

ISSN 0320-9652

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

41

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

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 41



ЛЕНИНГРАД
«НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1979

Сборник содержит информацию о международных и всесоюзных совещаниях, посвященных общим проблемам гидробиологии, метаболизму озер и высшим водным растениям; оригинальные научные сообщения по биологии, морфологии и продуктивности микроорганизмов, низших и высших водных растений, зоопланктона и зообентоса и др. вопросам.

Издание рассчитано на гидробиологов, гидрологов, биологов.

О т в е т с т в е н н ы й р е д а к т о р
Б.А. ВАЙНШТЕЙН

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД
Информационный бюллетень № 41

Утверждено к печати
Институтом биологии внутренних вод Академии наук СССР

Редактор издательства Л.М. Маковская
Технический редактор Е.В. Поликтова
Корректоры Г.Н. Атлас и Т.А. Румянцева

ИБ № 8767

Подписано к печати 29.01.79. М-26848. Формат 60 x 90 1/16.
Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Печ. л. 5 1/2 = 5,50
усл. печ. л. Уч.-изд. л. 5,18 . Тираж 1150. Изд. № 7293.
Тип. зак. № 257. . Цена 80 к.

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

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

Б $\frac{21009 - 529}{055(02) - 79}$ 794-79

© Издательство „Наука“, 1979 г.

ГОДИЧНЫЙ ПЛЕНУМ НАУЧНОГО СОВЕТА АН СССР ПО ПРОБЛЕМАМ ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДЕМОВ

На годовичном пленуме Научного совета, проходившем с 30 января по 3 февраля 1978 г., были рассмотрены и обсуждены результаты работ 1977 г. по курируемым проблемам и задачи дальнейших исследований.

Осуществляя решения XXV съезда КПСС, в юбилейном году пятилетки советские гидробиологи и ихтиологи, специалисты смежных областей науки внесли существенный вклад в разработку проблем более широкого и рационального использования водных и биологических ресурсов, в том числе морей и океанов, в разработку научных основ охраны и преобразования природы в целях улучшения естественной среды, окружающей человека.

К наиболее существенным результатам научных исследований относится подготовка к изданию монографической сводки в 4 томах, посвященной биологическим ресурсам гидросферы, их использованию и охране.

Выполнено обобщение материалов по развитию сообществ и продукции пелагиали северных, тропических и антарктических районов Мирового океана, составлены карты распределения индикаторных видов фитопланктона по акватории и биотический баланс сообществ восточно-тихоокеанских алвелингов с оценкой чистой продукции пелагических сообществ, их отдельных трофических уровней и групп.

В результате комплексных исследований структуры и продуктивности пелагиали северо-западного сектора Атлантического океана установлены закономерности потребления и использования пищи морскими организмами в планктонных экосистемах, выполнено математическое описание влияния интенсивности питания животных на популяционные показатели выживаемости.

Рыбохозяйственные исследования большого объема позволили резко снизить ожидаемые потери вылова рыбы, возникающие в связи

с введением рядом государств 200-мильных экономических зон и изменением районов промысла. В Атлантическом океане обнаружены 5 новых районов промысла рыб, в 3 из них уже начат активный промысел. Два новых района добычи тунца открыты в Индийском океане. В Тихом океане выявлены новые районы образования скоплений сардины-иваси и скумбрии. В водах советской зоны Баренцева моря открыт новый район промысла креветок на Гусиной банке, позволивший в первый год эксплуатации выловить их до 56 тыс. т.

Доказана принципиальная возможность культивирования мидий в Баренцевом море, а на примере Белого моря показано, что марикультура мидий обогащает прибрежные воды органическим веществом. Поскольку мидии – важнейший объект для искусственного разведения и выращивания, эффективное культивирование их – путь значительного увеличения продукции ценного пищевого белка в прибрежной зоне морей.

Выполнено монографическое обобщение результатов многолетних биологических, гидрологических и гидрохимических исследований Волги. Изучены процессы продуцирования и трансформации органического вещества гидробионтами, оценены продукционные возможности массовых видов организмов. Определена суммарная продукция и деструкция органического вещества в водохранилищах Волги, установлены запасы рыб, особенности их воспроизводства, предложены мероприятия по сохранению и увеличению рыбных богатств Волги и ее водохранилищ.

Разработаны научные обоснования развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах, осуществление которых позволит увеличить выход рыбы примерно в 3 раза.

Разработаны биологические обоснования мероприятий по защите с помощью высших водных растений канала Днепр-Донбасс от загрязнения.

Большое внимание уделялось разработке новых и усовершенствованию существующих методов гидробиологических исследований. Впервые проведены глубоководные исследования Байкала с помощью аппаратов „Пайсис“. Разработаны и апробируются новые методы дистанционной оценки концентрации хлорофилла, измерения аденозинтрифосфорной кислоты и аминокислот как показателей продукционных процессов. Разработаны и улучшены многочисленные методы химического анализа вод для гидробиологических целей и контроля евтрофикации и загрязнения, модернизируется стандартное гидробиологическое оборудование.

Заметные результаты получены при внедрении научных разработок в народное хозяйство. Использование результатов научных исследований ряда учреждений при разработке новых конструкций рыбопропускных устройств речных гидроузлов при проектировании комплексов Кочетовского, Рижского, Тюямунского, Федоровского и ряда других гидроузлов даст экономический эффект порядка 28 млн руб.

Внедрено техническое задание на проектирование опытно-промышленной установки для культивирования морских рыб. Проведены

исследования биологической активности отдельных компонентов и образцов необрабатываемых красок и механизма их действия.

На Запорожском автомобильном заводе „Коммунар“ надежно работает первая в мире установка биологической очистки сточных вод от шестивалентного хрома. Очистка сточных вод при помощи бактерий оказалась в 5–10 раз эффективнее химических способов и намного дешевле. Этот способ очистки запатентован в США, Англии, ФРГ, Франции, Швеции и других странах.

Наряду с отчетными докладами о деятельности Научного совета и его секций в 1977 г. на пленуме был заслушан ряд научных докладов: „Современное состояние и перспективы развития товарного рыбоводства“ (Л.С. Бердичевский, Б.Г. Иогансен, Г.Д. Поляков, В.И. Ананьев), „Рыбохозяйственное использование сбросных теплых вод энергетических объектов“ (Л.С. Бердичевский, Б.В. Веригин, А.Н. Корнеев, Л.А. Корнеева, В.Г. Фарберов), „Пресноводные зоофлагеллаты (бесцветные жгутиконосцы) и их роль в трофике водоемов“ (Б.Ф. Жуков), „Экология биосинтеза морского фитопланктона“ (О.И. Кобленц-Мишке) и другие.

В работе пленума Научного совета и его секций приняло участие около 200 специалистов. В решении пленума дана оценка работы за 1977 г., определены задачи исследований по проблеме на ближайшее время и намечены пути их решения.

Н.В. Буторин

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ „МЕТАБОЛИЗМ В ОЗЕРАХ И УПРАВЛЕНИЕ ИМ“

В 1977 г. Швеция торжественно отметила 500-летний юбилей старейшего в стране uppsальского университета. В ознаменование юбилея в г. Упсале были проведены международные встречи ученых по всем отраслям науки. С 22 по 27 августа состоялся симпозиум, посвященный проблемам метаболизма в озерах и управления им. Он был созван Академией наук Швеции, Международным союзом лимнологов (SIL), Лимнологическим институтом uppsальского университета. Симпозиум был приурочен к окончанию 20-го конгресса SIL в Копенгагене. Его организатор – известный лимнолог академик В. Роде.

Первая половина заседаний проходила на Лимнологической станции на оз. Эркен, вторая – в Лимнологическом институте в г. Упсале. В симпозиуме приняли участие 90 делегатов, из которых 25 от 11 стран были приглашены с докладами: от скандинавских стран представлено 9 докладов, от США – 7, от СССР, Канады и ФРГ по 2, от Австралии, Польши, Израиля по 1.

Симпозиум рассмотрел фундаментальные исследования функционирования озерных экосистем и их приложение к решению практичес-

ких вопросов в условиях нарастающего загрязнения и евтрофирования водоемов. Доклады группировались вокруг следующих проблем.

1. Философия и методология лимнологических исследований, значение их в решении практических вопросов управления озерными системами (W.Rodhe, A.Iernelöv, J.Talling, Ю. Сорокин).

2. Роль микроорганизмов в круговороте веществ и продуктивности озерных экосистем. Методы микробиологических исследований (I.Hobbie, J.Overbeck, В. Романенко).

3. Динамика биогенных элементов, в частности фосфора и азота, их поглощение и регенерация (I.Ahlgren, G.Andersson, Cr.Naliwaiko, U.Tessenow, P.Jonasson).

4. Экология синезеленых водорослей, их продукция и роль высшей водной растительности в продукционных процессах и самоочищении водоемов (A.Horne, V. Ilmavirta, R. Wetzel, G. Likens, A. Szczepanski, H. Holtan).

В ряде докладов говорилось о режиме биогенных элементов в озерах разного типа и о регулировании процессов их поступления в водоемы со сточными водами. Это был один из примеров улучшения качества воды (I.Ahlgren, S. Björk, C. Forsberg, P. Dillon, R. Pechlander, W. Edmondson, T. Ahl).

Среди интересных методических приемов надо отметить сообщение K. Pettersson, который разработал очень чувствительный энзиматический метод определения концентрации минерального фосфора. Метод позволяет определить истинную концентрацию фосфора, не связанного с органическим веществом и поэтому доступного фитопланктону.

Большое место в дискуссиях заняли вопросы философии и методологии в лимнологии. В частности, W.Rodhe в своем докладе говорил о том, что "... модели озерных экосистем становятся все более и более софистическими". Многие исследователи в выступлениях указывали на необходимость развития фундаментальных исследований, без которых эмпирические материалы трудно объяснить. Например, директор шведского Института очистки сточных вод (чисто прикладное учреждение) заявил, что без дальнейшего развития фундаментальных исследований невозможно совершенствовать способы регулирования режима озер, так как практики в рамках эмпиризма становятся слепыми.

В ряде докладов приводились примеры благоприятного воздействия на качество воды удаления биогенных элементов из сточных вод и донных отложений из малых озер, и даже были приведены схемы технических конструкций для вычерпывания илов (G. Andersson).

Активно обсуждались вопросы о роли микроорганизмов в экосистемах озер, методические приемы определения численности бактерий и их продукции. Особенно остро обсуждался вопрос о прямом учете количества бактерий на мембранных фильтрах (I. Hobbie, Ю. Сорокин, В. Романенко).

В докладе А. Horne было показано, что те виды синезеленых водорослей, которые способны фиксировать свободный азот, в массе развиваются в озерах даже при отсутствии стока биогенных элементов.

Для участников симпозиума был устроен прием ректором университета в г. Упсале д-ром Сегерстедом и в Академии наук в Стокгольме ее секретарем д-ром Бернгардом. Участники симпозиума отдали дань уважения великому биологу Карлу Линнею и посетили его дом-музей в Ботаническом саду в г. Упсале и за городом.

В.И. Романенко, Ю.И. Сорокин.

ПЕРВАЯ ВСЕСОЮЗНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ВЫШИМ ВОДНЫМ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНЫМ РАСТЕНИЯМ

7-9 сентября 1977 г. в Борке состоялась 1-я Всесоюзная конференция по высшим водным и прибрежно-водным растениям. Она была организована Институтом биологии внутренних вод АН СССР, Научным советом АН СССР по проблемам гидробиологии, ихтиологии и использования биологических ресурсов водоемов, Институтом озераведения АН СССР и Всесоюзным гидробиологическим обществом. В работе приняли участие 105 специалистов из 55 учреждений страны. На конференции заслушано 68 докладов по следующим вопросам: флора, систематика, география и охрана водных растений; фитоценология, экология и продукционные процессы; физиология, биохимия растений. На пленарных заседаниях были представлены обзорные доклады об основных понятиях и терминологии в гидрботанике и методике изучения водной растительности. В них обобщались работы советских и зарубежных специалистов за последние десятилетия, указывались достоинства и недостатки отдельных методик, обращалось внимание на слабое внедрение новых методов исследования. Особо выделена необходимость широкого использования методов аэрофотосъемки при картировании растительного покрова крупных водоемов. В докладах о растительности водохранилищ-охладителей СССР и географии водных растений рассмотрены материалы многолетних исследований флоры и растительности.

Обширные сведения о растительном покрове, степени зарастания и продукции фитоценозов гидрофильных растений приведены в обзоре „Растительность водоемов Украины”. На необходимость изучения эколого-физиологических особенностей макрофитов для наиболее полного представления о процессе круговорота органического вещества в водоеме указано в сообщении „Эколого-физиологические исследования высших водных растений в связи с их ролью в самоочищении водоемов”.

В ходе дискуссий и обсуждений докладов высказано ряд конкретных предложений о повышении уровня исследовательских работ в области гидробиологии,

Конференция постановила: создать единый научно-организационный координационный центр при Институте биологии внутренних вод АН СССР с привлечением исследователей-специалистов Института гидробиологии АН УССР, Института озераведения АН СССР, Института ботаники АН ТССР, кафедры гидробиологии МГУ, Дарвинского заповедника и других научных учреждений страны. Возложить на этот центр разработку единой программы гидробиологических исследований.

В заключение участники конференции ознакомились с гербарием ИБВВ АН СССР и его лабораториями. Тезисы докладов опубликованы в сборнике „Первая Всесоюзная конференция по высшим водным и прибрежно-водным растениям“, Борок, 1977, фиксированные выступления – в сборнике „Высшие водные растения“, Киев, „Наукова думка“, 1977.

И.В. Довбня

М.Б. В а й н ш т е й н

ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БАКТЕРИЙ

Для определения численности бактериопланктона пробу воды пропускают через фильтр и считают оставшихся на нем бактерий [3]. Бактерии на фильтре располагаются довольно равномерно, но их количество на микроучастках может варьировать [2]. Неравномерность рассеяния микроорганизмов обусловлена 2 причинами. Во-первых, расположение бактерий на плоскости зависит от пористости фильтра. Но при использовании одинаковых фильтров и воронки величина этой ошибки постоянна. Во-вторых, густота распределения бактерий на фильтрах зависит от неравномерности распределения бактериопланктона в воде, наличия в пробе микроколоний, сгущений, агрегатов и т.д.

В настоящей работе проверена возможность численно оценить неравномерность распределения бактериопланктона при расчете бактерий на фильтрах.

Для учета бактерий использованы мембранные фильтры „Синиор“ (Чехословакия) с диаметром пор 0.3–0.4 мкм и площадью рабочей поверхности 3.14×10^8 мкм²; объем пробы был равен 2 мл. Высушенные мембранные фильтры окрашивали эритрозином. Бактерии из воды оз. Кононьер подсчитывали под микроскопом МЛ-2 с объективом $\times 90$, в каждом поле зрения учитывали число бактерий, расположенных на 2700 мкм². Бактерии из воды оз. Кичиер–Черное подсчитывали под микроскопом „Эргавал“ (ГДР) с объективом $\times 100$ на 2450 мкм² в каждом поле зрения.

Для выражения неравномерности распределения нами был использован коэффициент агрегированности Сведберга, до этого применявшийся для оценки распределения беспозвоночных [1]. Этот коэффициент распределения (K_c) определяли по формуле:

$$K_c = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(n-1) \cdot \bar{x}},$$

где n — число просмотренных полей зрения, \bar{x} — средняя численность бактерий в поле зрения, т.е. рассматривали неравномерность распределения как отношение дисперсии числа бактерий $\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$ к их среднему количеству \bar{x} .

Однако при разном абсолютном количестве организмов значения коэффициентов могут совпадать при совершенно различном распределении. Например, при распределении бактерий в 10 полях зрения (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 100 и при 0, 0, 0, 0, 0, 180, 180, 180, 180, 180) величины K_c будут одинаково равны 100 кл./поле зрения. Поэтому мы использовали более простой коэффициент распределения (K), выражаемый в %:

$$K = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \cdot 100}{2(n-1) \cdot \bar{x}}.$$

В другой форме записи

$$K = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \cdot 100}{(n-1) \cdot \bar{x}},$$

где $x_i > \bar{x}$.

Максимально неравномерным распределение будет, если все бактерии сосредоточатся в одном поле. В этом случае превышение их концентрации над средней величиной равно $x - \bar{x} = n\bar{x} - \bar{x} = (n-1)\bar{x}$. Таким образом, коэффициент K показывает отношение числа бактерий, превышающего среднюю величину, $\frac{\sum (x_i - \bar{x})}{2}$ или $\sum (x_i - \bar{x})$

при $x_i > \bar{x}$, к максимальному возможному превышению $(n-1)\bar{x}$.

В таблице приведены найденные значения коэффициентов распределения бактерий K_c и K для различных горизонтов меромиктических озер: евтрофного Кичиер-Черное и дистрофированного мезотрофного Кононьер. На каждом фильтре просчитывали по 10 полей зрения. В воде оз. Кононьер количество бактерий было относительно невелико, поэтому для определения общей численности просчитывали 2 раза по 10 полей [2]. Коэффициенты распределения в этом случае приведены как средние из 2 повторностей.

Полученные результаты показывают, что неравномерность распределения бактерий в озерах неслучайна и обнаруживает определенные особенности. В лабораторных опытах Яннаша и Притчарда [4] с бактериальными культурами агрегированность бактерий возрастала с внесением в среды взвесей, даже если сами взвешенные частицы не утилизировались. В этих же опытах увеличение содержания растворенного органического вещества уменьшало агрегированность. Аналогичные закономерности выявляются в исследованных нами озерах. В вертикальном распределении бактерий в оз. Кичиер-Черное был отмечен один выраженный максимум неравномерности в слое

Коэффициенты распределения бактерий

Глубина, м	К _с , кл./поле зрения	К, %	Глубина, м	К _с , кл./поле зрения	К, %
оз. Кичиер-Черное			оз. Кононъер		
0	2.5	8.2	0	30.5	43.9
1	2.0	7.7	1	6.9	25.2
2	3.9	10.9	2	6.7	26.3
3	7.3	13.1	3	32.7	42.3
4	78.7	20.3	4	43.3	46.8
4.5	14.0	9.6	5	26.7	40.6
5	10.4	9.3	6	10.9	35.8
5.5	4.1	8.9	7	4.2	14.6
6	3.3	8.0	8	1.3	7.9
7	6.7	12.6	9	3.0	15.7
			10	7.0	22.1
			11	5.2	18.3
			12	3.6	14.8
			13	1.9	10.5
			15	2.1	10.4
			17	2.3	18.6
			20	1.9	12.8

хемоклина (рис. 1), а в оз. Кононъер 3 пика неравномерности: на поверхности воды, в слое фотосинтеза и в слое хемоклина (рис. 2). Таким образом, в обоих озерах бактерии были наиболее неравномер-

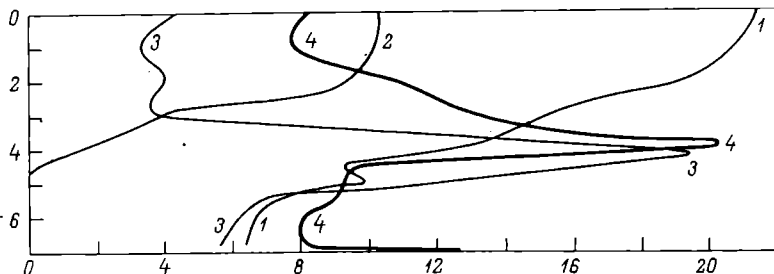


Рис. 1. Распределение бактерий в оз. Кичиер-Черное, июнь 1976 г. По оси ординат - глубина, м; по оси абсцисс: 1 - температура, °С; 2 - кислород, мг/л; 3 - численность бактерий, $\times 10^6$ кл./мл; 4 - коэффициент распределения бактерий, К, %.

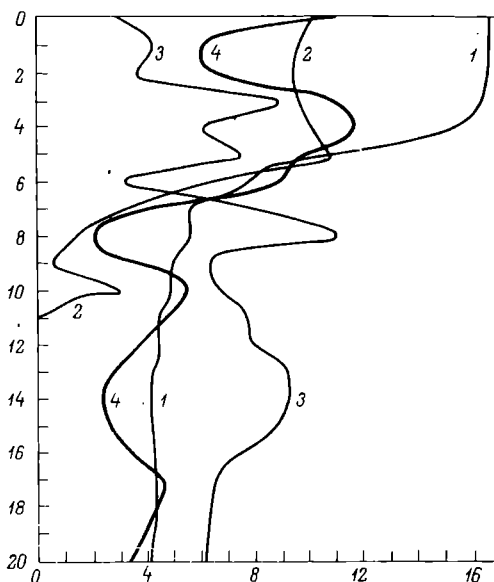


Рис. 2. Распределение бактерий в оз. Кононье, июль 1976 г. По оси абсцисс: 3 - численность бактерий, $\times 2 \cdot 10^5$ кл./мл; 4 - коэффициент распределения бактерий К, $\times 4\%$. Остальные обозначения те же, что на рис. 1.

но распределены (или агрегированы) на тех горизонтах, где больше взвешенных частиц. В то же время неравномерность распределения в мезотрофном, т.е. содержащем меньше РОВ, оз. Кононье выражена больше, чем в евтрофном оз. Кичиер-Черное, и по числу пиков, и по их величине. Следует заключить, что проведенная ста-

тистическая обработка прямого счета на фильтрах позволяет оценить распределение бактерий, а полученные для озер данные подтверждают лабораторные эксперименты Яннаша и Притчарда [4].

Л и т е р а т у р а

1. В а й н ш т е й н Б.А. Распределение пресноводных беспозвоночных и методы оценки их обилия. – В кн.: Биология и продуктивность пресноводных организмов. Л., 1971, с. 285–294.
2. Л е б е д е в а М.Н., Ш у м а к о в а В.Г. К вопросу о достоверности данных, полученных методом прямого учета бактерий на фильтрах. – Микробиология, 1969, т. 38, вып. 2, с. 351–355.
3. Р а з у м о в А.С. Микробиальный планктон воды. – Тр. ВГБО, 1962, т. 12, с. 60–190.
4. J a n n a s c h N.W., P r i t c h a r d P.H. The role of inert particulate matter in the activity of aquatic microorganisms. – Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 1972, vol. 29, suppl., p. 289–308.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

С.В. М о н а к о в а

БАКТЕРИАЛЬНОЕ УСВОЕНИЕ АЦЕТАТА В ВОДЕ ОЗЕР ЛАТВССР

Для оценки интенсивности процессов потребления органических веществ микрофлорой водоемов Райт и Хобби [2] разработали оригинальный метод с применением радиоактивных изотопов, который позволяет определить максимальную скорость потребления веществ бактериями, их время оборота и примерное содержание в воде. Величина максимальной скорости поглощения характеризует потенциальную возможность данной бактериальной популяции усваивать вещества и зависит от активности и численности бактерий.

