in the Rybinsk and Sheksna reservoirs when growing on nutrient media of various composition . . .	5
G. A. Lukina. The effect of phenol on various strains of <i>Chlorella</i> . . .	10
I. V. Dovbnya. Contents of ash elements in coastal-aquatic and aquatic plants of the Gorky reservoir	13
E. V. Lukina. The aquatic and coastal-aquatic vegetation of the cooler reservoir of the A. V. Vinter power plant	17
L. M. Semenova. Toxic effect of phenol on zooplankton in experimental tanks	21
E. V. Pastukhova. The formation of bottom fauna of the Ruzskoe reservoir in the first years of its existence (1966—1967) . . .	25
L. G. Butorina. On the development of <i>Polyphemus pediculus</i> (L.) from latent egg	29
I. V. Kukina. Preliminary data on the intensity of metabolism in three species of freshwater <i>Copepoda</i>	34
I. A. Nosova. Biomass and production of <i>Cyclops scutifer</i> in the Kurilskoe lake (Kamchatka)	36
Z. N. Chirkova. Wintering population of crustaceans of the genus <i>Ilyocryptus</i> (<i>Cladocera</i> , <i>Macrothricidae</i>)	41
B. A. Wainstein and P. V. Tuzovsky. New findings of water mites in the fauna of the Yaroslavl region	44
P. V. Tuzovsky. The autumn increase in abundance of water mites in the mouths of rivers and springs	48
R. A. Rodova. Females of Chironomidae (<i>Diptera</i>). IX. <i>Paratendipes albimanus</i> Meig. (1818)	49
N. V. Butorin and T. N. Kurdina. Statistical analysis of temperature field in the Ivankovo reservoir	54
V. Ya. Kostyaev and A. G. Bakulina. The intensity of decomposition of phenol in the Volga and its tributaries	60
Yu. V. Larionov and B. A. Skopintsev. On the use of activated silica for separation of suspended particles in natural waters	63
A. M. Smirnov, O. F. Baronkin, I. S. Iljin. On the technique of depth measuring in water-bodies	67
N. A. Ziminova and V. P. Kurdin. On the application of statistical method for the estimation of turbidity in the outlet of the Rybinsk power station	71
E. B. Pavelieva and Yu. I. Sorokin. The estimation of zooplankton catchability of various sampling gears	75
S. V. Shmanev and S. I. Genkal. Supporting film for electron microscopic investigations	79