Цель данной работы – определить скорость потребления ацетата, используя названный метод, в воде водоемов разной трофности. Работа выполнена во время экспедиции летом 1975 г. на 6 озерах ЛатвССР, различавшихся по размерам, глубине, трофности, температурному и кислородному режимам.

Пробы воды отбирались на разных участках озер (в зарослях высшей водной растительности у берега и в центре) и на разных глубинах (см. таблицу). Отобранную воду разливали в склянки по 30 мл. Изотоп, содержащий 13,9 мкг С в 1 мл, вносили в следующие количества: в 1-ю склянку 0,05 мл, во 2-ю 0,10, в 3-ю 0,15, в 4-ю 0,20, в 5-ю (контрольную) 0,10 мл. Все анализы производились в 2 повторностях. Пробы фиксировали раствором Люголя (0,2 мл): в контрольных склянках тотчас же после добавления изотопа, в остальных после инкубации в водоеме в течение 1-4 ч. Затем пробы фильтровали через мембранный фильтр № 3, фильтры промывали изотоническим раствором хлористого натрия (10 мл) и высушивали. Радиоактивность микроорганизмов на них определяли в лаборатории под торцовым счетчиком Гейгера.

Скорость потребления ацетата (V) рассчитывали по формуле:

$$V = \frac{r \cdot (A + S)}{R \cdot t},$$

где r — радиоактивность микроорганизмов на фильтре, имп/мин; A — количество ацетата, добавленного в пробу, мкг С/л; S — количество ацетата, содержащегося в воде, мкг С/л; R — радиоактивность внесенного в пробу ацетата, мин/имп; t — время инкубирования, ч.

Величину S находили графически (рис. 1): отрезок оси абсцисс влево от ординаты до пересечения с наклонной прямой, проведенной через нанесенные точки, приблизительно равен природной концентрации ацетата в воде.

Содержание ацетата в поверхностном слое воды в обследованных озерах колебалось от 8 до 25 мкг С/л, максимальным оно было в олиготрофном оз. Бригенес, минимальным — в олигодистрофном оз. Заболотниеку (см. таблицу). Время оборота ацетата варьировало от 88 до 1625 ч.

Наиболее интенсивно потребление ацетата шло в евтрофном оз. Доткас, где максимальная скорость его была на порядок выше, чем в других водоемах.

В зарослях процессы поглощения ацетата протекали намного интенсивнее, чем в открытых частях.

В озерах с температурной стратификацией (Бригенес, Дридза, Заболотниеку) в слое термоклина ацетат поглощался в 2-2,8 раза медленнее, чем у поверхности. Снижение скорости потребления ацетата в слое температурного скачка соответствовало снижению общей численности бактерий на этих горизонтах (рис. 2) [1].

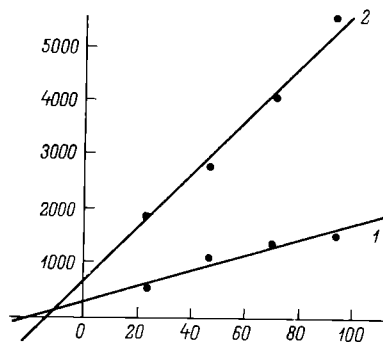


Рис. 1. Графический анализ потребления ацетата в поверхностном слое воды оз. Вишю.

1 - заросли, 2 - центральная часть. По оси ординат: отношение общей радиоактивности ацетата к радиоактивности препарата за время опыта - $\frac{R \cdot t}{C}$; по оси абсцисс - количество добавленного ацетата, мкг С/л.

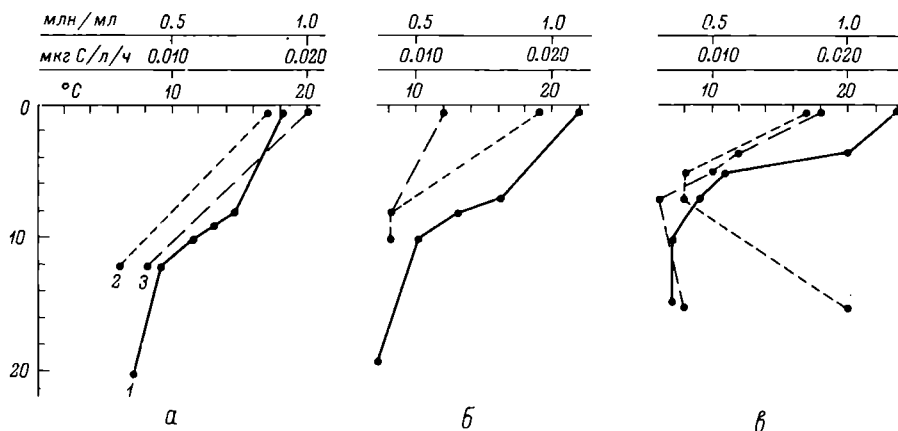


Рис. 2. Скорость потребления ацетата и общая численность бактерий в озерах с температурной стратификацией.

Озера: а - Дридза, б - Бригенес, в - Заболотниек. 1 - температура, 2 - скорость потребления ацетата, 3 - общая численность бактерий. По оси ординат - глубина, м.

Озеро	Трофность	Глубина, м	Температура, °С	Содержание кислорода, $\text{мгO}_2/\text{л}$	Перманганатная окисляемость, $\text{мгO}_2/\text{л}$	Содержание ацетата, $\text{мкгC}/\text{л}$	Скорость потребления ацетата, $\text{мкгC}/\text{л в час}$
Доткас	Евтрофное	4.0	20	10.9	12.3	11	0.125
Вишкю:							
заросли	Мезотрофное	1.3	21	9.7	8.9	19	0.068
центр		7.0	20	10.1	8.5	13	0.020
Резнас:							
заросли	Олиготрофное	0.8	20	7.9	5.8	14	0.034
восточная часть		11.5	16	8.6	5.1	14	0.021
центр		10.0	19	9.8	5.3	16	0.020
Дридза		44.0	18	9.7	5.7	14	0.017
Бригенес		22.0	22	9.6	5.4	25	0.019
Заболотниеку	Олигодистрофное	15.0	24	9.4	20.6	8	0.017

Л и т е р а т у р а

1. Лаптева Н.А., Даукшта А.С., Монакова С.В. Численность бактерий в озерах Латвии, учитываемых методом предельных разведений на среде с естественным содержанием органического вещества. - Информ.бюл. „Биол. внутр. вод“, 1977, 37 с.
2. Wright R.T., Hobbie I.E. The uptake of organic solutes in lake water. - Limnol. Oceanogr, 1965, vol. 10, N 1, p. 22-28.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАСТАНИЯ БАКТЕРИЯМИ ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИХ СЕТОК В ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛЕНКЕ ВОДЫ

Для приготовления бактериальных препаратов при исследованиях под электронным микроскопом анализируемые пробы обычно наносятся пипеткой Пастера или бактериальной петлей на электронные металлические сетки, покрытые тонкой пленкой коллодия [2]. Изготовление препаратов из воды озер и водохранилищ вызывает определенные трудности, связанные с тем, что концентрация микроорганизмов здесь невелика и на сетку, размер которой всего 3 мм в диаметре, приходится последовательно наносить несколько капель жидкости, каждый раз высушивая предыдущую. Если же микроорганизмы концентрировать фильтрованием, у них обламываются жгутики, нарушаются клеточные выросты и т.п. Поэтому Хирш и Панкраш [3] предложили метод обрастания готовых к употреблению сеток с нанесенным коллодием. Их выдерживают в воде несколько часов или суток, затем микроорганизмы контрастируют и просматривают под электронным микроскопом.

В поверхностной пленке воды водоемов численность бактерий в 100–1000 раз выше, чем в воде [1]. Помещая в сосуды с водой предметные стекла таким образом, чтобы 1/3 стекла находилась в воздухе, а 2/3 в воде, мы обнаружили, что в поверхностном слое воды происходит настолько интенсивное обрастание бактериями, что через 1–2 суток на стекле образуется сплошная полоса (рис. 1, а). Толщина ее зависит от содержания органического вещества в воде: чем его больше, тем полоса обрастания толще.

Мы пробовали поместить в поверхностный слой электронно-микроскопические сетки. По 2 штуки параллельно одна другой они помещались на предметные стекла, и затем на них наносилась пленка коллодия. После высушивания сетки прочно удерживаются коллодием на предметном стекле. Вода из водоема отбиралась в вегетационный сосуд, на верхние края которого прикреплялась деревянная планка. К ней в натянутом положении прибавалась ниппельная резиновая трубка. Стекла с сетками подсовывались под нее и прочно удерживались на таком уровне, чтобы последние находились в поверхностной пленке воды. Через сутки сетки вынимались и на каждую маленькой бактериальной петлей наносили по 1 капле контрастирующего раствора уранил-ацетата. Через 30–60 с его смывали в стакане с водой и после высушивания препараты просматривались под электронным микроскопом „Тесла“.

Оказалось, что в поверхностной пленке воды бактерии очень интенсивно прикрепляются к коллодию. Численность их высока, распределяются они равномерно. С помощью интерферирующего фазово-контрастного устройства под световым микроскопом „Zetopan“ (фирма Рейхерт) на голубом поле был сделан снимок одного квадрата

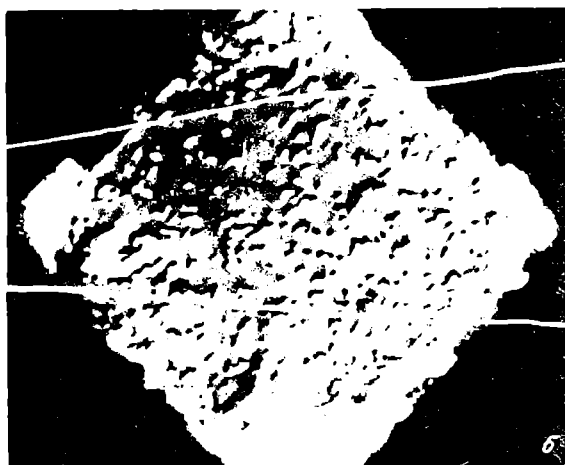


Рис. 1. Обрастание предметов в поверхностной пленке воды из Рыбинского водохранилища за 1 сутки.

а - полоса обрастания предметного стекла (заснято на микроскопе „Zetopan” с помощью интерферирующего фазового контрастного устройства (об. х 63, ок. х 10, собственное увел. х 3); б - обрастание электронно-микроскопической сетки. (снимок сделан при тех же условиях, квадрат - окошко сетки).

электронной сетки (рис. 1, б). Как видно, бактерии удобно располагались для микроскопирования.

В воде из Рыбинского водохранилища в большом количестве были обнаружены бактерии сем. *Caulobacteriaceae*. Особенно много их в пробах разлагающихся водорослей (рис. 2, а, б).

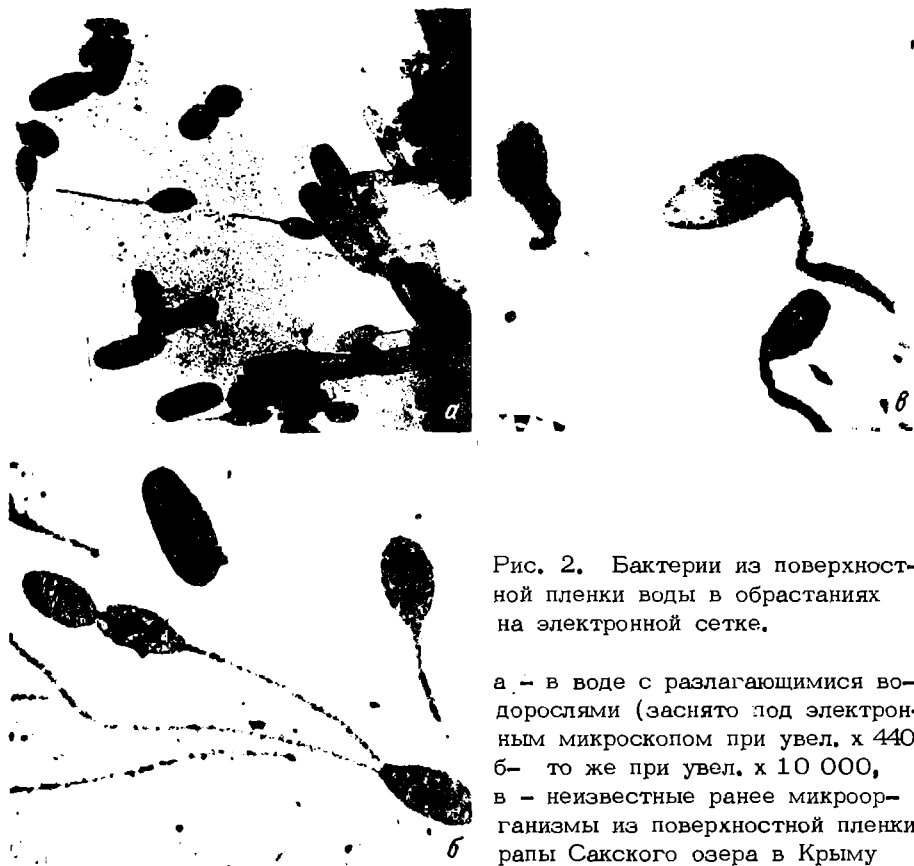


Рис. 2. Бактерии из поверхностной пленки воды в обрастаниях на электронной сетке.

а - в воде с разлагающимися водородсерами (заснято под электронным микроскопом при увел. $\times 4400$), б - то же при увел. $\times 10\,000$, в - неизвестные ранее микроорганизмы из поверхностной пленки рапы Сакского озера в Крыму (127 г соли на 1 л). Заснято при увел. $\times 10\,000$.

С помощью описанного метода в поверхностной пленке рапы водоемов Крыма обнаружены галофильные формы *Caulobacter* (рис. 2, в), о существовании которых здесь ранее не было известно.

Таким образом, помещая электронно-микроскопические сетки в поверхностную пленку воды, можно получить хорошие препараты и легче исследовать находящуюся здесь микрофлору.

Л и т е р а т у р а

1. Заварзин Г.А. Бактериальное население поверхностной пленки воды в естественных водоемах дельты Волги. - Тр. Ин-та

микробиол. АН СССР, 1955, вып. 4, с. 196-201.

2. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Л., 1974. 193 с.

3. Hirsch P., Pankrats S.H. Study of bacterial populations in natural environment by use of submerged electron microscope grids. - Mitt.Intern. Verein. Limnol., 1970, Bd 10, H. 8, S. 589-605.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Н.А. Шехавцов

ПРОДУКЦИЯ И ДЕСТРУКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДОЕМАХ ТРАССЫ ПЕРЕБРОСКИ СТОКА СЕВЕРНЫХ РЕК В ВОЛГУ

Один из проектов переброски стока северных рек для увеличения водности Волги предусматривает направление значительного объема воды через Северо-Двинскую систему и Волго-Балтийский водный путь. Поэтому важно изучить химический и биологический режимы водоемов будущей трассы и зафиксировать их нынешнее состояние.

Цель настоящей работы - выяснить интенсивность процессов продукции и деструкции органического вещества в воде по Волго-Балтийской системе от Рыбинского до Вытегорского водохранилища.

Продукция фитопланктона и темновая ассимиляция углекислоты определялись с помощью радиоактивного углерода. Общая численность бактерий учитывалась прямым микроскопированием на мембранных фильтрах, количество сапрофитных микроорганизмов - на обедненной среде Горбенко. Анализы производились согласно прописи В.И. Романенко и С.И. Кузнецова [3]. Продукция бактериальной биомассы рассчитывалась исходя из гетеротрофной ассимиляции CO_2 , время генерации - комбинированным методом, прирост численности бактерий по гетеротрофной ассимиляции CO_2 [1].

В обследованных водоемах прозрачность по диску Секки колебалась от 0,1 м на ст. Анненский мост до 2,0 м на ст. Средний Двор в Рыбинском водохранилище. Столь малая прозрачность на станциях 13-16 вызвана интенсивным взмучиванием илистых частиц со дна канала (см. таблицу). Средние глубины на обследованной части трассы переброски составили 8-10 м, температура - около $7-10^\circ$. Во всех водоемах отмечено высокое содержание кислорода: около 10 мг O_2 /л в поверхностном слое воды с незначительным снижением по глубине.

Наиболее продуктивным оказалось Шекснинское водохранилище. В среднем продукция органического вещества составила здесь $280 \text{ мг С/м}^2 \cdot \text{сутки}^{-1}$, причем наибольшие величины отмечены в приплотинных участках водохранилища на ст. 6–8. Рыбинское водохранилище и Белое озеро были в этот период приблизительно одинаковы по уровню продукционных процессов. Большое количество взвесей в воде, а также интенсивное их перемещение подавляют интенсивность фотосинтеза в северных участках трассы (ст. 13–16). Здесь отмечены предельно низкие величины продукции органического вещества.

Уровень деструкционных процессов в целом возрастает по направлению с юга на север. Если в мае в Рыбинском водохранилище деструкция органического вещества равна его продукции, то в Шекснинском водохранилище деструкция превышала продукцию в 1.4 раза, а в Белом озере в 1.8 раза. Наибольшая интенсивность деструкции органического вещества отмечена на ст. 14–16 – до $1160 \text{ мг С/м}^2 \cdot \text{сутки}^{-1}$. По-видимому, такая интенсивность деструкционных процессов вызвана значительным поступлением органического вещества с поверхности водосбора во время весеннего таяния снегов.

Величины темновой ассимиляции CO_2 и продукции бактериальной биомассы незначительно колебались по всей трассе. Время генерации бактерий в Белом Озере и в северных участках трассы в 2–4 раза больше, чем в Рыбинском и Шекснинском водохранилищах.

В северных участках трассы обычно сильно взмучен ил. Вместе с илистыми частицами в воду поднимается значительное количество бактерий. На других участках трассы общее количество бактерий невелико (около 2.0 млн/мл) и обычно для водоемов этой климатической зоны. Статистическая обработка данных обнаружила отрицательную зависимость между прозрачностью и общей численностью бактерий в воде, достоверность корреляции составила более 99%.

Численность сапрофитной микрофлоры, растущей на МПА, разведенном в 10 раз, изменялась от 1100 кл. на ст. 2 до 10 700 кл. на ст. 7.

Рейс проводился в мае, в период паводка. Поэтому характеризовалось состояние системы будущей переброски вод в весенний период. В это время года в исследованных водоемах наблюдалась гомотермия и полное перемешивание воды, что позволило сделать пересчеты на весь столб воды под 1 м^2 .

Сопоставление величин продукции и деструкции органического вещества по трассе переброски позволяет разделить ее на 2 части – северную и южную. К водоемам северной части относятся Вытегорское и Новинкинское водохранилища, собственно канал и р. Ковжа. При усилении скорости водотока с севера на юг воды, поступающие из северного участка

Гидрологические и биологические показатели трассы переброски

Номер станции	Название станции	Прозрач- ность, м	Тем- тура, °С	Содер- жание О ₂ , мг/л	Продукция, мг С/сутки		Деструкция, мг С/сутки		Тем- новая асси- мilia- ция СО ₂ , мгг С/л в сутки	Про- дук- ция био- мас- сы бак- терий, мкг С/л	Время генера- ции бакте- рий, ч	Количество бактерий	
					в 1 л поверх- ностно- го слоя	под 1 м ²	в 1 л поверх- ностно- го слоя	под 1 м ²				общая числен- ность, млн/мл	численность сапрофи- тов на МПА/10, ед./мл
1	Рыбинское водохрани- лище:												
1	Коприно	1.0	9.0	9.4	0.06	126	0.01	130	0.7	11.6	88	1.5	4500
2	Наволоч	1.2	5.2	9.2	0.08	195	0.01	90	0.8	13.8	73	1.6	1100
3	Средний Двор	2.0	4.2	9.5	0.03	130	0.01	80	0.1	1.7	390	1.5	4800
4	Мякса	0.7	10.0	9.2	0.03	44	0.03	230	1.8	30.0	74	3.1	10000
	Среднее	1.5	7.1	9.3	0.05	124	0.02	133	0.9	14.9	94	1.9	5100

	Шекснинское водохрани- лище:																			
5	Кабачино	0.6	6.2	9.4	0.07	88	0.03	237	0.1	1.7	103	2.8	1200							
6	Верещагино	1.5	5.6	9.2	0.18	567	0.05	529	1.6	26.1	51	1.7	2700							
7	Черная гряда	1.2	8.0	10.1	0.12	302	0.05	433	1.1	18.2	63	1.6	10700							
8	Скляменское расширение	1.1	9.2	11.4	0.27	624	0.03	270	2.3	38.2	62	3.1	7700							
9	Топорня	1.1	12.0	11.4	-	-	-	-	-	-	-	2.6	3500							
10	Горицы	0.8	8.4	12.0	0.04	67	0.08	720	1.1	18.3	79	2.1	7000							
11	Крохино	0.8	11.1	10.6	0.02	33	-	-	0.8	13.3	136	2.7	5200							
	Среднее	1.0	8.6	9.6	0.11	280	0.05	397	1.2	19.9	83	2.4	5400							

Продолжение

Номер станции	Название станции	Прозрачность, м	Температура, °С	Содержание O_2 , мг/л	Продукция, мг С/сутки		Деструкция, мг С/сутки		Температура, новая ассимиляция CO_2 , мг С/л в сутки	Продукция биомассы бактерий, мг С/л	Время генерации бактерий, ч	Количество бактерий	
					в 1 л поверхностного слоя	под 1 м ²	в 1 л поверхностного слоя	под 1 м ²				общая численность, млн/мл	численность сапрофитов на МПА/10, ед./мл
12	Белое озеро	1.1	5.8	11.1	0.06	139	0.05	250	1.9	31.5	180	3.4	8000
13	Ковжа	0.5	12.2	9.8	-	-	-	-	-	-	-	2.9	10000
14	Анненский мост	0.1	10.6	9.8	0.02	0.004	0.29	1160	0.8	-	-	-	9000
15	Новинкинское водохранилище	0.3	10.5	9.8	0.01	0.005	0.13	1300	2.4	40	185	11.3	8000
16	Вытегорское водохранилище	0.5	11.0	9.8	0.01	0.01	0.22	1320	0.9	15	655	3.8	2000
	Среднее	0.3	11.1	9.8	0.01	0.06	0.21	1260	1.3	18	420	6.0	7300

трассы, смогут вызвать уменьшение прозрачности и величины первичной продукции органического вещества в северной части Белого озера.

Водоемы южной части трассы — Белое озеро, Шекснинское и Рыбинское водохранилища — по своим продукционно-деструкционным показателям относятся к мезотрофным [2]. Увеличение скорости водотока сможет привести к сглаживанию различий в продукционно-деструкционных процессах по всей протяженности трассы.

В целом нужно отметить, что в период паводка не наблюдается значительных загрязнений в системе Волго-Балтийского водного пути и в Рыбинском водохранилище.

Л и т е р а т у р а

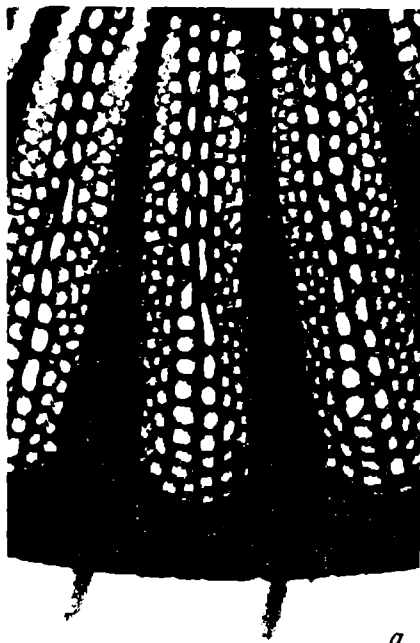
1. Кузнецов С.И., Романенко В.И., Карпова Н.С. Численность бактерий и продукция органического вещества в водной массе Рыбинского водохранилища в 1969 и 1964 гг. — В кн.: Продуктирование и круговорот органического вещества во внутренних водоемах. Л., 1966, с. 123-133.
2. Романенко В.И. Первичная продукция и бактериальные процессы деструкции органического вещества в Рыбинском водохранилище. — В кн.: Продукционно-биологические исследования экосистем пресных водоемов. Минск, 1973, с. 110-120.
3. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Л., 1974. 194 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

С.И. Генк'ал

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО УЛЬТРАСТРУКТУРЕ СТВОРОК ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ РОДА CYCLOTELLA KUETZ.

В настоящее время известны детали ультратонкого строения панциря более 800 видов диатомей [4], однако лишь несколько представителей рода *Cyclotella* были изучены с помощью электронного микроскопа [1, 5-9, 11]. По меткому выражению Раунда [11], структурные элементы панциря являются краеугольным камнем классификации диатомовых водорослей, поэтому естественно необходимо продолжать и расширять их изучение. Когда



a



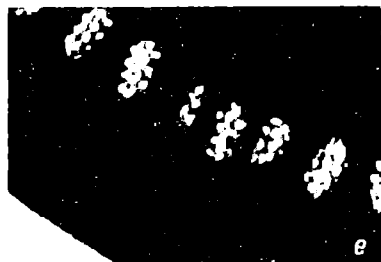
z



d



b



e



g



ж



z



ультраструктура панциря будет изучена у большинства видов в пределах каждого рода, тогда ее можно будет использовать в таксономических целях [10].

Нами при изучении видов рода *Cyclotella* с помощью трансмиссионного электронного микроскопа (ТЭМ) были использованы в основном пробы, собранные по каскаду волжских водохранилищ.

На основании литературных и собственных данных можно выделить ряд основных элементов архитектоники, варьирующих в той или иной степени. К ним относятся альвеолы, ареолы, выросты и шипы (терминология, предложенная на 3-м симпозиуме по современным и ископаемым диатомовым водорослям [3]).

В светоптической микроскопии (СМ) в структуре створок рода *Cyclotella* принято различать краевую зону и центральное поле. Краевая зона состоит из радиальных штрихов или ребер. Центральное поле обычно с точками, штрихами, реже бесструктурное [2].

Ребра и штрихи при наблюдении в ТЭМ состоят из альвеол, которые варьируют по форме у разных видов от круглых до овальных, почти прямоугольных (рис. 1, а - ж; 2, а, д). Они закрыты перфорированным слоем кремнезема - велумом, строение которого у разных видов неодинаково. Альвеолы могут доходить до центра створки, как, например, у *C. wolterecki* Hust., или заходить за край створки, как у *C. meneghiniana* Kuetz. (рис. 1, г). У *C. stelligera* Cl. et Grun. и *C. pseudostelligera* Hust. в центре обычно расположена розетка из нескольких альвеол, отделенных от краевой зоны бесструктурным кольцом (рис. 2, г).

На створках некоторых видов встречаются ареолы (рис. 2, л), которые в СМ выглядят как точки. Эти ареолы также закрыты велумом.

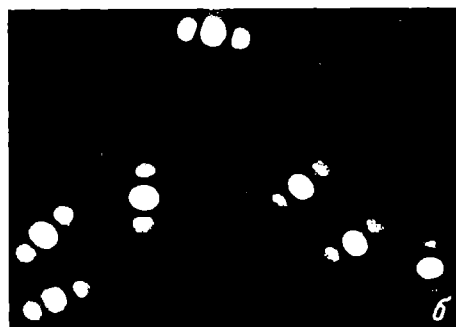
Характерны 2 типа выростов - подпертый и щелевидный. Оба типа хорошо заметны только на слабо окремнелых створках. Грубо структурированные панцири маскируют присутствие выростов, на что указывал еще Раунд [11]. В центральном поле встречаются только подпертые выросты, окруженные

Рис. 1. Элементы ультраструктуры створок рода *Cyclotella* Kuetz.

а - ж - строение альвеол, з - подпертые выросты в центре створки; а, г - *C. meneghiniana* Kuetz., б, в - *C. pseudostelligera* Hust., д, э - *C. atomus* Hust., е - *C. compta* var. *glabriuscula* Grun., ж - *C. compta* (Fhr.) Kuetz. Масштаб: а-в, д-э - 1 мкм, г - 5 мкм.



a



b



10-6



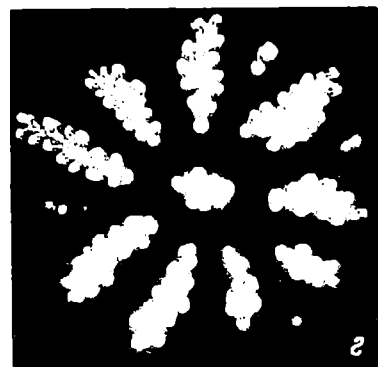
c



d



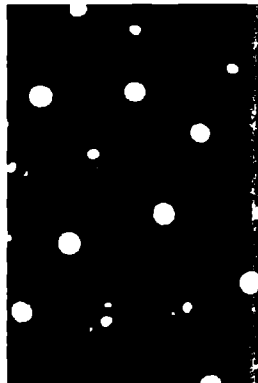
e



f



g



2 (рис. 2, б) или 3 порами (рис. 1, з). Количество выростов, по нашим данным, может варьировать от 0 до 11. На краю створки расположено кольцо краевых подпертых выростов (рис. 2, з, и) и обычно один щелевидный (рис. 2, е, ж). У изученных нами видов наружная часть выростов была недоразвитой, а диаметр и длина внутренней части у разных видов сильно варьировали. Количество краевых подпертых выростов изменялось в зависимости от диаметра створок от 2 до 36. В настоящее время с помощью ТЭМ изучены не все виды рода. Вероятно, в дальнейшем подпертый и щелевидный выросты будут обнаружены у всех представителей *Cyclotella*.

Шипы известны только у *C. meneghiniana*. Чаше они встречаются группами, причем 1 шип крупный, остальные покороче (рис. 2, в, к). Располагаются шипы на загибе створки и отходят от каждого ребра (рис. 1, г). По форме они разделяются на остроконечные и тупые с развилкой (рис. 2, в, к).

Таким образом, несмотря на некоторые различия в строении и размерных характеристиках одних и тех же элементов ультраструктуры, у разных видов *Cyclotella* общие черты проявляются с удивительным постоянством, что указывает на хорошую таксономическую обособленность рода.

Л и т е р а т у р а

1. Генкал С.И. О тонкой структуре створки диатомеи *Cyclotella pseudostelligera* Hust. (Bacillariophyta). - Бот. журн., 1977, т. 62, № 6, с. 909-910.

Рис. 2. Элементы ультраструктуры створок рода *Cyclotella* Kuetz.

а, д - строение альвеол, б - подпертые выросты в центре створки, в, к - шипы, г - розетка альвеол в центре створки, е, ж - щелевидный вырост, з, и - подпертый вырост, л - ареолы в центре створки; а - *C. kuetzingiana* Thw., б - *C. kuetzingiana* var. *planetophora* Fricke, в, к - *C. meneghiniana* Kuetz., г, е, з - *C. pseudostelligera* Hust., д, ж, и - *C. atomus* Hust., л - *C. compta* (Ehr.) Kuetz. Масштаб: а-д, к, л - 1 мкм, е-и - 0,5 мкм.

2. Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина - Лавренко А.И., Шешукова В.С. Диатомовые водоросли. М., 1951. 619 с.
3. Макарова И.В. Предложения для стандартизации терминологии и диагнозов по диатомовым водорослям. - Бот. журн., 1977, т. 62, № 2, с. 192-213.
4. Прошкина - Лавренко А.И. Морфология и тонкая структура клетки. - В кн.: Диатомовые водоросли СССР. Л., 1974, с. 7-19.
5. Desikachary T.V., Rao V.N. R. Studies on *Cyclotella meneghiniana* Kuetz. III. The frustule. - Proc. Indian Acad. Sci., 1973, Bd 77, N 2, p. 78-91.
6. Hargraves P.E., Levandowsky N. Fine structure of some brackishpond diatoms. - Beih. Nova Hedwigia, 1971, Bd 21, H. 2-4, S. 321-336.
7. Hasle G.R. Three *Cyclotella* species from marine localities studied in the light and electron microscopes. - Nova Hedwigia, 1962, Bd 4, H. 3-4, S. 299-307.
8. Hasle G.R. Two types of valve processes in centric diatoms. - Beih. Nova Hedwigia, 1972, H. 39, S. 55-78.
9. Reimann B. E. F., Lewin J. C., Guillard R. R. L. *Cyclotella cryptica*, a new brackish - water diatom species. - Phycologia, 1963, vol. 3, N 2, p. 74-84.
10. Ross R. Ultrastructure research as an aid in the classification of diatoms. - Ann. N.Y. Acad. Sci., 1963, vol. 108, N 2, p. 396-411.
11. Round F.E. The deliniation of the genera *Cyclotella* and *Stephanodiscus* by light microscopy, transmission and reflecting electron microscopy. - Beih. Nova Hedwigia, 1970, Bd 31, S. 592-604.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА α В ВОДОЕМАХ
ВОЛГО-БАЛТИЙСКОЙ И СЕВЕРО-ДВИНСКОЙ СИСТЕМ

При изучении фитопланктона водоемов предполагаемой трассы переброски северных вод в бассейн Волги в качестве одного из критериев оценки его продуктивности определялся хлорофилл α . Такой подход в настоящее время распространен в исследованиях подобного направления [1, 6], поскольку хлорофилл является объективно определяемым и наглядным показателем. Г.Г. Винберг [1] предлагает следующую градацию водоемов различного уровня трофности по содержанию хлорофилла α : 0,1 - 1,0 мкг/л - олиготрофные; 1,0 - 10 - мезотрофные, свыше 10 мкг/л - евтрофные.

Пробы фитопланктона собраны во время комплексных рейсов в мае, июле и октябре 1976 г. Анализы выполнены в лаборатории по стандартной [5] с небольшими изменениями [2] методике. Содержание хлорофилла вычисляли по уравнениям Джефри и Хамфри [3], предложенным ими в связи с получением новых данных по хлорофиллу c . Специальные расчеты показали незначительное ($6 \pm 0.002\%$) отличие этих величин от полученных по формулам стандартного метода [5]. Чтобы дифференцировать хлорофилл и продукты его распада - феопигменты, параллельно определяли концентрацию последних по методу Лоренцена [4].

В весенний период наибольшее содержание хлорофилла α отмечено для Рыбинского водохранилища из ст. Коприно, для Шекснинского водохранилища в Сизьменском расширении, для Белого озера на ст. 24 близ устья р. Ковжи Белозерской (см. рисунок), наименьшее - в Рыбинском водохранилище на ст. Мякса (в северной части), в Шекснинском у истока р. Шексны, в Белом озере на ст. 4 (см. таблицу). Самое высокое содержание пигмента наблюдалось в Сиверском озере. Значительные концентрации получены также в Покровском и Кишемском озерах. Величинами того же порядка содержание пигмента в водоемах трассы характеризуется и в середине лета.

В октябре, перед началом ледостава, концентрации пигмента были несколько ниже, чем в летний период в Рыбинском и Шекснинском водохранилищах, а также на участке Северо-Двинского канала. В Белом озере эти величины, напротив, возросли, что было обусловлено „цветением“ воды.

На протяжении всех сезонов небольшое содержание хлорофилла отмечено в Новинкинском и Вытегорском водохрани-

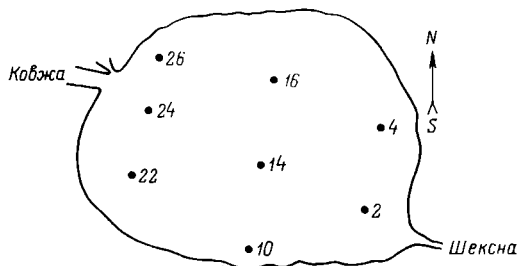


Схема расположения станций по акватории Белого озера,

лищах – водоемах с малой (до 50 см) прозрачностью воды. В р. Ковже Белозерской, где прозрачность еще более низкая, найдено значительное количество пигмента, связанное с высоким содержанием его фео-производных, которые определяются вместе с хлорофиллом α . Их источником, по-видимому, служат мертвые клетки водорослей. Концентрации феопигментов на всех остальных станциях трассы невелики.

Таким образом, в период наблюдения содержание хлорофилла α в Рыбинском и Шекснинском водохранилищах, а также в Белом озере не превышало 10 мкг/л, вследствие чего, по классификации Г.Г. Винберга [1], их можно отнести к водоемам мезотрофного типа. Большинство озер Северодвинской системы по этому признаку следует рассматривать как умеренно евтрофные. Сиверское озеро, где содержание хлорофилла α летом и осенью менее 10 мкг/л, является мезотрофным водоемом; высокая концентрация пигмента в мае, по-видимому, связана с весенним максимумом в развитии фитопланктона.

Содержание хлорофилла α и феопигментов в водоемах трассы, мкг/л

Местоположение станций	Хлорофилл α			Феопигменты	
	май	июль	октябрь	июль	октябрь
Рыбинское водохранилище:					
Коприно	8.39	17.23	2.55	4.18	0.06
Наволоч	7.98	8.50	6.64	1.24	0.09

Местоположение станций	Хлорофилл <i>a</i>			Феопигменты	
	май	июль	октябрь	июль	октябрь
Средний Двор	7.98	5.45	7.86	0.64	0.85
Мякса	2.70	10.02	5.06	2.16	0.78
Среднее	6.78	10.30	5.53		
Шекснинское водохранилище:					
Кабачино	4.79	7.38	3.25	0.98	0.34
Верещагино	7.27	5.48	1.94	0.86	следы
Черная гряда	9.90	8.35	9.16	0.69	4.54
Сизьменское расширение	12.85	7.10	8.32	0.34	4.74
Горицы	12.08	8.44	4.76	Следы	0.82
Крохино	3.96	5.58	8.79	"	1.85
Среднее	8.47	7.06	6.04		
Белое озеро, станции:					
2	6.94	3.71	9.64	0.22	4.77
4	4.80	3.78	5.67	0.82	2.25
10	7.44	1.76	4.39	Следы	1.26
14	8.03	3.58	5.0	0.78	1.74
16	10.03	1.96	4.57	Следы	2.60
22	5.54	3.18	6.96	0.81	3.37
24	10.67	2.26	6.58	0.18	2.66
26	9.34	4.96	5.38	Следы	2.30
Среднее	7.85	3.15	6.02		

Местоположение станций	Хлорофилл a			Феспигменты	
	май	июль	октябрь	июль	октябрь
р. Ковжа Белозерская:					
устье	9.58	13.38	3.0	1.24	1.11
у дер. Зимник	19.70	10.28	11.80	6.34	7.30
Новинкинское водо-хранилище	2.22	2.88	2.08	0.67	1.85
Вытегорское водо-хранилище	4.41	3.20	2.66	0.55	2.75
Северо-Двинский канал:					
{ Сиверское	38.48	7.58	4.86	0.42	0.33
{ Покровское	15.09	20.74	10.58	3.05	следы
{ Зауломское	8.09	11.70	7.01	0.79	1.34
Озера { Вазеринское	9.88	12.26	6.73	1.48	2.68
{ Кишемское	13.82	10.41	10.54	1.82	1.23
{ Благовещенское	6.67	8.91	9.04	0.96	1.63
р. Порозовица	6.50	12.74	10.11	0.99	1.46

Л и т е р а т у р а

1. В и н б е р г Г.Г. Первичная продукция водоемов. Минск, 1960. 329 с.
2. С и г а р е в а Л.Е. О влиянии характера механического разрушения фитопланктона на степень экстрагирования его пигментов. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1974, № 24, с. 8-11.
3. J e f f r e y S.W., H u m p h r e y G.F. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a , b , c_1 and c_2 in algae, phytoplankton and higher

- plants. - CSIRO Marine Biochemistry Unit Annual report, 1973-1974, Sydney, p. 6-8.
4. Lorenzen C.Y. Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations. - *Limnol. a. Oceanogr.*, 1967, vol. 12, N 2, p. 343-346.
5. Report of SCOR - UNESCO Working Group 17, Determination of photosynthetic pigments. - In: *Monographs on oceanographic methodology*. Paris, 1966, p. 9-18.
6. Shelske C.L., Roth Y.C. Limnological Survey of Lakes Michigan, Superior, Huron and Erie. - In: *Great Lakes Research Division*. Michigan, 1973, N 17. 108 p.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

И.В. Довбня, В.А. Экзерцев

ПРОДУКЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ МЕЛКОВОДИЙ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ЕЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПОСЛЕДНЕЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ

Продукция растительности Иваньковского водохранилища впервые определена в 1957 г. [1]. С целью выявления изменения площадей растительных сообществ и их продуктивности в 1973 г. водохранилище обследовано повторно. Кроме того, в 1960 г. подробно изучена фитомасса растительных ассоциаций в период их максимального развития.

За 15-летний период между первым и последним обследованиями степень зарастания и продукция растительного покрова водохранилища существенно изменились. В 1957 г. прибрежно-водная и водная растительность занимала 5464 га, в 1973 г. - 7638 га [2]. При увеличении площадей растительных формаций на 40% общая годовая продукция сообществ макрофитов возросла вдвое. В 1957 г. она составляла менее 25 000 т органического вещества, в 1973 г. более 5400 т (табл. 1).

В настоящее время для растительного покрова Иваньковского водохранилища характерно массовое распространение высокопродуктивных сообществ с господством *Equisetum fluvatile*, *Stratiotes aloides* и сплавин - фитоценозов, обуславливающих заболачивание водоема. Если в 1957 г. половину годовой

Т а б л и ц а 1

Продукция растительности Иваньковского
водохранилища, органическое вещество

Формация	1957 г.		1973 г.	
	продукция, т	% общей продукции	продукция, т	% общей продукции
<i>Carex acuta</i>	5143,6	20,8	952,1	1,8
<i>Glyceria maxima</i>	7967,9	32,1	1085,4	2,0
<i>Phragmites communis</i>	3743,7	15,1	6122,6	11,3
<i>Equisetum fluviatile</i>	2578,7	10,4	14211,2	26,2
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	696,3	2,8	-	-
<i>Polygonum amphibium</i>	312,3	1,3	174,6	0,3
<i>Nymphaea candida</i>	108,0	0,4	556,7	1,0
<i>Potamogeton sp.</i>	1486,9	5,9	349,9	0,6
<i>Myriophyllum spicatum</i>	346,8	1,4	3,9	0,0
<i>Stratiotes aloides</i>	332,1	1,3	2711,4	5,0
<i>Typha latifolia</i> + + <i>T. angustifolia</i>	-	-	4965,0	9,2
<i>Scirpus lacustris</i>	-	-	151,0	0,3
<i>Zizania latifolia</i>	-	-	98,8	0,2
<i>Ceratophyllum demersum</i>	-	-	54,4	0,1
Сплавины	-	-	16428,2	30,4
Прочие заросли	2107,8	8,5	6265,0	11,6
Итого:	24824,1	100	54130,2	100

продукции создавали сообщества *Glyceria maxima* (32%) и *Carex acuta* (21%), то в 1973 г. болотные фитоценозы *Equisetum fluviatile* (26%) и сплавинны (30%). Через 15 лет сообщества с господством хвоща продуцировали в 5 раз больше органического вещества, чем в 1957 г., а тростниковые заросли в 7 раз.

Интенсивное зарастание отдельных изолированных участков и малопроточных заливов фитоценозами с доминированием хвоща и телореза, а также сплавиными сопровождалось сокращением площадей и уменьшением продуктивности группировок конкурентно-нестойкой растительности. Если при первом обследовании фитоценозы *Sagittaria sagittifolia* встречались постоянно и продуцировали 696 т органического вещества в год, то в 1973 г. площади их сократились, они практически не принимали участия в создании общей годовой продукции. Почти полностью исчезли и не представляют интереса в продукционном отношении фрагменты ассоциаций с господством *Eleocharis palustris*, *Alisma plantago-aquatica*, *Butomus umbellatus*, *Oenanthae aquatica*, *Sparganium simplex*. Заметно (более чем в 5 раз) сократилась продукция фитоценозов осо что объясняется сменой осочников ивняками, вплотную подходя ли к урезу воды.

Резкое сокращение площадей зарослей *Glyceria maxima* обусловило значительное (в 7 раз) снижение их продукции. Уменьшение продукции фитоценозов *Potamogeton perfoliatus*, *P. lucens*, *P. natans*, а также *Myriophyllum spicatum* произошло в результате вытеснения их сообществами *Stratiotes aloides* и *Nymphaea candida*.

Кроме изменений в соотношении площадей ассоциаций одной из причин прироста общей годовой продукции растительного покрова всего водохранилища служит увеличение фитомассы. Статистическая обработка данных по продукции с единицы площади (1960 и 1973 гг.) показала, что фитомасса сообществ *Equisetum fluviatile*, *Phragmites communis* и *Typcha angustifolia* возросла на 70-109% (табл. 2).

Коэффициент вариации фитомассы большинства формаций *Carex acuta*, *Scolochloa festucacea*, *Potamogeton natans*, *P. lucens*, *P. perfoliatus* уменьшился, особенно заметно у фитоценозов рогоза узколистного (с 56% до 17%), тростника обыкновенного (с 53% до 25%) и камыша озерного (с 35% до 8%). Заросли этих видов в 1973 г. в разных участках водохранилища были примерно одинаковы по плотности, высоте и жизнеспособности. Коэффициент вариации сообществ *Equisetum fluviatile* и *Stratiotes aloides*, прогрессирующих в последние годы, увеличился: хвоща с 38 до 54%, телореза с 15 до 34%. Фитоценозы с господством этих видов быстро завоевывают новые площади, занимая свободные водные пространства и вытесняя слабые в конкурентном отношении виды. В настоящее время на водохранилище имеются различные по

Т а б л и ц а 2

Фитомасса макрофитов Иваньковского водохранилища,
воздушно-сухой вес, г/м²

Формация	1960 г.		1973 г.		t
	$\bar{x} \pm m$	v	$\bar{x} \pm m$	v	
<i>Carex acuta</i>	554 \pm 46	38.2	672 \pm 47	26.5	1.8
<i>Glyceria maxima</i>	627 \pm 23	43.2	861 \pm 176	61.6	2.3
<i>Equisetum fluviatile</i>	685 \pm 29	38.4	1162 \pm 145	54.5	5.1*
<i>Phragmites communis</i>	600 \pm 41	53.0	1172 \pm 79	25.2	6.0*
<i>Typha angustifolia</i>	943 \pm 239	56.6	1972 \pm 146	16.6	3.6*
<i>Scirpus lacustris</i>	496 \pm 30	35.4	393 \pm 12	7.9	1.4
<i>Scolochloa festuacea</i>	297 \pm 55	52.6	407 \pm 78	46.8	1.1
<i>Polygonum amphibium</i>	129 \pm 16	33.0	87 \pm 10	20.6	1.6
<i>Potamogeton natans</i>	226 \pm 59	58.2	147 \pm 21	35.4	1.3
<i>P. lucens</i>	247 \pm 49	59.7	144 \pm 13	37.4	2.4
<i>P. perfoliatus</i>	175 \pm 44	79.4	58 \pm 11	75.1	2.9
<i>Stratiotes aloides</i>	665 \pm 30	15.8	534 \pm 61	34.3	2.0

П р и м е ч а н и е. \bar{x} - средняя арифметическая, m - ошибка средней арифметической, v - коэффициент вариации, t - критерий Стьюдента; различие между фитомассой 1960 и 1973 гг. достоверно при вероятности 0.99.

возрасту, степени сформированности и продуктивности фитоценозы *Equisetum fluviatile*, *Stratiotes aloides* и сплавин.

Таким образом, чистая годовая продукция гидрофильной растительности Иваньковского водохранилища увеличилась в результате возрастания площадей растительных формаций, вследствие сукцессионных процессов, т.е. замены низкопродуктивных фитоценозов первых лет существования водохранилища прогрессирующими высокопродуктивными сообществами хвоща, телореза, рогозов и сплавин, а также за счет возросшей фитомассы тростниковых, хвощевых и рогозовых зарослей.

Учитывая мелководность водохранилища и интенсивное заболачивание его некоторых участков, в будущем можно ожидать еще большее возрастание продукции растительного покрова.

Л и т е р а т у р а

1. Экзерцев В.А. Продукция прибрежно-водной растительности Иваньковского водохранилища. - Бюл. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1958, № 1, с. 19-21.
2. Экзерцев В.А., Мишулина Г.С. О заболачивании мелководий Иваньковского водохранилища. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1976, № 32, с. 21-25.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В.И. М и т р о п о л ь с к и й

СОСТОЯНИЕ ЗООБЕНТОСА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1976 Г.

Рыбинское водохранилище бедно бентосом на большей части своей акватории. В Главном плесе на почвах, песках и торфянистых илах его биомасса в среднем составляет около $1,5 \text{ г/м}^2$, а в речных плесах на серых илах она в течение многих лет колебалась в пределах $10-13 \text{ г/м}^2$, но в последние годы стала заметно выше.

По данным В.П. Курдина [1], в середине 1950-х годов незаиленные почвы занимали 55%, торфянистый ил 13%, переходный ил 4%, а на долю наиболее продуктивных серых и песчанистых серых илов приходилось лишь 8% общей площади ложа водохранилища. Из них первые 4 располагаются в Главном плесе, вторые 2 - в речных плесах.

С начала 1960-х годов наблюдались заметные изменения в составе и размещении грунтов, в результате чего в Главном плесе пески стали занимать большую площадь, а верхний слой илистых отложений обеднел органическим веществом. В речных плесах, наоборот, илы обогатились органикой в результате аккумуляции alloхтонных органических взвесей [2].

Несмотря на изменения в грунтовом комплексе, до 1968 г. включительно [4] не наблюдалось существенных изменений в обилии бентоса ни в Главном, ни в речных плесах. Как и в предыдущие годы, величина биомассы не выходила за пределы ее колебаний за последние 10 лет (табл. 1).

Данные 1970 г. [3] выявили тенденцию к увеличению биомассы бентоса в предустьевых районах, где она на серых илах превышала многолетнюю и составила $16-23 \text{ г/м}^2$ (табл. 1). В Главном плесе бентос оставался таким же бедным, как и в предыдущие годы. Материалы бентосной съемки 1973 г. подтвердили тенденцию к повышению продуктивности серых илов предустьевых участков. Биомасса бентоса здесь оставалась на уровне 1970 г., составляя в среднем около $19,3 \text{ г/м}^2$. Материалы бентосной съемки 1976 г. показали, что на серых илах речных плесов она остается на уровне 1970-1973 гг. (табл. 1), т.е. в течение 6 лет превышает биомассу бентоса, наблюдавшуюся до 1970 г. Это позволяет считать повышение продуктивности серых илов долговременным.

В Главном плесе на торфянистых илах, почвах и песках биомасса бентоса столь же низка, как и в предыдущие годы, и составляет $1,55 \pm 0,38 \text{ г/м}^2$.

В октябре 1976 г. впервые отмечено значительное возрастание биомассы на переходных илах, где она достигала местами 75 г/м^2 , а в среднем составляла $19,52 \pm 8,5 \text{ г/м}^2$. Большая ошибка средней (до 43%) объясняется неоднородностью переходных илов, располагающихся в примыкающих к речным участкам Главного плеса и в речных плесах.

В Главном плесе на торфянистых илах, почвах и песках бентос на 70-80% состоит из олигохет (табл. 2). Его состав здесь на протяжении ряда лет изменялся мало. На серых и переходных илах в бентосе преобладают личинки хирономид (главным образом мотыль). На переходных илах преобладание хирономид наблюдалось в 1970 г., в 1973 г. доминировали олигохеты, а в 1976 г. личинки хирономид опять заняли господствующее положение (табл. 3).

В речных плесах на серых илах бентос в течение ряда лет переносил значительные изменения. В 1950-х и в начале 1960-х годов он на 75% состоял из личинок хирономид (табл. 3). В конце 1960-х годов хирономиды пошли на убыль, а олигохеты достигли их уровня. К 1970 г. олигохеты стали составлять более половины бентоса, а к 1973 г. личинки хирономид вновь оттеснили их на второе место. В 1976 г. личинки хирономид заняли такое же господствующее положение, как и в 1950-х годах.

Т а б л и ц а 1

Средняя биомасса бентоса на различных грунтах Рыбинского водохранилища, г/м²

Дата	Главный плес				Речные плесы	
	торфянистый ил	почвы	пески	переходный ил	серый ил	песчанистый ил
V 1958	1.78	0.79	0.41	3.33	9.60	-
VIII 1958	3.00	0.73	0.57	7.00	12.65	-
V 1961	2.26	1.17	0.15	-	13.08	-
V 1968	1.72	1.03	0.67	1.75	10.83	3.66
IX 1968	2.91	1.10	0.74	6.45	12.67	4.51
V 1970	1.44	1.01	0.49	4.30	16.60	6.75
X 1970	2.55	2.12	-	-	22.89	8.86
IX 1973	1.84	0.39	-	4.61	19.29	9.58
X 1976	2.35	1.00	1.39	19.52	17.81	6.18

Средняя биомасса бентоса и его составных частей (г/м^2) и их доля (%) в бентосе в октябре 1976 г.

П р и м е ч а н и е. I - биомасса, II - доля.

Т а б л и ц а 3

Состав бентоса (% биомассы) на серых и переходных илах в 1970-1976 гг.

Группа животных	Серый ил			Переходный ил		
	У 1970	Х 1970	1Х 1973	У 1970	1Х 1973	Х 1976
Хирономиды Олигохеты Моллюски Прочие	27.0	40.5	65.7	65.3	9.3	66.2
	60.0	57.0	26.5	32.0	81.3	24.6
	8.7	2.2	5.0	1.6	4.2	7.7
	4.3	0.3	2.8	1.1	5.2	1.5
Всего:	100	100	100	100	100	100

Серые илы Моложского и Волжского плесов в 1976 г. по обилию бентосом оказались примерно на одном уровне (22.69 и 21.13 г/м²), в то время как Шекснинский плес был беднее (10.97 г/м²).

Существует предположение, что в связи с разрушением и замыванием коряг и топляков должно уменьшиться количество дрейссены. Однако до настоящего времени дрейссены меньше не стало (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Условная средняя биомасса и встречаемость дрейссены в 1968-1976 гг.

	1X 1968	У 1970	X 1970	1X 1973	X 1976
Встречаемость, %	36	22	30	42	31
Биомасса, г/м ²	115	130	132	150	300

П р и м е ч а н и е. Биомасса названа условной, так как дночерпательные сборы не дают репрезентативных данных по обилию дрейссены.

Л и т е р а т у р а

1. Курдин В.П. Классификация и распределение грунтов Рыбинского водохранилища. - Тр. Ин-та биол. водохр., 1959, вып. 1 (4), с. 25-37.
2. Курдин В.П., Зиминова Н.А. Изменение количества органического вещества в илистых отложениях Рыбинского водохранилища. - В кн.: Биологические и гидрологические факторы местных перемещений рыб в водохранилищах. Л., 1968, с. 87-91.
3. Митропольский В.И. Донная фауна Рыбинского водохранилища (по материалам 1970 г.). - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1973, № 17, с. 29-33.
4. Поддубная Т.Л., Митропольский В.И., Шилова А.И., Зеленцов Н.И. Донная фауна Рыбинского водохранилища по материалам 1968 г. - В кн.: Биология и физиология пресноводных организмов. Л., 1971, с. 42-56.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

К БИОЛОГИИ *PHILODINA ROSEOLA*
EHRENB. (*ROTATORIA*, *BDELLOIDEA*)

Сведения по биологии коловраток весьма скудны [1]. Поэтому была предпринята работа по изучению жизненного цикла червеобразной коловратки *Philodina roseola* из отряда *Bdelloidea*, довольно обычной в придонных пробах зоопланктона из прибрежья Рыбинского водохранилища.

Плодовитость и продолжительность жизни *Ph. roseola* изучались методом индивидуального культивирования [2]. Коловраток из прибрежья Рыбинского водохранилища помещали по 1 экз. на толстостенные предметные стекла с выемкой для воды, объемом 1–2 мл. Эти стекла вкладывали в чашки Петри, где создавалась влажная атмосфера.

Обычное положение коловраток процветающей культуры при индивидуальном и групповом содержании вертикальное, так как филодина, прикрепившись ногой к стеклу, вытягивается во всю длину тела и с помощью коловращательного аппарата фильтрует предлагаемые водоросли, сплошным потоком втягивающиеся в ротовую полость так, что создается вихревое кольцо, держащееся впереди животного в плоскости, перпендикулярной его оси. То же самое отмечает П.Д. Резвой [4] для многих монсононтных коловраток. Кором для коловраток служила культура хлореллы (*Chlorella vulgaris*). Ее клетки очень быстро (150–200 движений в минуту) перемалываются челюстями ротового типа. Они перетирают и проталкивают пищу в желудок, очень быстро наполняя его зеленой массой. Благодаря этому желудок приобретает соответствующий оттенок.

По данным Л.А. Эрмана [5], количество потребляемой пищи *Ph. roseola* прямо пропорционально концентрации ее в среде. Учитывая склонность филодины к избыточному питанию, мы давали корм коловраткам в умеренном количестве, так как при очень сильной концентрации водорослей в капле воды наблюдалось общее угнетение животных. Это явление было отмечено Л.А. Кутиковой [3], наблюдавшей уменьшение количества коловраток в планктоне различных водоемов при массовом развитии в них водорослей.

Дигононтные коловратки отряда *Bdelloidea* размножаются исключительно партеногенетически [6, 7]. Самки откладывают 2 вида яиц: с тонкой прозрачной бесцветной оболочкой и с толстой склеротизованной кутикулой желто-коричневого цвета, покрытой мелкозернистой инкрустацией. Оба вида яиц бывают круглые или продолговатые. Размеры продолговатого яйца 62,5 x 50,0, круглых 50 x 50 мкм. Плотные коричневые яйца откладываются самками в незначительном количестве, составляя около 10–15%. Самки продуцируют как одиночные яйца, так и кладки, состоящие из 6–10 яиц. В лабораторных условиях яйца складываются чаще всего у уреза воды или на растительных остатках. Они лежат аккуратной

Плодовитость и продолжительность жизни *Ph. roseola* в лабораторных условиях при температуре воды 18-20°

	Продолжительность жизни, дни		Возраст самок, отложивших первые яйца, дни		Количество яиц, отложенных одной самкой		Сроки развития яиц, часы	
	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
Январь	6.0	27.0	2.5	3.5	8.0	32.0	48.0	72.0
Февраль	8.0	40.0	2.5	5.0	12.0	27.0	55.0	76.0
Март	14.0	28.0	3.0	4.0	13.0	39.0	61.0	74.0
Апрель	17.0	32.0	3.0	4.0	16.0	28.0	56.0	120.0
Май	11.0	31.0	2.0	3.5	10.0	24.0	60.0	96.0
Июнь	13.0	26.0	2.5	3.0	14.0	25.0	54.0	120.0
Июль	10.0	29.0	2.5	4.0	12.0	35.0	44.0	96.0
Сентябрь	12.0	43.0	3.0	5.0	16.0	26.0	58.0	100.0
Октябрь	14.0	28.0	2.5	3.5	14.0	28.0	48.0	120.0
Ноябрь	17.0	35.0	2.5	3.5	8.0	27.0	44.0	100.0
Декабрь	16.0	28.0	2.0	5.0	14.0	40.0	52.0	90.0
Среднегодовые показатели	12.5	31.5	2.5	4.0	12.0	30.0	53.0	97.0

кучкой, тесно прижатые друг к другу. На эту способность самок к „скупиванию“ яиц впервые обратил внимание Эренберг [7] .

Развитие яиц продолжается 2-3 суток, иногда затягиваясь до 5. Обычно через 30-40 ч зернистое содержимое яиц начинает дифференцироваться (развивается челюстной аппарат - мастакс, коловращательный аппарат, протонефридии, нога). Размер сформировавшегося эмбриона 75.5 x 50.0 мкм. Перед отрождением он активно двигается внутри яйца, работает челюстями, затем начинает осторожно вытягиваться. От внутреннего напряжения яйцевая оболочка лопается и молодая коловратка, укрепившись на пальцах ноги, начинает медленно выползать. В последний момент выбрасывается голова с коловращательным аппаратом. Только что отродившаяся филодина осторожно сенсорным органом ощупывает окружающее пространство, а затем начинает активно фильтровать. Многие молодые самки из яйцекладок довольно долго (часы, а иногда и сутки) не покидают место своего отрождения, остаются вместе с самками, вышедшими ранее. Самки же, вышедшие из одиночных яиц, очень быстро (через 10-20 мин) начинают ползать, затем плавают и активно питаются. У молодых филодин прозрачное бесцветное тело, четко виден только мастакс темного цвета и ярко-красные глазные пятна, которые у поколений, вышедших в лаборатории, постепенно тускнеют, по-видимому, в связи с более ярким освещением „дна“ по сравнению с природным.

Длина тела только что отродившихся филодин 190-220 мкм, ширина 37-50 мкм. Коловратки быстро растут, через 2-3 дня достигают половой зрелости и начинают откладывать партеногенетические яйца. К этому времени их длина составляет 350-400 мкм. Максимальная длина коловраток 500 мкм. Филодины живут в среднем от 12 до 30 дней. За это время самка откладывает 8-40 яиц, в среднем 12-30 (см. таблицу). В первые 2 недели жизни коловратки более интенсивно продуцируют яйца, с возрастом их воспроизводство резко снижается, и животные начинают откладывать только единичные яйца.

Л и т е р а т у р а

1. Богословский А.С. Новые данные по размножению гетерогенных коловраток. Наблюдения за размножением *Sinantherina socialis* (Lin.) - Зоол. журн., 1958, т. 37, вып. 11, с. 1616-1623.
2. Васильева Г.Л., Окунева Г.А. Опыты по разведению коловратки *Brachionus rubens* Ehrbg., как корм для молоди рыб. - Вopr. ихтиол., 1961, т. 1, вып. 4, с. 752-761.
3. Кутикова Л.А. Материалы по систематике и биологии коловраток фауны СССР. - Автореф. канд. дис., Л., 1954. 26 с.

4. Резвой П.Д. Наблюдения над восприятием пищи у коловраток. - Тр. Ленингр. о-ва естествоисп., 1924, т. 53, вып. 1, с. 315-326.
5. Эрман Л.А. О количественной стороне питания коловраток. - Зоол. журн., 1956, т. 35, вып. 7, с. 965-971.
6. Bartoš E. Fauna CSR Vernici-Rotatoria. Nakladatelství Československé Akademie Véd Praha, 1959. 969 p.
7. Döberis E. Über die Biologie der Bdelloidea. - Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, 1915, Bd 7, H. 1. 286 S.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Е.П. Копиевская

ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЫХАНИЯ *DAPHNIA LONGISPINA* (O.F. MÜLLER) (CLADOCERA)

Исследования по дыханию *Daphnia longispina*, наиболее массового представителя зоопланктона Куйбышевского и Саратовского водохранилищ, были проведены с мая по сентябрь 1975 г. в нижнем бьефе Куйбышевского гидроузла. Изучали зависимость общего обмена дафний от физиологического состояния рачков и температуры воды.

Дафний отлавливали сетью Джудая (газ № 64), перед опытом измеряли под биноклем и отбирали по размерным классам с интервалом 0,1 мм. Вес рассчитывали по формуле $W = 0.116L^{2.48}$, где L - длина в мм¹. Измеряли дыхание у яйценосных и неяйценосных особей. В качестве респирометров использовали склянки с притертой пробкой объемом от 20 до 40 мл. В каждую из них помещали до 20 ювенильных особей, 2-3 крупные дафнии или 7-10 рачков средних размеров. Для организмов одного размера плотность посадки была постоянной. На время опыта респирометры опускали в водохранилище на глубину 1 м. Время экспозиции составляло 16 и 26 ч. Кислород определяли микрометодом Винклера. В

¹ Эти данные получены на основании измерения и взвешивания живых рачков и любезно переданы нам А.Ф. Тимохиной.

течение суток температура воды колебалась не более чем на 1° , а за время всех опытов менялась от 16.2 до 22° . Все данные, полученные при разных температурах, приведены к 20° при помощи коэффициентов, рассчитанных Л.М. Сушеной [3] для ракообразных. Скорость обмена выражали в мл O_2 /экз./ч. Всего проделано 234 опыта. Эмпирические данные обработаны методом наименьших квадратов. Вычислены стандартные отклонения $\lg R(\sigma_y)$, $\lg W(\sigma_x)$ коэффициентов „а“ (σ_a), „к“ (σ_k), а также коэффициент корреляции „r“ между $\lg R$ и $\lg W$ (табл. 1). Расчеты были сделаны на ЭВМ сотрудниками математической группы Института биологии внутренних вод АН СССР.

Т а б л и ц а 1

Статистические характеристики параметров степенных уравнений, связывающих обмен и вес у *D. longispina* при температуре 20°

	n	y	x	r	σ_a	σ	$K \pm \sigma_k$	Критерий Стьюдента
Июнь (1)	119	0.795	0.848	0.852	0.417	0.076	0.799 ± 0.045	$t_{1-3} = 6.14$
Июль (2)	74	0.629	0.647	0.908	0.263	0.148	0.883 ± 0.047	$t_{2-3} = 6.18$
Август (3)	41	0.762	0.717	0.908	0.319	0.320	0.965 ± 0.069	-
За лето	234	0.827	0.826	0.849	0.436	0.113	0.850 ± 0.035	-

Скорость обмена у водных животных, как известно, выражается общей формулой $R = a \cdot W^k$, где R – скорость обмена, мл O_2 /экз./ч, W – вес особи, r , a , k – коэффициенты.

В августе у *D. longispina* отмечено увеличение скорости обмена (табл. 1). Критерий Стьюдента с высокой достоверностью ($P=0.99$) показывает различие в потреблении кислорода дафниями в июне и августе (t_{1-3}) и в июле и августе (t_{2-3}). Была рассчитана общая формула, отражающая потребление кислорода рачками за все лето. Так как сюда вошли все данные, полученные за июнь–август в нижнем бьефе ГЭС, то коэффициент уменьшается в связи с увеличением разброса данных, соответственно повышается среднеквадратическая ошибка.

В среднем за лето скорость обмена у мелких особей весом 0.016 – 0.098 мг возрастала от $0.009 \cdot 10^{-3}$ до $0.044 \cdot 10^{-3}$ мл O_2 /экз./ч. Дафнии среднего веса (0.131 – 0.361 мг) потребляли

кислород в количестве $0,057 \cdot 10^{-3}$ - $0,134 \cdot 10^{-3}$ мл O_2 /экз./ч, у крупных дафний (0,414-0,783 мг) этот показатель возрос до $0,259 \cdot 10^{-3}$ мл O_2 /экз./ч.

На обмен гидробионтов оказывают влияние как биотические, так и абиотические факторы. Важнейший из последних - температура среды. Зависимость обмена от температуры выражается чаще всего „нормальной кривой” Крюга [1]. Наши экспериментальные данные в интервале температур $16-22^{\circ}$ хорошо совпадают как с „нормальной кривой”, так и с кривой, рассчитанной Л.М. Сушеной [3] для ракообразных. С увеличением температуры обмен закономерно увеличивается. Так как интервал исследуемых температур был небольшим, температурные поправки не рассчитывались.

Обмен организмов зависит от физиологического состояния гидробионтов; в частности, по литературным данным, скорость обмена яйценосных особей превышает обмен неяйценосных [3, 4]. В наших опытах определялось дыхание у дафний с эмбрионами на II-III стадиях развития (табл. 2). Заметное увеличение потребления кислорода яйценосными особями по сравнению с неяйценосными наблюдалось в июне для дафний весом 0,361, 0,414 и 0,683 мг, в августе для более мелких рачков (0,168 мг сырого веса). Для дафний весом 0,206 мг в июле скорость обмена яйценосных особей была даже ниже обмена неяйценосных на 29,5%. В остальных случаях различие в потреблении кислорода яйценосными и неяйценосными особями находилось в пределах ошибки опыта.

Скорость потребления кислорода пропорциональна минерализации или деструкции органического вещества в процессе обмена [2]. Зная потребление кислорода в среднем одной особью и численность рачков в планктоне, можно вычислить величину минерализации органического вещества данным видом. Расчеты, проделанные для *D. longispina*, показали, что ее значение в минерализации органики колеблется по месяцам. Наибольшее количество кислорода, от $20 \cdot 10^{-3}$ до $137 \cdot 10^{-3}$ мл O_2 /л за 5 суток, популяция дафний потребляет летом. По данным Тольяттинской гидрометеорологической обсерватории, за июль 1975 г. ЕПК₅ в верхней части Саратовского водохранилища, где проводились наши опыты, составило 2,18 мг O_2 /л. Таким образом, дафнии поглощают до 6% кислорода его биологического потребления в водоеме.

Л и т е р а т у р а

1. Винберг Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск, 1956. 251 с.
2. Крючкова Н.М. Роль зоопланктона в процессах

Т а б л и ц а 2

Скорость обмена у яйценосных и неядценосных самок

Вес, мг		Потребление кислорода (R), мг O ₂ /экз./ч									
		июнь					июль				
		Количество опытов	R ₁	R ₂	$\frac{R_1}{R_2} \cdot 100$	Количество опытов	R ₁	R ₂	$\frac{R_1}{R_2} \cdot 100$	Количество опытов	август
0.168		2	0.0784	0.0994	78.8	-	-	-	-	1	0.1041
0.206		3	0.0724	0.1027	70.5	4	0.0737	0.0996	79.0	2	0.0833
0.249		8	0.1271	0.1130	112.5	5	0.0927	0.1144	81.0	2	0.1098
0.307		-	-	-	-	6	0.1183	0.1322	89.5	-	-
0.361		8	0.1759	0.1059	166.1	3	0.1272	0.1447	87.5	-	-
0.414		6	0.2498	0.1270	196.7	3	0.2046	0.1992	102.7	-	-
0.478		2	0.1365	0.1388	98.3	-	-	-	-	-	-
0.547		5	0.1862	0.1603	116.2	-	-	-	-	-	-
0.683		4	0.3027	0.2025	149.5	-	-	-	-	-	-
0.688		3	0.2393	0.2324	103.0	-	-	-	-	-	-

П р и м е ч а н и е. R₁ — скорость обмена у яйценосных особей (· 10⁻³), R₂ — то же у неядценосных (· 10⁻³).

- самоочищения. - В кн.: Биологические процессы и самоочищение на загрязненном участке реки. Минск, 1973, с.127-135.
3. Сущеня Л.М. Интенсивность обмена ракообразных. Киев, 1972. 195 с.
4. Хмелева Н.Н. Биология и энергетический баланс равноногих ракообразных. Киев, 1973. 183 с.

Куйбышевская станция
Института биологии внутренних
вод АН СССР

Г.И. Маркевич

ДОПОЛНЕНИЕ К ФАУНЕ КОПЕПОД И КЛАДОЦЕР РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

До сих пор в Рыбинском водохранилище и прилежащих к нему водоемах было выявлено 64 вида ветвистоусых рачков и 34 веслоногих [1, 2]. Сборы зоопланктона и микрозообентоса в 1975-1977 гг. позволили обнаружить 3 неуказывавшихся ранее для водохранилища вида ракообразных: копеподы *Paracyclops affinis* G.O.Sars, *Ectocyclops phaleratus* Koch. и клadoцера *Bunops serricaudata* Birge.

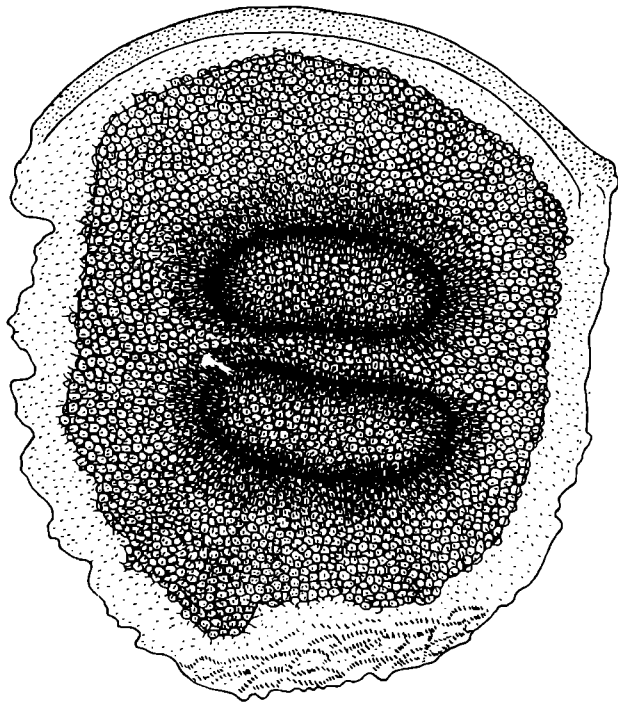
Несколько половозрелых самок веслоногого рачка *Paracyclops affinis* найдено в августе 1975 г. в пробе, взятой в Волжском плесе против с.Коприно. Осенью 1976 г. в качественной пробе, отобранной среди зарослей макрофитов у устья р.Сёбля, удалось обнаружить еще 3 самки и 2 самца этого вида. Самки, длина которых составляла 0.71-0.74 мм, имели нормально развитые яйцевые мешки, содержащие по 4-6 крупных яиц. Один из обнаруженных самцов, размером 0.65 мм, был со сформированными сперматофорами. Наличие половозрелых самцов и самок указывает на нормальное развитие популяции *P. affinis* в водохранилище. Будучи типично бентоносной формой *P. affinis* населяет дно литоральной и сублиторальной зон различных водоемов. Этот вид распространен очень широко, почти всесветно, однако нигде не достигает высокой численности. На территории Ярославской обл. этот рачок был обнаружен лишь однажды в оз.Неро среди зарослей макрофитов. *P. affinis* - 2-й вид рода *Paracyclops*, отмеченный в Рыбинском водохранилище.

Другой представитель веслоногих ракообразных - *Ectocyclops phaleratus* - обнаружен в августе 1977 г. среди зарослей макрофитов в различных участках защищенного и незащищенного мелководья в окрестностях пос.Борок. Всего удалось найти

несколько десятков самок и самцов этого вида. Многие самки, размер которых достигал 1.1 мм, имели яйцевые мешки, содержащие по 6–8 яиц. У большинства особей апикальные щетинки были обломаны, а на поверхности их тела развивалось много обрастающих организмов как растительного, так и животного происхождения. Интенсивность обрастания рачков кругоресничными инфузориями составляла 7.8 экз. на 1 рачка, а экстенсивность – 66%. *E. phaleratus* – единственный представитель космополитного рода *Ectocyclops* в нашей стране. Как и *Parascyclops affinis*, этот рачок, несмотря на свое широкое распространение, везде крайне малочислен. В Ярославской обл. он обнаружен С.Уломским [4] в нескольких заросших прудах.

Особи этого вида обладают очень интересной биологической особенностью. Они могут выползать из воды и забираться на различные поверхности. Способность *E. phaleratus* передвигаться по плоской поверхности, на которой отсутствует вода, отмечалось еще Сарсом [7]. Легко наблюдать, как при подведении пипетки или препаровальной иглы циклопы сразу же устремляются к поверхности воды и выползают через мениск на стенку аквариума, уходя на 1–2 см выше уровня воды. По стенке аквариума рачки могут передвигаться довольно быстро и во всех направлениях, при подсыхании возвращаться к мениску воды. Столь же успешно рачки выползают и на поверхность макрофитов, как вертикальную так и горизонтальную, причем особенно часто циклопы выползают на верхнюю поверхность листочков ряски. Пробы на листочке 30–40 с, рачок сползает с растения в воду. Такое поведение *E. phaleratus* становится более понятно, если учесть, что особи данного вида обитают исключительно в водоемах, сильно заросших ряской и другими макрофитами. Способность *E. phaleratus* выползать в окружении тонкой пленочки воды по субстрату в воздушную среду затрудняет обнаружение и количественный учет этого циклопа.

В октябре 1976 г. из ила и растительных остатков, собранных в защищенном мелководье Рыбинского водохранилища, удалось вывести несколько десятков особей рачка из сем. *Macrothricidae* *Bunops serricaudata*. Для выведения ил помещался в стерильные аквариумы и заливался водой, полученной из снега и льда, собранных там же, где и ил. В дальнейшем среди ила удалось обнаружить много эфиппиев этих рачков (см. рисунок). Количественные сборы на мелководье позволили констатировать очень высокую численность эфиппиев бунонса на этом участке. В среднем 6.7% всех эфиппиев кладоцер принадлежал рачкам этого вида, численность их составляла 17 тыс. экз./м². В лабораторных условиях *B. serricaudata* регулярно выводился из ила и прекрасно культивировался. При неблагоприятных условиях (ухудшение питания, недостаточное освещение) появлялись самцы и самки с эфиппиями. Несколько рачков было выведено из предварительно выдержанных во льду (–5°) в течение 10 дней эфиппиев, полученных от культурных особей *B. serricaudata*. Однако до половозрелого



Эфиопиум *Bunops serricaudata* Birge'.

состояния ни одного такого рачка довести на удалось. Несмотря на сохранение жизнеспособности эфиопиев и высокую их численность в мелководной зоне водохранилища, в течение вегетационного периода 1977 г. рачок в естественных условиях так и не появлялся. Большое количество эфиопиев *B. serricaudata*, вероятно, результат не зарегистрированной массовой вспышки развития этого рачка в мелководье Рыбинского водохранилища в один из предшествующих годов. Периодичность развития в водоемах, неожиданная массовая вспышка и столь же быстрое полное выпадение из состава фауны водоема — характерные черты биологии этого крайне интересного, широко распространенного рачка [5,6]. Для бассейна р. Волги *B. serricaudata* отмечался Н.Н. Смирновым. Он обнаружил несколько самок бунопа в одном из подмосковных прудов [3].

Все 3 вида, обладая обширным ареалом распространения, в фаунистических списках встречаются редко, что объясняется, по-видимому, их немногочисленностью и особенностями биологии.

1. М о р д у х а й-Б о л т о в с к и й Ф.Д., Ч и р к о в а В.Н. Новый вид из семейства Macrothricidae (Cladocera) *Pyocryptus cornutus* sp. n. из Рыбинского водохранилища. - Зоол. журн., 1972, т. 51, вып. 5, с. 647-653.
2. Р ы б и н с к о е водохранилище и его жизнь. Л., 1972. 362 с.
3. С м и р н о в Н.Н. Macrothricidae Moinidae фауны мира. Фауна СССР. Ракообразные, 1976, т.1, вып. 3, 236 с.
4. У л о м с к и й С. Материалы к познанию фауны Eucoropoda Ярославской губернии. - Тр. Яросл. естеств.-истор. и краевед. о-ва, 1929, т. 4, вып. 2, с. 41-46.
5. B i r g e E.A. Notes on Cladocera. III. - Trans. Wisconsin Acad. Sci., 1893, N 9, p. 275-317.
6. D e j d a r E. Zur Biologie von *Bunops serricaudata* (Daday). - Zool. Anz., Bd 70, 1927, S.100-101.
7. S a r s G.O. An account of the Crustacea of Norway. Copepoda, Cyclopoida, parts 1, 2, Bergen, 1913, vol. 6. 180 S.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

И.К. Р и в ь е р, Н.К. О в ч и н н и к о в а,
И.М. Л е б е д е в а

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ *DAPHNIA* *LONGISPINA* O.F. MÜLLER В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Daphnia longispina O.F. Müller встречается в водоемах самого различного типа: прудах, озерах, водохранилищах, солоноватых озерах, опресненных участках Арала и Каспия, в предгорных и горных районах Кавказа и Памира. Цикличность этого вида широко варьирует в зависимости от типа водоема: от ациклии в пелагиали крупных водоемов до полициклии в мелких прудах [1, 4].

В Рыбинском водохранилище *D. longispina* размножается партеногенетически круглый год [3]. В феврале и марте встречаются крупные особи с эмбрионами как в Волжском плесе, так и в центральных районах.

Вопрос о характере цикличности и сезонной динамике этого вида в различных участках Рыбинского водохранилища не решен окончательно.

чательно. Самцы и эфиппальные самки в небольшом количестве присутствуют в популяции постоянно, но в открытых плесах и в устьевых участках в массе появляются в разное время, что связано со значительной неоднородностью водохранилища. Предположение, что осенне-летнее повышение численности связано с вылуплением из эфиппиев, отложенных в первой половине лета [3, 7], до сих пор не находит достаточного подтверждения.

Материалы, собранные на стандартных станциях Рыбинского водохранилища в 1971-1975 гг. планктометром ДК, и специальные сборы в эти годы позволили уточнить некоторые особенности сезонной динамики *D. longispina* в различных районах водохранилища.

D. longispina широко распространена по всему водохранилищу. Относительное значение этого вида меньше в Волжском и Шекнинском плесах, где среди дафний преобладает *Daphnia cucullata*. Однако абсолютные количественные показатели *D. longispina* выше в Волжском плесе по сравнению со всеми другими участками водохранилища, что связано с большей продуктивностью этого плеса, принимающего в себя воды Угличского и Ивановского водохранилищ. Так, в районе Коприна и Мологи (Волжский плес) среднесезонная (1971-1975 гг.) средняя за вегетационный период численность (тыс. экз./м³) *D. longispina* выше, чем в других участках водохранилища:

Коприно	Молога	Брейтсво	Средний Двор	Наволоч	Измайлово
1.03	1.16	0.76	0.67	0.81	0.85

Полученные материалы показывают, что численность (тыс. экз./м³) *D. longispina* в 1972, 1974 и 1975 гг. была повышенной:

1971 г.	1972 г.	1973 г.	1974 г.	1975 г.
0.48	1.04	0.71	0.94	0.92

Количество *D. longispina* в эти годы неполностью соответствовало общему уровню развития зоопланктона. Интенсивность размножения вида не удается связать с водностью года и среднелетними температурами. Засушливые маловодные 1972-1973 гг. значительно различались по уровню размножения *D. longispina*, как и относительно многоводные и прохладные 1971, 1974 и 1975 гг. Наиболее соответствующий порядок величин получается при сопоставлении численности *D. longispina* с численностью бактерий - основной пищи дафний:

	1971 г.	1972 г.	1973 г.	1974 г.	1975 г.
Объем водохранилища, км ³	17.75	15.1	16.67	17.34	15.58
Среднеголетние температуры, °С	17.8	20.2	19.3	18.6	17.3
Биомасса зоопланктона (У-Х1), г/м ³	0.69	0.72	0.49	0.84	0.69
Численность бактерий, млн кл./мл	1.11	1.65	0.89	1.73	1.54
Численность <i>D. longispina</i> тыс. экз./м ³	0.5	1.04	0.71	0.94	0.92

Динамика численности *D. longispina* в пелагиали водохранилища выражается четкой двувершинной кривой с депрессией в середине лета, в период установления жаркой штилевой погоды, сопровождающейся максимальной прозрачностью и снижением общего количества бактерий (рис. 1).

По всей вероятности, второй период увеличения численности *D. longispina* не связан с выплывением молоди из эфиппиев, отложенных в июне, а возникает в результате усиления интенсивности партеногенетического размножения взрослых крупных самок, постоянно присутствующих в популяции в период летней депрессии.

Специальные наблюдения летом в центре водохранилища показали, что почти вся популяция состоит из крупных самок, большая часть которых размножается партеногенетически, но имеет очень низкую плодовитость (3-4 яйца). Значительная же часть половозрелых самок вообще лишена эмбрионов, что характерно для популяции, находящейся в состоянии депрессии:

Дата	Молодь, %	Сем-цы, %	Самки с пустыми выводковыми сумками, %	Яйцено-сные ♀♀, %	Сред-няя пло-дот-ность	Сред-ний раз-мер, мм
3-4 VIII 1973	7	2	43	48	3	1.4
23-25 VII 1975	18	0	28.5	54.5	4	1.6

При улучшении условий такая популяция может быстро наращивать численность интенсивным размножением крупных самок, для которых характерна склонность к партеногенезу, а не к образованию эфиппиев [5, 6].

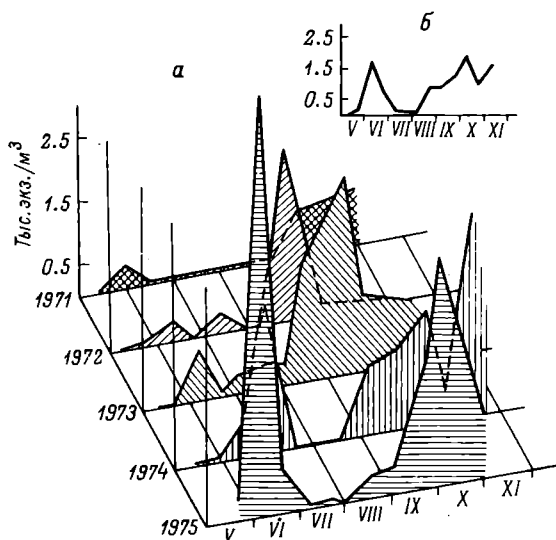
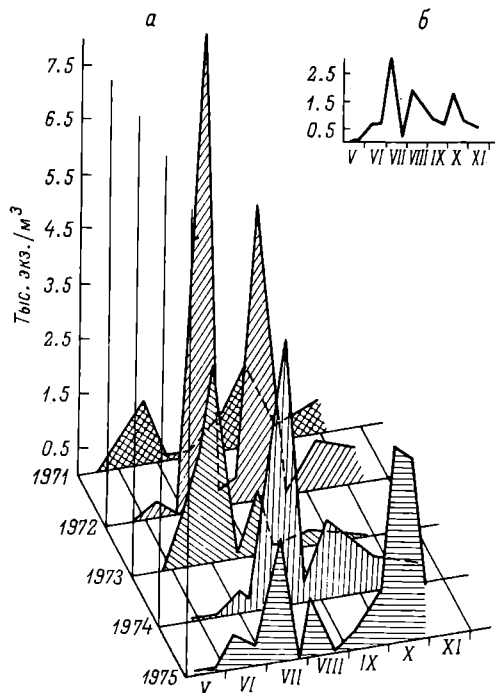


Рис. 1. Динамика численности *Daphnia longispina* в районе Наволок.

а — динамика в отдельные годы; б — среднееголетняя (1971-1975 гг.) кривая. По оси ординат — численность, тыс. экз./м³; по оси абсцисс — месяцы.

Известно, что первое поколение *Cladocera*, вышедшее из эфиппиев, хорошо отличается морфологически от других поколений [2, 4-6]. У *D. longispina* первое поколение отличается очень низкой головой. Индекс „длина туловища : высота головы“ составляет около 2,8 [3], но при подробном обследовании популяций 23-24 сентября 1974 г. в период подъема численности он колебался от 1,8 до 2,16.

В районе Коприна местное сообщество постоянно пополняется из Угличского и Ивановского водохранилищ, где сезонные изменения не совпадают с последними в Рыбинском, расположенном северо-восточнее. Динамика *D. longispina* здесь может выражаться и двувершинной и трехвершинной кривой, а летняя депрессия очень непродолжительна: если в центральном районе она длится около месяца (с первой декады июля по первую декаду августа), то здесь наблюдаются лишь резкие колебания численности (рис. 2).



Фиг. 2. Динамика численности *Daphnia longispina* в районе Коприна.

Обозначения те же, что на рис. 1.

Л и т е р а т у р а

1. Бенинг А.Л. Клодоцера Кавказа. Тбилиси, 1941. 383 с.
2. Зозуля С.С. Особенности первой генерации *Bythotrephes*, развивающейся из латентных яиц. - Информ.бюл. „Биол. внутр. вод“, 1977, № 33, с. 34-38.
3. Мануйлова Е.Ф. Биология *Daphnia longispina* в Рыбинском водохранилище. - Тр. биол. ст. „Борок“, 1958, вып. 3, с. 236-250.
4. Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки фауны СССР. Л., 1964. 326 с.
5. Ривьер И.К. Особенности структуры популяций *Daphnia pulex* (De Geer) во временных водоемах в районе Рыбинского водохранилища. - Информ.бюл. „Биол. внутр. вод“, 1973, № 20, с. 21-25.
6. Ривьер И.К. Зоопланктон Иваньковского водохранилища в зоне влияния подогретых вод Конаковской ГРЭС. - В кн.: Экология организмов водохранилищ-охладителей. Л., 1975, с.220-244.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

И.Ф. Фомичев

О КОРОТКОПЕРИОДНЫХ КОЛЕБАНИЯХ ТЕМПЕРАТУРЫ В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Температура воды Рыбинского водохранилища в районе ст.Брейтово 14 и 15 июня 1977 г. регистрировалась 3 термисторами. Запись велась на автоматическом электронном потенциометре ЭПП-09. Отсчеты производились последовательно по всем датчикам, время всего цикла коммутации составляло 55 с.

14 июня преобладал северный ветер. Скорость его изменялась от 7 м/с в 10 ч до 2 м/с в 16 ч. К началу наблюдений скорость ветра уменьшилась до 1 м/с, а к 22 ч установился штиль. Температура воздуха 14 июня 1977 г. в 21 ч составляла 21.8° . Распределение температуры воды по глубине характеризовалось наличием 2 скачков на глубинах 2.5 и 7.5 м (рис. 1).

Первая серия наблюдений проведена с 21 ч 45 мин 14 июня 1977 г. до 6 ч 23 мин 15 июня 1977 г. и включает по 452 измерения температуры воды на каждом горизонте. Вторая серия наблюдений выполнена в той же точке с 9 ч 30 мин до 15 ч 25 мин 15 июня 1977 г. и содержит по 344 отсчета на каждом горизонте.

Амплитуда колебаний температуры в 1-й серии наблюдений на горизонте 5 м достигала 2.6° , на 7.5 м - 0.5° , на 9 м - 0.2° . Порядок колебаний температуры во 2-й серии оставался прежним, среднее значение ее несколько возросло (см. таблицу).

Обработка наблюдений производилась на ЭВМ методами корреляционного и спектрального анализов. Для всех горизонтов рассчитаны структурные и автокорреляционные функции, а также взаимные корреляционные функции между отдельными горизонтами [1].

Структурные функции, рассчитанные по 1-й серии наблюдений для горизонта 5 м и 7.5 м, имеют минимумы на значениях аргумента, кратных 7 мин 20 м, что свидетельствует о наличии в колебаниях температуры периодической составляющей с периодом 7 мин 20 с (рис. 2, а). Колебания с этим периодом проявляются и из анализа структурных функций 2-й серии наблюдений.

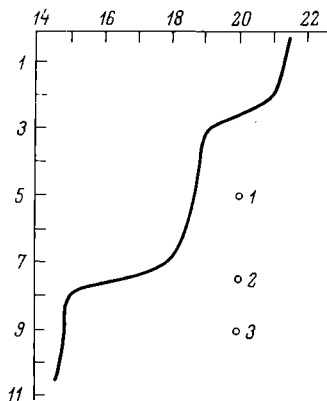


Рис. 1. Распределение температуры воды по глубине в 21 и 14 июня 1977 г. и расположение термисторов.

По оси ординат - глубина, м;
по оси абсцисс - температура, $^{\circ}\text{C}$.

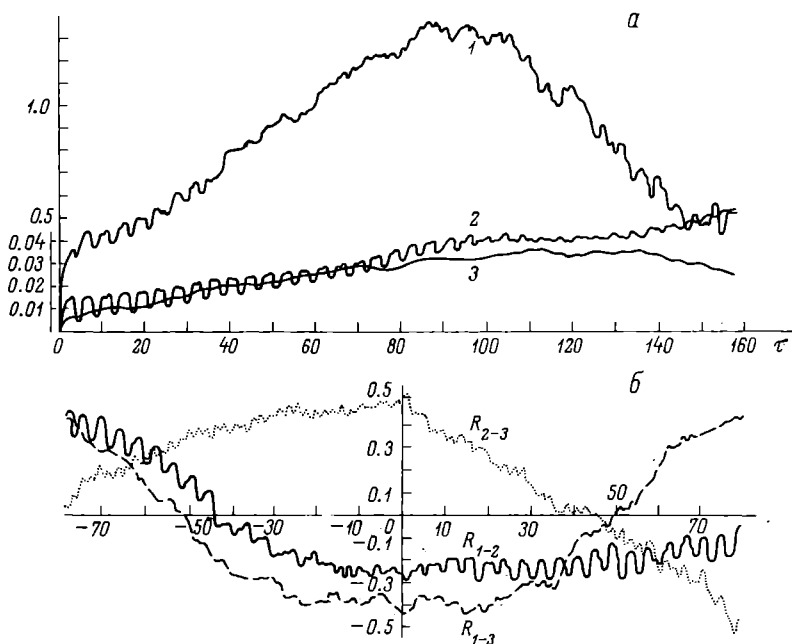


Рис. 2. Статистические функции температуры по данным 1-й серии наблюдений.

а - структурные функции: 1 - горизонт 5 м, 2 - 7.5 м, 3 - 9 м. По оси ординат - значения структурной функции, $(^{\circ}\text{C})^2$; по оси абсцисс - сдвиг τ , мин.

б - взаимные корреляционные функции: R_{1-2} - для горизонтов 5 и 7.5 м, R_{1-3} - 5 и 9 м, R_{2-3} - 7.5 и 9 м. По оси ординат - значения взаимнокорреляционной функции; по оси абсцисс - сдвиг τ , мин.

Характеристики изменения температуры воды 14-15 июня 1977 г.
(Рыбинское водохранилище, ст. Брейтово)

Горизонт, м	1-я серия наблюдений			2-я серия наблюдений		
	$t^0_{\text{ср.}}$	σ	C_V	$t^0_{\text{ср.}}$	σ	C_V
5	17.7	0.401	0.036	18.2	0.202	0.025
7.5	14.9	0.016	0.009	16.2	0.041	0.013
9	14.3	0.012	0.008	14.5	0.026	0.011

Автокорреляционные функции характеризуются увеличением крутизны при малых сдвигах ($\tau \rightarrow 0$) для горизонтов слоя скачка (7.5 и 9 м) относительно горизонта 5 м. Это говорит об уменьшении с глубиной масштаба возмущений, несущих основную энергию [2]. Для ненормированных спектров, рассчитанных с помощью преобразования Фурье автокорреляционных функций для всех 3 рассматриваемых горизонтов, характерны всплески энергии, соответствующие возмущениям с периодом 7 мин 20 с. Наиболее ярко они выражены для горизонта 7.5 м.

Взаимнокорреляционные функции выявляют взаимосвязь временных неоднородностей температуры на различных горизонтах. По ходу корреляций R_{1-2} , R_{1-3} , R_{2-3} видно, что изменение температуры на горизонте 5 м происходит в противофазе относительно изменений на горизонтах 7.5 м и 9 м (рис. 2, б). Изменения на горизонтах 7.5 м и 9 м протекают синхронно. Возмущение из нижнего слоя скачка передается в придонные горизонты без запаздывания. Это видно из нулевого сдвига корреляций между горизонтами 7.5 м и 9 м.

Причины рассмотренных колебаний в настоящее время остаются невыясненными и требуют постановки длительных синхронных наблюдений в различных частях водохранилища. Волновая природа их очевидна, но предположение о наличии внутренних волн нам представляется несколько преждевременным.

Л и т е р а т у р а

1. Бышев В.И. Программа статистического анализа наблюдений, выполненных на Атлантическом гидрофизическом полигоне. - В кн.: Атлантический гидрофизический полигон - 70. М., 1974, с. 305-314.
2. Навроцкий В.В. Статистический анализ пространственных колебаний температуры в поверхностном слое океана. - Физика атмосферы и океана, 1969, т. 5, № 1, с. 94-110.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

О ЦИРКУЛЯЦИИ ВОД БЕЛОГО ОЗЕРА
ПРИ РАЗЛИЧНОМ ВЕТРЕ

Динамические процессы, происходящие в водоемах (течения, турбулентное перемешивание, волнения), играют основную роль в формировании их режима. Исследование этих процессов, в частности течений, требует длительных синхронных наблюдений. В связи с трудоемкостью таких работ в последнее время широкое применение получают методы их математического моделирования.

Наиболее фундаментальные теоретические исследования, доведенные до возможности их практической реализации, выполнены по теории морских течений. При этом, очевидно, наиболее перспективным является направление с введением в теорию установившихся течений метода полных потоков с последующим переходом к уклонам поверхности и скоростям течений на отдельных горизонтах [2].

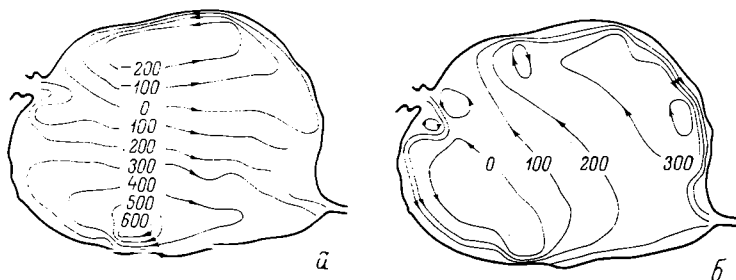
Поскольку метод полных потоков позволяет при расчете течений учитывать 3 основных фактора (ветер, рельеф дна, приходно-расходные части водного баланса), формирующих макроциркуляцию вод, авторы использовали его для расчета циркуляционных плей Белого озера.

Вычисления производились в узловых точках сетки с шагом 2500 м. Сток из озера и приток в него задавались исходя из реальных расходов в створе Шекснинского гидроузла в исследуемый период и данных, приведенных в работе М.Г. Ершовой [1].

Расчетные схемы макроциркуляций получены для ветровых ситуаций, предшествовавших скоростным съемкам поверхностной температуры Белого озера, выполненным 15-17 и 24 мая 1977 г.

Распределение функции полных потоков при восточном ветре скоростью 5 м/с указывает на наличие 2 вихревых образований, расположенных в северной и южной частях озера. В северной части интегральный перенос осуществляется в циклональном направлении, в южной — в антициклональном. В центре озера направление переноса с запада-северо-запада на восток-юго-восток от устьев рек Кемы и Ковжы Белозерской к истоку Шексны. Продольные и поперечные размеры вихревых образований составляют соответственно 32 и 14 км (см. рисунок, а).

При изменении направления ветра на северо-западное и увеличение скорости до 7 м/с (ситуация, предшествовавшая 2-скоростной съемке) центр циркуляционного образования в северной части озера сместился к востоку, в южной — к западу. Интегральный перенос в центральной части озера происходит в направлении с юго-востока на северо-запад. Пространственные размеры вихрей существенно не изменились. Густота изолиний функций полных потоков несколько уменьшилась, что свидетельствует об уменьшении расходов в направлении интегрального переноса (см. рисунок, б).



Интегральная циркуляция вод.

а – при восточном ветре скоростью 5 м/с; б – при северо-западном ветре скоростью 7 м/с.

Оба рассчитанных варианта циркуляции вод Белого озера характеризуются наличием двухслойного течения. Изменение вектора течения на противоположный происходит на горизонте 2 м. Здесь отмечается наибольшая изменчивость направления и скорости в зависимости от местоположения расчетной точки (табл. 1, 2).

Роль притока и стока в общей системе циркуляции вод в озере выяснилась расчетом установившихся ветровых течений при восточном ветре скоростью 5 м/с без учета притока в озеро и стока из него. В этом случае общая схема циркуляции не претерпевает особых изменений, за исключением центральной части озера, где направление интегрального переноса устанавливается строго с запада на восток. Смена направления течения на противоположные происходит также на горизонте 2 м. Диапазоны изменений направления и скоростей течений на каждом горизонте резко сокращаются.

Т а б л и ц а 1

Характеристики параметров течения на различных горизонтах (ветер 90°, 5 м/с)

Горизонт, м	Диапазон изменения скорости, см/с	Δ скорости, см/с	β	C_v	Диапазон изменения направления, град.	Δ направления, град.
0	6,7–10,0	3,3	0,62	0,12	169–198	29
1	1,6– 4,5	2,9	0,40	0,26	155–213	58
2	0,3– 4,0	3,7	0,16	0,33	233–201	328

Т а б л и ц а 1 (продолжение)

Горизонт, м	Диапазон из- менения ско- рости, см/с	Δ скорости, см/с	δ	C_V	Диапазон из- менения на- правления, град.	Δ направ- ления, град.
3	1.7-4.1	2.4	0.17	0.15	335- 38	63
4	1.0-3.2	2.2	0.21	0.17	345- 28	37
5	0.2-1.5	1.3	0.13	0.31	349-366	17

Т а б л и ц а 2

Характеристики параметров течения на различных горизонтах (ветер 315° , 7 м/с)

Горизонт, м	Диапазон из- менения ско- рости, см/с	Δ скорос- ти, см/с	δ	C_V	Диапазон из- менения на- правления, град.	Δ направ- ления, град.
0	10.2-14.2	4	0.97	0.092	301-325	24
1	2.8- 7.0	4.2	0.60	0.18	279-343	64
2	0.2- 2.7	2.5	0.17	0.36	323-268	305
3	1.3- 4.5	3.2	0.27	0.15	112-161	49
4	1.0- 4.0	3.0	0.60	0.17	121-152	31
5	0.4- 1.8	1.4	0.23	0.31	124-145	21

Расчетные схемы циркуляции подтверждаются распределением поверхностной температуры по данным скоростных съемок. При восточных ветрах происходит концентрация теплых вод у западного побережья. Изотермы вытягиваются в направлении интегрального переноса на юго-восток. Ядро холодных водных масс сосредоточено в восточной части озера.

При северо-западном ветре холодные водные массы перемещаются в направлении интегрального переноса к северо-западу. Более теплые воды рек Ковжи и Кемы сосредоточиваются вдоль южного берега.

1. Ершова М.Г. Бодные массы Череповецкого водохранилища. - В кн.: Биологические и гидрологические факторы местных перемещений рыб в водохранилищах. Л., 1968, с. 3-21.
2. Фельзенбаум А.И. Теоретические основы и методы расчета установившихся морских течений. М., 1960. 127 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Н.А. Зимина, В.В. Законнов,
В.П. Курдин

О ХОДЕ ПРОЦЕССА ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В ИВАНЬКОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Для определения размеров аккумуляции органического вещества биогенов в донных отложениях Иваньковского водохранилища в 1975-1976 гг. проведена грунтовая съемка, во время которой на 200 станциях определена высота слоя донных отложений. Это третья грунтовая съемка водоема. Первая была проведена на 20-м году существования водохранилища, вторая - спустя 11 лет, в 1968 г. По материалам 2 первых съемок получена характеристика грунтового комплекса, выявлены основные закономерности распределения грунтов и определены их некоторые физические и химические свойства [1].

Материалы съемки 1975-1976 гг. позволили рассчитать среднюю мощность слоя отложений по участкам и глубинам, объем и вес отложений, накопившихся в водоеме к 1976 г., и сопоставить их с аналогичными показателями, полученными в 1968 г. Полевые и лабораторные исследования, а также расчеты характеристик осадконакопления проводились по методике, применявшейся в предыдущих съемках.

Средняя высота слоя отложений по определениям 1976 г. для расчетных участков в целом увеличилась, но в некоторых диапазонах глубин она оказалась меньше, чем при предыдущей съемке (табл. 1). Причины этого в большинстве случаев заключаются не в уменьшении мощности отложений за рассматриваемый период, а в погрешностях определения среднего значения высоты слоя при большой изменчивости ее даже в пределах сравнительно узкого диапазона глубин. Лишь на глубинах 3-6 м участка 1У полученное

Т а б л и ц а 1

Накопление донных отложений в Ивановском водохранилище

Участок	Глубина, м	Средняя высота слоя, см		Среднее годовое накопление, см	
		1968 г.	1976 г.	1937-1968 гг.	1937-1976 гг.
I	0-3	3.5	4.5	0.11	0.11
ГЭС-Созь	3-6	5.3	6.4	0.17	0.16
	6-9	11.0	21.3	0.34	0.53
	>9	60.7	51.3	1.90	1.29
	Среднее	9.3	11.1	0.29	0.28
II	0-3	1.8	0.5	0.06	0.01
Созь-Шоша	3-6	3.3	8.1	0.10	0.20
	6-9	20.9	19.6	0.65	0.49
	>9	12.8	24.8	0.40	0.62
	Среднее	5.3	8.9	0.16	0.22
III	0-3	3.6	3.6	0.11	0.09
Плес Шоши	3-6	10.9	27.2	0.34	0.68
	>6	28.1	25.6	0.88	0.64
	Среднее	5.5	7.7	0.17	0.19
IV	0-3	3.0	12.8	0.09	0.32
Шоша-Калинин	3-6	5.2	0.8	0.16	0.02
	6-9	0.0	0.0	0.00	0.00
	>9	4.2	7.0	0.10	0.17
	Среднее	3.0	7.8	0.09	0.19
Среднее по водохранилищу		6.5	9.1	0.20	0.23

уменьшение средней высоты слоя отложений статистически достоверно. Съемка подтвердила основные закономерности распределения высоты слоя вторичных отложений, выявленные ранее. На всех участках, за исключением верхнего (1V), происходит увеличение средней высоты слоя отложений с глубиной.

В стержневой части верхнего участка на глубинах 6–9 м накопления отложений не происходит. Только ниже дер. Единоново, где появляются глубины более 9 м, отмечается накопление песчанистого ила и илистого песка. На затопленных поймах этого участка (глубины 0–3 м) средняя высота слоя отложений выше, чем на соответствующих глубинах других участков. Объясняется это тем, что скорости стоковых течений, представляющих здесь основную форму гидродинамической активности, при выходе на пойму уменьшаются, а волнение не достигает больших размеров из-за малых разгонов волны.

Средние годовые темпы осадконакопления за период 1937–1976 гг. как в целом по водохранилищу, так и в отдельных его плесах весьма близки к полученным за 1937–1968 гг. В среднем по водохранилищу скорость осадконакопления составляет 2 мм/год. В Ивановском плесе она равна 3 мм/год, а на глубинах этого плеса, превышающих 9 м, 13 мм/год. За 8 лет, прошедших между съемками, темп осадконакопления в водохранилище существенно не изменился. Это подтверждает вывод о стабилизации темпов седиментации в водоеме. Залиение водохранилища происходит темпами, типичными для водоемов данной ландшафтной зоны, обладающих сходными гидролого-морфологическими особенностями. Общий объем отложений, накопившихся к 1976 г., составил 0.03 км³, или 2.7% от полного объема водохранилища. Ежегодное уменьшение объема водохранилища за счет накопления донных отложений составляло в среднем за 40 лет около 0.1%. Такими же темпами шел процесс и в 1968–1976 гг.

Для расчета веса отложений использованы величины объемного веса, определенные в 1968 г., и проведены дополнительные определения, позволившие уточнить средний объемный вес для отдельных участков. Общее число определений объемного веса, использованное в расчетах, – 51.

Объемный вес абсолютно сухих отложений колеблется в зависимости от их состава от 0.22 до 1.71 г/см³. Указанные предельные величины совпадают с полученными О.А. Тихомировым [2] для различных типов донных отложений мелководий Ивановского водохранилища. При отсутствии определений объемного веса отложений на участке в расчетах использовалась установленная ранее зависимость между объемным весом и содержанием органического вещества [1]. Вес отложений в каждом расчетном участке определялся как сумма весов отложений в отдельных диапазонах глубин (табл. 2). Приводимые значения объемного веса (табл. 2) – средневзвешенные для участков. Ошибки определения общего веса отложений составляют, по нашим оценкам, около 10%. Ежегодное накопление

Т а б л и ц а 2

Объем и вес донных отложений, аккумулярованных
в водохранилище к 1976 г.

Участок	Объем отложе- ний, км ³	Объемный вес, т/м ³	Вес отложе- ний, тыс.т
I ГЭС-Ссыз	0.013	0.62	8060
II Ссыз-Шоша	0.004	0.61	2420
III Плес Шоши	0.009	0.79	7130
IV Шоша-Калинин	0.003	1.20	3930
Всего по водохра- нилищу	0.029	0.74	21540

вещества на дне водоема в среднем за 40 лет равно 530 тыс. т и практически не отличается от определенного ранее за 32-летний период (490 тыс. т). Известно, что среднее многолетнее уменьшение стока взвесей в створе Ивановской ГЭС по сравнению с рекой незначительно. Даже в 1972 г., наиболее благоприятном для аккумуляции речных взвесей (низкое половодье, интенсивность весеннего водообмена в 3 раза ниже нормы), разность между поступлением взвешенного вещества с речным стоком и сбросом его через гидроузел составила 70 тыс. т. По-видимому, роль основного поставщика грунтообразующего материала продолжает играть размыв мелководных участков. В последние годы на водохранилище широко практиковались дночерпательные работы для добычи песка. При этом неизбежны потери наиболее мелких фракций грунта и участие их в формировании донных отложений мелководных частей водоема. Возможно, этот процесс в какой-то мере компенсировал затухание процесса естественной абразии мелководных псд действием волнения.

Л и т е р а т у р а

1. Б у т о р и н Н.В., З и м и н о в а Н.А., К у р д и н В.П. Донные отложения верхне-волжских водохранилищ. Л., 1975. 150 с.
2. Т и х о м и р о в О.А. Объемные веса донных отложений мелководных Ивановского водохранилища. - В кн.: Влияние Ивановского водохранилища на природу прилегающих территорий. Калинин, 1975, с. 63-68.

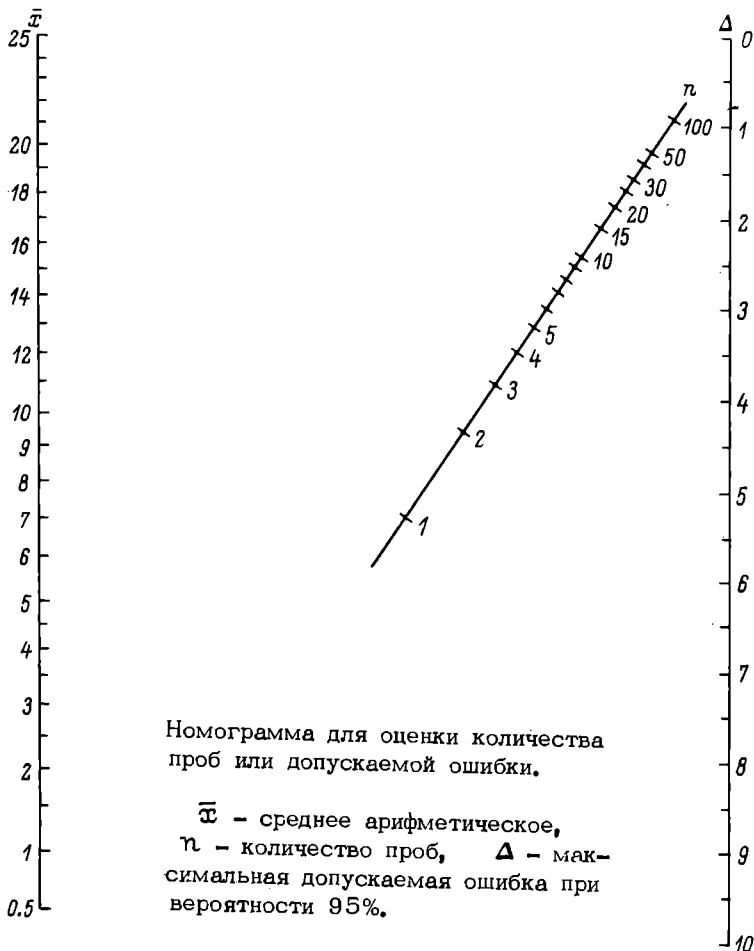
Институт биологии
внутренних вод АН СССР

НОМОГРАММА ДЛЯ ОШЕНКИ КОЛИЧЕСТВА ПРОБ ГИДРОБИОНТОВ В СЛУЧАЕ ИХ СТАТИСТИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО ЗАКОНУ ПУАССОНА

Перед началом полевых сборов зоологического материала желательно рассчитать необходимое количество проб, а после обработки собранного материала определить точность полученных данных. Обычно такие расчеты основываются на гипотезе о нормальном распределении эмпирических данных. Но такое распределение наблюдается далеко не всегда. Часто редкие или малочисленные виды распределяются по кривой Пуассона (закон редких событий), при уменьшении размера пробы можно всегда прийти к этому распределению. В таком случае количество проб, необходимое для получения результатов с заданной точностью, определяется по формуле $n = 1/S^2 \bar{x}$ [4], где n — количество проб, \bar{x} — среднее арифметическое, S — стандартная ошибка, выраженная в долях \bar{x} . Максимально допустимая погрешность в абсолютных единицах включена в формулу $n = t^2 \bar{x} / \Delta^2$, где t — критерий Стьюдента, Δ — максимальная допустимая погрешность. Для 95%-й вероятности $n = 4 \bar{x} / \Delta^2$. По этой формуле рассчитана предлагаемая номограмма (см. рисунок). На левой шкале нанесены значения \bar{x} , на правой — Δ , на средней — n .

Как пользоваться номограммой, покажем на следующем примере. В мае 1977 г. в Волжском плесе Рыбинского водохранилища взято 20 проб бентоса дночерпателем площадью 1/100 м². Для личинок мотыля *Chironomus plumosus* L. 1У возраста получено $\bar{x} = 3,7$ экз. на пробу. Установлено, что в данном случае эмпирическое распределение числа личинок может удовлетворительно аппроксимироваться статистическим распределением Пуассона. Чтобы определить точность полученных данных, откладываем на левой шкале 3,7, на средней — 20, прикладываем линейку к этим 2 точкам и на правой шкале получаем $\Delta = 0,9$, т.е. с вероятностью 95% можно утверждать, что среднее число мотылей на исследуемом участке лежит в пределах 2,8–4,6 экз./пробу или 280–460 экз./м². Определим сколько нужно взять проб, чтобы ошибка не превышала 2 экз./пробу. Для этого прикладываем линейку на левой шкале к точке 3,7, на правой — к точке 2, на средней шкале находим $n = 4$ (число проб округляют в большую сторону).

Чтобы определить, соответствуют ли эмпирические данные распределению Пуассона, при большом числе проб можно воспользоваться критерием χ^2 , но при малом числе проб он не подходит. Основываясь на том, что при распределении Пуассона квадрат стандартного отклонения равен среднему арифметическому, Сведберг [6] предложил показатель дисперсии $D = \sigma^2 / \bar{x}$, который в этом случае



равен 1. Чем больше он отличается от 1, тем больше эмпирические данные отклоняются от распределения Пуассона. В отечественной литературе степень отклонения выражается обычно словами: сильное, слабое, значительное и т.п. Но еще в 1942 г. Блекман [3] показал, что с 95%-й вероятностью данные соответствуют распределению Пуассона, если D лежит в пределах $1 \pm 2\sqrt{2n/(n-1)^2}$, где n — число проб. Затем была предложена другая формула [2] $-1 \pm 2\sqrt{2/(n-1)}$. Эти формулы дают очень близкие результаты.

В нашем примере $\bar{x} = 2,2$ экз./пробу, $D = 1,31$. Расчеты по обеим формулам показали, что для распределения Пуассона D должно лежать в пределах $1 \pm 0,65$, т.е. наши данные не противоречат гипотезе о распределении Пуассона и можно пользоваться приведенной номограммой.

Но хотя в распределении Пуассона $D = 1$, из этого вовсе

следует обратный вывод, т.е. что, получив $D = 1$, можно утверждать, что налицо имеется обязательно распределение Пуассона. Могут существовать и другие модели случайных распределений с

$D = 1$ [5]. Чтобы соответствовать распределению Пуассона, исходные данные должны удовлетворять ряду требований, в том числе: точки должны попадать в неперекрывающиеся области независимым образом и появляться поодиночке, а не парами, тройками и т.д. [1]. Данные по численности организмов могут удовлетворять этим требованиям, данные по распределению биомасс — нет, так как единицы биомассы (например, мг, г, кг) появляются именно группами. Поэтому мы считаем, что если даже $D = 1$ получена для данных по биомассе животных, то это чисто формальное сходство, не дающее основание утверждать, что эмпирические данные соответствуют распределению Пуассона.

Л и т е р а т у р а

1. В е н т ц е л ь Е.С. Теория вероятностей. М., 1969. 576 с.
2. B a r t l e t t M.S. Fitting a straight line when both variables are subject to error. — Biometrics, 1949, vol. 5, p.207-212
3. B l a c k m a n G.E. Statistical and ecological studies in the distribution of species in plant communities. I. Dispersion as a factor in the study of changes in plant populations. — Ann. Botany, 1942, vol. 6, p. 351-370.
4. E l l i o t t J.M. Some methods for the statistical analysis of samples of the benthic invertebrates. — Scientific publ. Fresh. biol. association, 1971, N 25, p. 1-144.
5. P i e l o u E.C. An introduction to mathematical ecology. N.Y., 1969. 286 p.
6. S v e d b e r g T. Ett bidrag till de statistiska metodernas användning inom växtbiologien. — Svensk bot. tidskr., 1922, vol. 16, N 1, p. 1-8.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

И.М. Б а л о н о в

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СДВОЕННЫЙ БАТОМЕТР

Микроорганизмы в толще воды распределены весьма неравномерно [3-5]. Две серии тотальных проб, отобранных одновременно, могут разл. чаться между собой по биомассе на 50 и более процентов [2]. Поэтому для изучения распре-

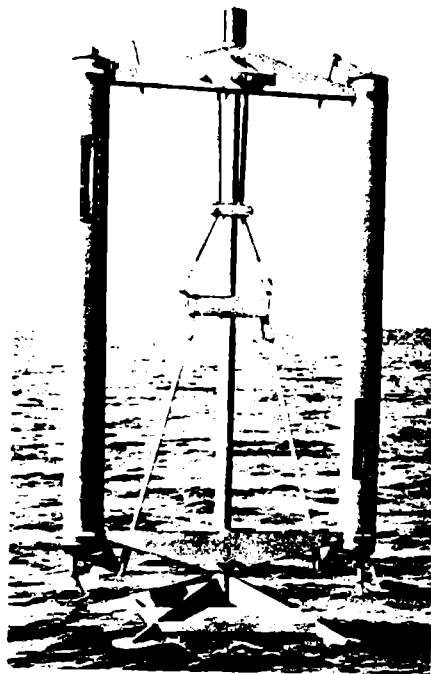


Рис. 1. Общий вид прибора.

деления микроорганизмов и объективного суждения об их численности и биомассе необходим одновременный отбор с одного горизонта хотя бы 2 пробы воды. Для таких целей нами был сконструирован двоянный батометр (рис. 1).

За основу прибора была взята схема широко распространенного батометра системы „Черноморский“, который отличается от других типов вертикальным расположением крышек, что исключает разрушение поверхностной пленки и существенно уменьшает перемешивание воды, вызванное спуском батометра.

Мы разработали новую конструкцию спускового механизма, а также несколько изменили механическую систему самого батометра, что сделало его более универсальным.

Предлагаемый прибор представляет собой 2 однометровых винипластовых цилиндра емкостью 4,5 л каждый, закрепленных хомутами в металлической раме параллельно друг другу на расстоянии 80 см (рис. 2). Вмонтированные в корпуса цилиндров термометры позволяют одновременно с отбором проб измерять и температуру воды. Закрывается батометр с помощью тяжей из вакуумной резины, которые при температуре ниже 0° следует заменять на стальные пружины. Крепостовина подставки крепится к раме с помощью винта-барашка и служит для установки на палубе экспедиционного

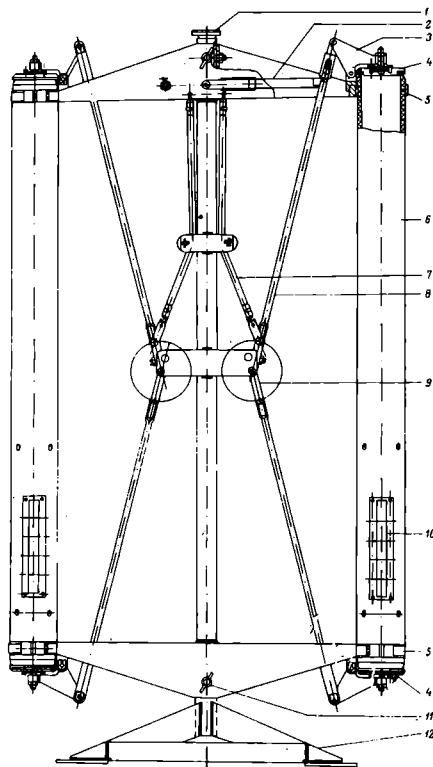


Рис. 2. Принципиальная схема батометра.

1 - втулка, 2 - рычаг спускового механизма, 3 - кронштейн крышки, 4 - крышки, 5 - хомуты, 6 - цилиндр батометра, 7 - резиновые тяги, 8 - металлические тяги, 9 - коромысло, 10 - окно термометра, 11 - винт-барашек, 12 - крестовина подставки.

судна, а также предохраняет от захвата илового слоя при работе батометра. Оба цилиндра имеют независимые механизмы и при необходимости могут работать раздельно. Прибор крепится к лебедке экспедиционного судна тросом.

Для приведения батометра в действие достаточно повернуть коромысло на 90° . При этом тяги откроют крышки и зафиксируют их в этом положении, зажав стопор верхних кронштейнов рычагами спускового механизма. Движущийся по тросу посыльный груз ударяет по втулке, которая в свою очередь раздвигает рычаги спускового механизма. Резиновые жгуты вернут коромысло в исходное положение, что приведет к смещению тяг. Это усилие будет передано на кронштейны и крышки батометра закроются.

Батометр позволяет отбирать пробы воды тотально (от поверхности до дна) и послойно. Одновременный отбор 2 образцов воды в значительной степени нивелирует мозаичность распределения гидробионтов, увеличивая тем самым репрезентативность выборки. Наш прибор выгодно отличается от существующих [1, 2] универсальностью, простотой в обращении и надежностью в работе, позволяя отбирать пробы и в штормовых условиях. Он прост в конструктивном исполнении и может быть изготовлен без применения дорогостоящего оборудования.

Сдвоенный батометр может быть использован при гидробиологических, физиологических, гидрологических и гидрохимических исследованиях. Он успешно прошел пятилетние испытания в экспедиционных условиях на Рыбинском водохранилище, показав хорошие эксплуатационные качества.

Л и т е р а т у р а

1. Ж у к о в а Г.Н. Методы изучения морского фитопланктона. - В кн.: Приборы и методы изучения морского фитопланктона. М., 1972, с. 3-41.
2. К и с е л е в И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Л., 1969, 658 с.
3. R u t t n e r F. Das Plankton des Zünser Untersees, Verteilung in Raum und Zeit während der Jahre 1908-1913. - Internat. Rev. ges. Hydrobiol., 1930, vol. 23, p. 167-319.
4. S o r o k i n Ju. I. The bacterial population and the progress of hydrogen sulphide oxidation in the black sea. - J. Conseil perman. internat. explorat. mer. 1972, vol. 34, p. 423-454.
5. W e i m a n n R. Hydrobiologische und hydrographische Untersuchungen an zwei teichartigen Gewässern. - Beih. Bot. Kontroll., vol. 51, p. 397-476.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

М.М. С м е т а н и н

О СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ТОЧНОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕМПА РОСТА РЫБ

К настоящему времени предложено несколько величин, характеризующих интенсивность роста рыб: общий абсолютный прирост, средний абсолютный прирост в единицу времени, относительный прирост, оценка которого производится в форме Майнота [13], И.И. Шмальгаузена [11], Броди [12], характеристика роста [2].

Т а б л и ц а 1

Погрешности показателей темпа роста рыб

Показатель темпа роста	Формула вычисления показателя	Формула вычисления погрешности показателя
Абсолютный прирост	$\frac{l(t_{i+1}) - l(t_i)}{t_{i+1} - t_i}$	$\frac{\sqrt{\Delta l^2(t_{i+1}) + \Delta l^2(t_i)}}{t_{i+1} - t_i}$
Средний абсолютный прирост в единицу времени	$\frac{l(t_{i+1}) - l(t_i)}{t_{i+1} - t_i}$	$\frac{1}{t_{i+1} - t_i} \sqrt{\Delta l^2(t_{i+1}) + \Delta l^2(t_i)}$
Относительный прирост в форме Майнота	$\frac{l(t_{i+1}) - l(t_i)}{l(t_i)(t_{i+1} - t_i)}$	$\frac{1}{(t_{i+1} - t_i)l(t_i)} \sqrt{\Delta l^2(t_{i+1}) + \left[\frac{l(t_{i+1})}{l(t_i)} \Delta l(t_i)\right]^2}$
Относительный прирост в форме Броди	$2 \frac{[l(t_{i+1}) + l(t_i)](t_{i+1} - t_i)}{\ln l(t_{i+1}) - \ln l(t_i)} \frac{1}{t_{i+1} - t_i}$	$\frac{4}{[l(t_{i+1}) + l(t_i)]^2(t_{i+1} - t_i)} \sqrt{l^2(t_i) \Delta l^2(t_{i+1}) + l^2(t_{i+1}) \Delta l^2(t_i)}$
Относительный прирост в форме Шмальгаузена	$\frac{\ln l(t_{i+1}) - \ln l(t_i)}{t_{i+1} - t_i}$	$\frac{1}{t_{i+1} - t_i} \sqrt{\frac{\Delta l^2(t_{i+1})}{l^2(t_{i+1})} + \frac{\Delta l^2(t_i)}{l^2(t_i)}}$
Характеристика роста	$\frac{\ln l(t_{i+1}) - \ln l(t_i)}{t_{i+1} - t_i} \frac{1}{l(t_i)}$	$\frac{1}{t_{i+1} - t_i} \sqrt{\left[\frac{l(t_i)}{l(t_{i+1})} \Delta l(t_{i+1})\right]^2 + \left\{[\ln l(t_{i+1}) - \ln l(t_i)] - 1\right\} \Delta l(t_i)^2}$

Т а б л и ц а 2

Оценка с вероятностью 0.95 погрешностей показателей темпа линейного роста судака оз. Ильмень по данным Г.В. Федоровой [10]

Показатель темпа роста	Величина и погрешность показателя темпа роста	
	X 1969 - X 1968	X 1970 - X 1969
Абсолютный прирост, см	13.8 ± 0.6	5.8 ± 2.0
Средний абсолютный прирост в единицу времени, см/год	13.8 ± 0.6	5.8 ± 2.0
Относительный прирост в форме Майнота, 1/год	1.33 ± 0.13	0.24 ± 0.08
Относительный прирост в форме Броди, 1/год	0.80 ± 0.05	0.21 ± 0.07
Относительный прирост в форме Шмальгаузена, 1/год	0.85 ± 0.22	0.22 ± 0.07
Характеристика роста, см/год	8.8 ± 1.0	5.2 ± 1.6

Критически анализируя эти величины, ряд авторов полагает, что ни один из относительных показателей правильно не отражает интенсивность роста рыб, а наиболее точным количественным показателем служит абсолютный натуральный прирост [1, 5, 6]. В других работах показана неосновательность некоторых критических замечаний, наряду с недостатками отмечается и полезность отдельных относительных показателей, в частности удельной скорости роста [3, 8].

Определение ошибок особенно нужно при сравнении темпа роста одновозрастных групп различных популяций и разновозрастных групп одной популяции, т.е. для более полного анализа нужно рассчитывать не только интенсивность роста, но и оценивать погрешность полученных значений. Цель настоящей статьи - указание формул для статистической оценки точности показателей темпа роста рыб.

Принимается, что искомая погрешность обусловлена в основном вариабельностью параметров роста, изменение которых (например, длины тела l) даже у одновозрастных особей одной популяции происходит неодинаково. Наряду с общими закономерностями проявляется наличие флуктуаций разного рода [4], величины которых, как правило, много больше ошибок измерений.

Непрерывная регистрация во времени многих параметров роста часто затруднительна, что вызывает необходимость их дискретизации, и вместо непрерывной функции $l(t)$ используют ряд $l(t_1), l(t_2) \dots l(t_i) \dots l(t_n)$, получаемый тем или иным способом. Конкретный метод определения ошибки зависит от вида имеющейся информации. Если этот ряд получен непосредственно измерением длин отдельных особей в моменты времени $t_1, t_2 \dots t_i \dots t_n$ или обратным расчислением по какой-либо регистрирующей структуре, то избранный показатель роста можно найти отдельно для каждой особи, определить его среднее значение, среднеквадратическое отклонение и возможную погрешность. Например, для 8 меченых особей леща возраста 6+, выращиваемых в пруду экспериментальной базы „Сунога“, в период с октября 1972 г. по октябрь 1973 г. среднее значение удельной скорости роста составляет 0.121 1/год, среднеквадратическое отклонение 0.014 1/год, а возможная погрешность с вероятностью 0.95 равна 0.012 1/год.

Часто, однако, поступает информация о росте рыб по выборкам, производимым в разное время с последующим разделением каждой выборки по возрастам, т.е. анализируется рост не отдельных особей, а какого-то годового класса. В этом случае искомые погрешности можно рассчитать как ошибки косвенных измерений.

Показатели темпа роста представляют собой в общем случае функции нескольких переменных: $Y = Y(x_1, x_2 \dots x_j \dots x_p)$. Ошибку любой отдельной переменной можно оценить классическим способом [9]. Для нахождения результирующей возможной ошибки ΔY иногда рекомендуется использовать соотношение

$$\Delta Y = \sum_{j=1}^p \left| \frac{\partial Y}{\partial x_j} \Delta x_j \right|. \quad (1)$$

При этом имеется ввиду самая невыгодная, но, как правило, маловероятная ситуация, когда все частные погрешности имеют одинаковые знаки. Как показано в книге Зайделя [7], более точно ΔY вычисляется по формуле:

$$\Delta Y = \sqrt{\sum_{j=1}^p \left(\frac{\partial Y}{\partial x_j} \Delta x_j \right)^2}. \quad (2)$$

В этом случае суммируются не абсолютные значения ошибок, как в соотношении (1), а извлекается корень из сумм их квадратов. Применяя соотношение (2), получаем выражения для оценки погрешности показателей темпа роста (табл. 1).

В качестве примера их использования оценена точность для уровня вероятности 0.95 по средним значениям и ошибкам репрезентативности длины (см), приведенным в работе Г.В. Федоровой [10] для судака оз.Ильмень поколения 1967 г. (табл. 2). Видно, что вследствие относительно небольшой величины погрешностей различие между соответствующими показателями в 1968-1969 гг. и 1969-1970 гг. достоверно в высокой степени.

При интервале дискретности 1 месяц анализ данных по росту годовиков плотвы, выращиваемых в прудах экспериментальной базы „Сунога“, показал, что с вероятностью 0.95 в июне 1972 г. абсолютный прирост длины составил 19.6 ± 2.1 мм, средний абсолютный прирост 0.65 ± 0.07 мм/сутки, относительный прирост в форме И.И. Шмальгаузена (удельная скорость роста) 0.010 ± 0.001 1/сутки. В июле 1972 г. эти величины равны соответственно 18.7 ± 5.3 мм, 0.62 ± 0.18 мм/сутки и 0.008 ± 0.002 1/сутки. Хотя средние значения данных показателей в июне больше, чем в июле, применение критерия Стьюдента показывает, что различие между ними с вероятностью 0.95 недостоверно. Оценка достоверности здесь оказалась возможной только после определения ошибки репрезентативности показателей темпа роста.

Некоторая сложность вычислений в значительной степени устраняется при использовании вычислительной техники, а при наличии статистической устойчивости данных эти формулы могут быть использованы для оценки погрешности интенсивности роста не только рыб, но и других организмов.

Л и т е р а т у р а

1. Б р ю з г и н В.Л. Методы изучения роста рыб по чешуе, костям и отолитам. Киев, 1969. 186 с.
2. В а с н е ц о в В.В. Опыт сравнительного роста карповых рыб. - Зоол. журн., 1934, т. 13, № 3, с. 540-583.
3. В и н б е р г Г.Г. Скорость роста и интенсивность обмена у животных. - Усп. совр. биол., 1966, т. 61, № 2, с. 274-293.
4. Г о н ч а р о в А.И., П о д д у б н ы й А.Г., С м е т а н и н М.М. Опыт вероятностного анализа роста рыб. - В кн.: Количественные аспекты роста организмов. М., 1976, с. 217-222.
5. Д я ч у к И.Е. О показателях темпа роста рыб. - Гидробиол. журн., 1974, т. 10, № 2, с. 105-110.
6. Ж и в к о в М. Критический анализ некоторых относительных показателей интенсивности роста рыб. - Изв. на зоол. ин-та с муз., 1972, кн. 36, с. 81-101.
7. З а й д е л ь А.Н. Ошибки измерений физических величин. Л., 1974. 108 с.
8. М и н а М., К л е в е з а л ь Г.А. Рост животных. М., 1976. 291 с.
9. П л о х и н с к и й Н.А. Биометрия. М., 1970. 367 с.

10. Федорова Г.В. Биология и динамика численности су-
дака озера Ильмень. - Изв. ГосНИОРХ, 1974, т. 86, с. 73-90.
11. Шмалъгаузен Н.И. Определение основных поня-
тий и методика исследований роста. - В кн.: Рост животных, М.,
1935, с. 8-60.
12. Brody S. Bioenergetics and growth, With
special reference to the efficiency complex in domestic
animals. N.-Y., 1945, 1023 p.
13. Minot C.S. The problem of age, growth and
death. London, 1908. 208 p.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

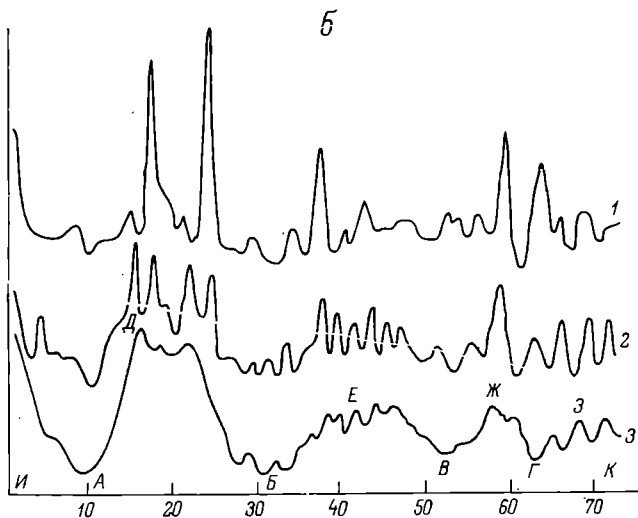
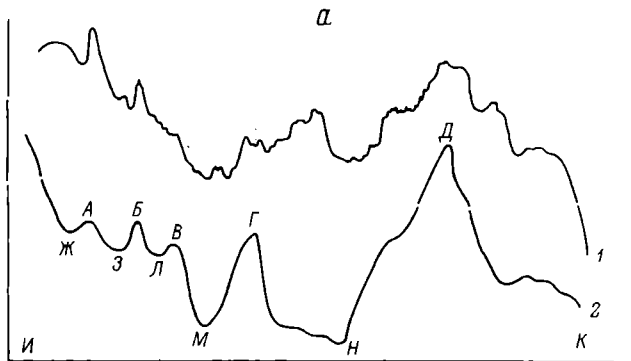
М.М. Сметанин, А.Н. Касьянов

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДА НАКОПЛЕНИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ ОПТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ ЧЕШУИ РЫБ

Известно, что неравномерность роста рыб отражается в строе-
нии структуры чешуи в виде различных образований, в частности
колец [5 и др.]. У опытного оператора визуальный анализ этих
образований под биноклем или микроскопом часто не вызывает
особых затруднений. Однако иногда даже предварительная физико-
химическая обработка чешуи не позволяет достаточно уверенно ин-
терпретировать некоторые из колец, в частности разделить годовые
и дополнительные. Возникает необходимость введения и анализа
числовых характеристик, например оптической плотности $y(r)$,
расстояний между склеритами $x(n)$ вдоль радиуса r чешуи [1-3
и др.].

Единичные реализации $y(r)$, $x(n)$ часто искажены мощными
помехами, обусловленными случайными флуктуациями роста и по-
грешностями прибора (см. рисунок а, 1, б, 1). Поэтому характе-
ристики локального образования, полученные при оцифровке отдель-
ных регистраций, могут содержать большую ошибку. В случае отно-
сительно равномерного или кусочно-стационарного роста выделение
годовой цикличности может быть достигнуто фильтрацией, спектраль-
ным анализом или периодограммным анализом $y(r)$ или $x(n)$ [1, 6].
Небольшая длина ряда и нестационарность реализации иногда наклад-
ывают принципиальные ограничения при использовании этих спосо-
бов.

Цель настоящего сообщения - обсуждение некоторых вопросов
использования метода накопления [4] при выделении сигнала -
общей устойчивой цикличности $y(r)$ или $x(n)$, что позволит
на следующем этапе исследования разделить ее отдельные циклы
на годовые и дополнительные. Под сигналом здесь понимается со-
вокупность годовой и возможных дополнительных устойчивых ва-



Вариации оптической плотности чешуи плотвы (а) и расстояний между склеритами чешуи густеры (б) возраста 4+.

а: 1 – отдельная реализация, 2 – среднее 9 рядов. По оси ординат – оптическая плотность, отн. ед.; по оси абсцисс радиус от центра чешуи к краю, отн. ед.

б: 1 – 1 ряд, 2 – среднее 3 рядов, 3 – среднее 7 рядов. По оси ординат – расстояние между последующими склеритами; по оси абсцисс – номер склерита от центра чешуи к краю. И – центр, К – край чешуи. Остальные обозначения в тексте.

риаций роста, одновременно зафиксированных на всех чешуях репрезентативной выборки одной рыбы, под помехами – флуктуации разного рода.

Метод накопления может использоваться в разных модификациях, но по своей идее связан с повторением изучаемой реализации. Ка-

ественно он применяется при визуальном определении возраста по последовательно рассматриваемым параметрам чешуи. При этом выделяются кольца, которые регулярно повторяются по всей окружности и видны на всех чешуях данной рыбы.

Одна из модификаций метода накопления – усреднение расстояний между склеритами – применена ранее Винге [7] для доказательства сходства чешуи у трески, живущей в одних и тех же условиях. При суммировании соответствующих членов рядов $X(n)$ накладывается как сигнал, так и помеха. Но общая цикличность, как правило, более устойчива, чем мелкие нерегулярные колебания, поэтому с ростом числа слагаемых рядов увеличивается и отношение сигнал/помеха. Так, при усреднении 3 склеритных рядов чешуи густеры с заранее известным возрастом 4+, визуальное определение возраста которой затруднительно, основная цикличность более заметна, чем в отдельной реализации. Еще более отчетливо она видна при устранении семи рядов (см. рисунок б, 3). При этом зонам сближенных склеритов на кривой соответствуют минимумы А, Б, В, Г, а зонам расширенных склеритов максимумы Д, Е, Ж, З.

Число рядов, необходимое для получения устойчивой картины, можно оценить по формулам, приведенным в работе А.А. Харкевича [4]. При большом числе склеритных рядов резко возрастает трудоемкость получения и обработки исходной информации, что накладывает определенное ограничение на использование этого метода. Второе ограничение связано с тем, что суммировать можно только те ряды, в которых число склеритов одинаково. Однако у многих видов рыб, например у леща и плотвы, наблюдается сильное ветвление склеритов даже на одной и той же чешуе, что делает для них данную модификацию метода не всегда приемлемой. Это ограничение в значительной степени снимается при анализе $y(r)$, где r – в общем случае не целое число, что позволяет изменять масштаб по оси абсцисс для получения реализаций одинаковой длины. Тогда становится возможным любые непрерывные кривые разбить на равное число интервалов дискретности.

На усредненной по таким реализациям относительно устойчивой кривой оптической плотности чешуи плотвы в возрасте 4+, правильное визуальное определение возраста которой вызывает большее затруднение, повышениям оптической плотности соответствуют максимумы А, Б, В, Г, Д, а зонам с пониженной плотностью минимумы Ж, З, Л, М, Н (см. рисунок а, 2). Здесь число устойчивых максимумов превышает возраст рыбы. Эта ситуация наблюдается при наличии добавочных, но замкнутых колец, встречающихся на всех чешуях рыбы [5].

При интерпретации экстремумов общей цикличности роста чешуи нужно учитывать, что наличие минимума на усредненной $X(n)$ и максимума на усредненной $y(r)$ кривых является условием необходимым, но недостаточным для того, чтобы их считать годовыми отметками. Если на чешуе рыб изучаемой популяции возможно при-

сутствие добавочных замкнутых колец на всех чешуях выборки, нужно проводить дополнительный анализ. Это можно делать вводя количественные признаки ветвей подъема и спада циклов, в частности скорость и ускорение изменения оптической плотности чешуи и т.д. Иными словами, если метод накопления дает устойчивую, но все же спорную для определения возраста кривую, то его следует считать лишь предварительным приемом для введения комплекса параметров образования чешуи.

Несомненно, что для анализа рассматриваемой информации могут быть использованы и другие методы многомерной статистики. Между тем метод накопления очень прост и легко допускает автоматизацию сбора и обработки информации, особенно когда суммирование осуществляется с применением накопителей без предварительного цифрового кодирования [4]. При достаточно большом числе усредненных реализаций он позволяет выявлять сигнал при малых и даже отрицательных превышениях сигнала над помехой, т.е. когда помеха по мощности превосходит сигнал [4]. Более широкое использование этого метода для выявления общей цикличности роста рыб возможно при параллельном анализе нескольких регистрирующих структур, но рассмотрение этого вопроса не входит в задачу данного сообщения.

Л и т е р а т у р а

1. Гончаров А.И., Сметанин М.М. Способ объективного определения возраста и изучения роста рыб по чешуе. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1974, № 22, с. 63-67.
2. Мина М.В. О разработке метода объективной оценки структуры зон на отолитах рыб. - Вopr. ихтиол., т. 5, вып. 4 (37), 1965, с. 732-735.
3. Терсков И.А., Ваганов Е.А., Спиров В.В. Микрофотометрический анализ чешуи некоторых пресноводных рыб. - Изв. Сиб. отд. АН СССР, 1976, № 10, сер. биол. наук, вып. 2, с. 121-128.
4. Харкевич А.А. Теория информации. Оpozнание образов. Избр. труды. М., 1973, т.3. 524 с.
5. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М., 1959. 164 с.
6. Kawaschima R., Kuschin K. On the analysis of ctum salmo pattern by use of auto-correlation coefficient. - Bull. Faculty Fischer., 1964, vol. 15, N 1, p. 25-33.
7. Winge O. On the value of the rings in the scales of the cod as a means of age determination. - Med. Fr. komm. F. Navundersog., 1915, vol. 4, p. 1-21.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

НОВЫЕ СИСТЕМЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Для изучения тонкой структуры гидрофизических полей в крупных водоемах и их пространственно временной изменчивости необходима массовая информация, записанная в виде, пригодном для непосредственного ввода в ЭВМ без промежуточных ручных операций. Серийная аппаратура, обеспечивающая сбор такой информации, в последние годы находит широкое применение в зарубежной исследовательской практике [1-4]. В нашей стране она впервые была испытана в 1976 г. Отделом водных проблем Карельского филиала АН СССР при работах на Онежском озере.

Электронные приборы „Recording Current Meters-model 4 (RCM-4)“, изготовленные норвежской фирмой „Aanderdaa Instruments“ при содействии подкомитета НАТО по морским исследованиям, обеспечивают запись на магнитную ленту скорости и направления течений, температуры, электропроводности и давления в автономном режиме, а также телеметрическую передачу информации по акустическому каналу. Приборы выполнены из 2 блоков: регистрирующего узла и устройства для ориентации измерителей по направлению течения (вес в воздухе соответственно 13,4 и 12,0 кг), легко соединяемых с помощью одной стяжки (рис. 1). Корпус блока регистрации представляет собой цилиндр из немагнитного сплава диаметром 128 мм и высотой 510 мм. На верхней плате смонтированы крыльчатка роторного типа и датчики температуры, электропроводности и давления. Направление течения отсчитывается по магнитному компасу, соединенному с кольцевым потенциометром и находящемуся в нижней части электронной панели прибора.

Выходные сигналы регистрируются на магнитной ленте в широтно-импульсном коде в виде 10-битовых двоичных слов. Время измерения на каждом из 6 каналов около 4,5 с. Одно слово занимает 3 мм ленты, весь цикл из 6 слов (5 параметров и справочное число, служащее для идентификации данного прибора и контроля его работоспособности) 18 мм. Таким образом, полный запас магнитной ленты 180 м достаточен для 10 000 циклов измерений. Дискретность наблюдений определяется установкой штепсельных разъемов с различной распайкой контактов и может быть выбрана в диапазоне от 0,5 мин до 4 ч. При 10-минутном интервале измерений весь ресурс магнитной ленты вырабатывается за 70 суток.

Вращение крыльчатки передается с помощью магнитной муфты в корпус прибора, где число оборотов за период между 2 измерениями фиксируется электронным счетчиком. Это обеспечивает регистрацию скорости течения в интегральной форме. Начальная ско-

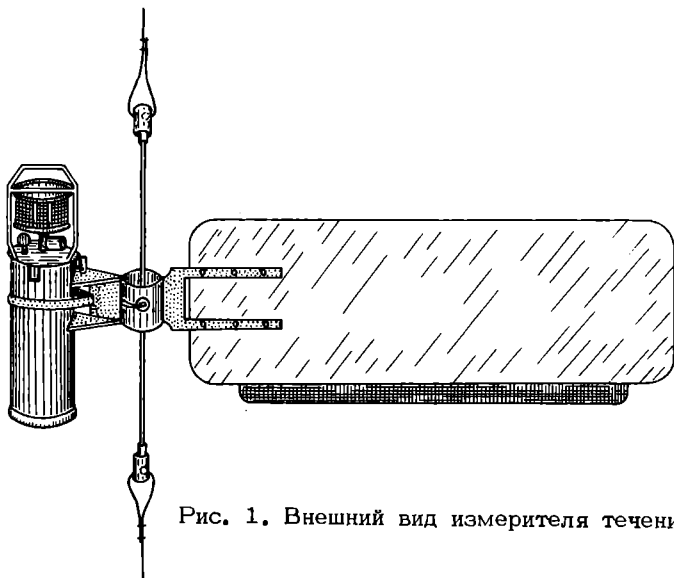


Рис. 1. Внешний вид измерителя течений СМ-4.

рость – 1,5 см/с, точность регистрации – 1 см/с. Датчик температуры – термисторного типа, точность отсчета $\pm 0.15^{\circ}\text{C}$, предел измерения от -0.34 до $+32.17^{\circ}\text{C}$. Датчик электропроводности – индукционная ячейка. Манометрический датчик давления, связанный с потенциометром, обеспечивает регистрацию глубины погружения приборов с точностью 1% предела измерения. Включение приборов через заданные интервалы времени обеспечивается кварцевыми часами, точность хода которых не выходит за пределы ± 1 с в сутки. На электронной панели имеются клеммы для ручного запуска с целью включения часов по сигналам точного времени и контроля при подготовке приборов к автономной работе. Переключение каналов регистрации и протяжка магнитной ленты производятся микродвигателем, к которому подается постоянное напряжение 9 в от немагнитной батареи.

Передача информации на расстояние осуществляется через акустический преобразователь, работающий на частоте 16384 гц. Сигналы, принимаемые гидрофоном, поступают в специальное печатающее устройство и выдаются на бумажной ленте в виде четырехзначных десятичных чисел. Комплекс этой аппаратуры позволяет не только контролировать работу приборов „in situ“, но и получать информацию непосредственно в момент измерений, что дает определенные удобства также при использовании приборов в зондирующем режиме. Печатник применяется и для проверки работоспособности приборов перед их погружением.

Малый вес приборов (в воде около 17 кг) существенно упрощает их установку на работу в автономном режиме: отпадает необходимость в обычно применяемых тяжелых якорях, используется тонкий стальной трос (диаметр 3–4 мм), не вызывает затруднений

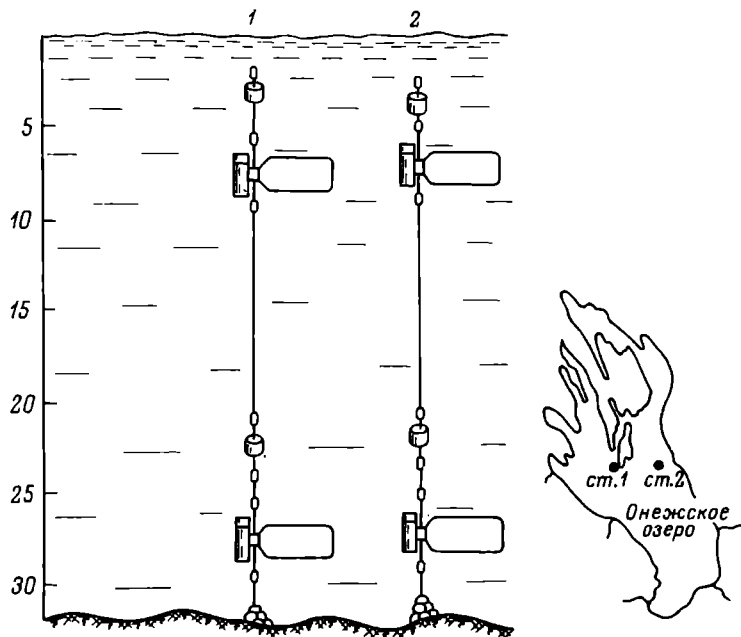


Рис. 2. Схема установки буйковых станций в Онежском озере.
1-2 - станции. По оси ординат - глубина, м.

постановка на притопленных малогабаритных поддерживающих буйках. В Отделе водных проблем разработана и испытана методика такой постановки на малых глубинах. В качестве якорей использовались куски якорной цепи общим весом не более 30 кг, что обеспечивало установку приборов без специального оборудования (лебедок, грузовых стрел и пр.) и исключало возможность повреждения троса на отрыве буйковых станций от грунта - не проявлялся эффект "присасывания", характерный для чугунных якорей. Для контроля местонахождения станций с приборами на расстоянии 150 м от них устанавливались озерные вежи, усиленные пенопластом для надежного поддержания положительной плавучести.

Приборы устанавливались в 2 точках Онежского озера: в районах островов Маячный и Василисин на расстоянии в обоих случаях около 300 м от берега (рис. 2). На ст. 1 ($n = 32$ м, горизонты 7 и 27 м) приборы работали в течение 68 суток, на ст. 2 ($n = 31$ м, горизонты 6 и 26 м) 45 суток, в результате чего получено соответственно по 9800 и 6500 регистраций по каждому параметру.

Дешифрирование записей на магнитных лентах и перевод всей информации в вид, пригодный для дальнейшей непосредственной обработки на ЭВМ, производится автоматически с помощью специаль-

ной аппаратуры. Магнитный дешифратор „Tape Reader - 2103" с перфоратором „Facit Punch" считывает данные с магнитных лент и одновременно переводит их на 8-канальную бумажную перфоленту в коде фирмы-изготовителя. Магнитная лента движется с помощью мотора, способного запускаться и останавливаться мгновенно. Это позволяет прерывать обработку и останавливать ленту в промежутке между словами без потери информации. На передней панели дешифратора имеется индикатор уровня электрических сигналов и счетчик количества прочитанных записей. В приборе предусмотрена возможность перемотки магнитных лент. Скорость движения ленты при считывании 62 мм/с (20 слов в секунду), при перемотке - 1.5 м/с, длительность дешифрования одной полностью записанной ленты (10 000 циклов измерений) 50 мин. Аппаратура работает от сети переменного тока напряжением 220 в. Небольшие габариты и малый вес (дешифратор 16 кг, перфоратор 13 кг) позволяют использовать эту технику как в стационарных, так и в полевых условиях.

Распечатка данных, их перекодировка и перевод в истинные значения в цифровом виде производятся на ЭВМ „Минск-32" по специально разработанной программе. Результаты выдаются на бумажной ленте стандартной ширины (420 мм).

Опыт эксплуатации приборов в динамически активной зоне Онежского озера, подверженной интенсивному ветровому воздействию, показал их высокую надежность и эффективность использования.

В настоящее время ведется подготовка к обработке материалов натуральных наблюдений по программам корреляционного и спектрального анализов.

Л и т е р а т у р а

1. A a n d e r a a I. A recording and telemetering instrument. - Nato Subcomit. Oceanogr. Res. Techn. Rep. Chr. Michelsens Inst., 1969, N 16. 53 p.
2. A a n d e r a a I. A system for in-situ recording of current speed and direction, and other ocean parameters. - Proc. 1 st Intern. Conf. Port and Ocean Eng. Arctic Condit., Trondheim, 1971, vol. 2, p. 1143-1159.
3. H a l p e r n D., P i l l s b u r y R.D., S m i t h R.L. An intercomparison of three current meters operated in shallow water. - Deep-sea Res., 1974, vol. 21, N 6, p. 489-497.
4. M c I l r o y W., M c C o y d I.C., S p e i d e l M.A. Continuous vertical profile measurement of physical variables off the south shore of Longe Island using a variable buoyancy instrument package 7th Ann. offshore Technol. Conf., Houston, Tex., 1975, vol. 2, N 1, p. 517- 527.

Карельский филиал АН СССР

Годичный пленум Научного совета АН СССР по проблемам гидробиологии, ихтиологии и использования биологических ресурсов водоемов (Н.В. Буторин)	3
Международный симпозиум „Метаболизм в озерах и управление им“ (В.И. Романенко, Ю.И. Сорокин)	5
Первая Всесоюзная конференция по высшим водным и прибрежно-водным растениям (И.В. Довбня)	7

СООБЩЕНИЯ

М.Б. В а й н ш т е й н. Оценка распределения бактерий	9
С.В. М о н а к о в а. Бактериальное усвоение ацетата в воде озер ЛатвССР	13
В.И. Р о м а н е н к о. Об эффективности обрастания бактериями электронно-микроскопических сеток в поверхностной пленке воды	17
Н.А. Ш е х а в ц о в. Продукция и деструкция органического вещества в водоемах трассы переброски северных рек в Волгу	20
С.И. Г е н к а л. Новые данные по ультраструктуре створок диатомовых водорослей рода <i>Cyclotella</i> Kuetz.....	25
Н.М. М и н е е в а. Содержание хлорофилла α в водоемах Волго-Балтийской и Северо-Двинской систем	31
И.В. Д о в б н я, В.А. Э к з е р ц е в. Продукция растительности мелководий Ивановского водохранилища и ее изменения в последнее десятилетие	35
В.И. М и т р о п о л ь с к и й. Состояние зообентоса Рыбинского водохранилища в 1976 г.	39
Т.М. В л а д и м и р о в а. К биологии <i>Philodina roseola</i> Ehrenb. (Rotatoria, Bdelloidea)	44

	Стр
Е.П. Копиевская. Интенсивность дыхания <i>Daphnia longispina</i> (O.F. Müller) (Cladocera)	47
Г.И. Маркевич. Дополнение к фауне копепоид и кладоцер Рыбинского водохранилища	51
И.К. Ривьер, Н.К. Овчинникова, И.М. Лебедева. Динамика численности <i>Daphnia longispina</i> O.F. Müller в Рыбинском водохранилище	54
И.Ф. Фомичев. О короткопериодных колебаниях температуры в Рыбинском водохранилище	59
И.Ф. Фомичев, А.С. Литвинов. О циркуляции вод Белого озера при различном ветре	62
Н.А. Зиминова, В.В. Законнов, В.П. Курдин. О ходе процесса осадконакопления в Ивановском водохранилище	65
А.И. Баканов. Номограмма для оценки количества проб гидробионтов в случае их статистического распределения по закону Пуассона	69
И.М. Балонов. Универсальный двоянный батометр..	71
М.М. Сметанин. О статистической оценке точности показателей темпа роста рыб	74
М.М. Сметанин, А.Н. Касьянов. Об использовании метода накопления при анализе оптической плотности чешуи рыб	79
В.Х. Лившиц, А.Л. Помазовский, Ю.С. Раутиайнен. Новые системы сбора и обработки гидрофизических данных	83