

06  
ИБВВ

АКАДЕМИЯ  
НАУК  
СССР

**БИОЛОГИЯ  
ВНУТРЕННИХ  
ВОД**

**№**

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ**

**28**

32.676 П

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ

ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

# БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 28

32.676



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
Ленинград • 1975

Ответственный редактор

д-р биол. наук А. Г. ПОДДУБНЫЙ

## БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 28

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

Редактор издательства Л. М. Маковская  
Технический редактор Е. В. Кирилина  
Корректор Л. Я. Комм

Сдано в набор 17/VI 1975 г. Подписано к печати  
28/X 1975 г. Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Бумага № 2.  
Печ. л. 4<sup>1/2</sup> = 4,5 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 4,91.  
Изд. № 6244. Тип. зак. № 396. М-56193.  
Тираж 900. Цена 34 коп.

Ленинградское отделение издательства «Наука»  
199164, Ленинград, В-164, Менделеевская линия,  
д. 1

---

1-л тип. издательства «Наука» 199034,  
Ленинград, В-34, 9 линия, д. 12

Б  $\frac{21009-647}{055(02)-75}$  Без объявления

© Институт биологии внутренних  
вод АН СССР, 1975 г.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ

ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

# БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 28

32.676



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
Ленинград • 1975

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ

ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

# БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 28

32.676



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
Ленинград • 1975

В обсуждении докладов приняли участие ведущие специалисты института, отметившие в целом высокий уровень профессиональной подготовки молодых научных работников. Участники выразили мнение о полезности ежегодного проведения конференций молодых специалистов.

*В. Г. Девяткин*

## КОНФЕРЕНЦИЯ «ВОЛГА-2»

С 21 по 24 августа 1974 г. в Институте биологии внутренних вод АН СССР проведена II конференция по комплексному изучению Волги и водоемов ее бассейна, в которой приняли участие 130 человек из 34 учреждений. Предыдущая конференция «Волга-1» созывалась на Куйбышевской станции ИБВВ АН СССР в г. Тольятти в августе 1968 г. За прошедшие 6 лет были накоплены новые данные, определились новые проблемы и особенно остро встал вопрос о чистоте Волги. Поэтому возникла необходимость заслушать обобщенные результаты исследований последних лет, обменяться опытом и мнениями по интересующим специалистов вопросам.

Основные доклады касались вопросов продукции и деструкции органического вещества в водоемах бассейна Волги, оценки, сохранения и воспроизводства ее рыбных ресурсов, санитарного состояния и пр. Отдельные сообщения затрагивали общие задачи исследований на Волге, вопросы по содержанию водорослей и первичной продукции органического вещества, численности бактерий и интенсивности бактериальных процессов, по состоянию зоопланктона и зообентоса, рыбохозяйственному освоению волжских водохранилищ, токсикологии, паразитологии рыб, по влиянию гидротехнических сооружений на Волге на первичную и рыбную продукцию Каспийского моря, по экосистемам в целом.

С удовлетворением участники конференции отметили, что за последние 2 года в связи с постановлением Правительства о мерах борьбы с загрязнением Волги состояние ее в целом улучшилось. В некоторых пунктах построены новые сооружения для очистки сточных вод, но вместе с тем приводились примеры нарушения промышленными предприятиями водоохранных мер.

Ряд докладов был посвящен гидрологическому и гидрохимическому режиму волжских водохранилищ. С большим интересом участники конференции прослушали сообщение проектных организаций по предполагаемой переброске воды северных рек по волжскому каскаду водохранилищ для улучшения водного баланса всей системы, включая и Каспийское море.

Своевременно из печати (типография Ярославского политехнического института) вышли расширенные тезисы 22 основных докладов «Вторая конференция по изучению водоемов бассейна

Волги. Волга-2» (90 стр.), с которыми можно ознакомиться в библиотеке института.

В решении конференции отмечена необходимость дальнейшего расширения фундаментальных исследований на Волге по изучению водного режима, круговорота веществ, биологии отдельных видов и популяций водных организмов, по разработке методов прогнозирования численности и продукции рыб, качества воды, а также по усилению работ по акклиматизации организмов, разработке методов селективного отлова рыб, созданию искусственных нерестилищ и пр. Все участники конференции выразили единодушное мнение о необходимости расширить и направить основные исследования на Волге на то, чтобы великая русская река была чистой и рыбной.

Принято решение опубликовать труды конференции.

*В. И. Романенко*

## **ВТОРОЙ СИМПОЗИУМ ПО ВЛИЯНИЮ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ГИДРОЛОГИЮ И БИОЛОГИЮ ВОДОЕМОВ**

С 26 по 28 августа 1974 г. в Борке состоялся II симпозиум по влиянию тепловых электростанций на гидрологию и биологию водоемов, который был организован Институтом биологии внутренних вод АН СССР. В работе симпозиума приняли участие более 40 научных, учебных и проектных учреждений.

Заслушанные сообщения можно подразделить на несколько групп. Ряд обобщающих докладов был представлен сообщениями И. И. Мечитова — о развитии теплоэнергетики, Т. С. Житеновой — о планах размещения ТЭС и АЭС, Ф. Д. Мордухай-Болтовского — о формах воздействия ТЭС и АЭС на жизнь водоемов, Ю. И. Никанорова — о закономерностях формирования ихтиофауны под влиянием ТЭС, М. Ф. Поливанной, М. Л. Пидгайко и др. — о влиянии подогрева ТЭС на водоемы при оборотном и прямоточном водоснабжении. Общий характер имели также доклады А. И. Макарова — об использовании водохранилищ теплоэнергетикой и Н. В. Куликова — о пресноводной радиоэкологии в связи с развитием АЭС. Из остальных сообщений около четверти было посвящено вопросам гидролого-гидрохимического режима и почти три четверти — влиянию ТЭС на различные стороны биологии водоемов. Среди докладов по биологическим исследованиям преобладали зоологические, значительно меньше было ботанических и микробиологических.

Симпозиум показал, что исследования по этой проблеме за последние годы распространились на ряд новых крупных водохранилищ многоцелевого назначения. В изучение проблемы воздействия ТЭС на среду вовлечены новые институты, в том числе

ВНИИВО, Гидропроект, Институт экологии растений и животных Уральского центра АН и некоторые другие. Тематика научных работ расширилась за счет охвата ранее не изучавшихся биоценозов (простейшие, микробентос, фитофилы), вопросов температурной акклимации, а также за счет впервые начатого изучения влияния на водоемы атомной станции. За годы между I и II симпозиумами выяснилось, что, помимо подогрева вод, большое значение имеют другие факторы воздействия, связанные с работой ТЭС: травмирование рыб и беспозвоночных в агрегатах станций, загрязнение нефтепродуктами и другими отходами, развитие паразитарных заболеваний. Поэтому II симпозиум и был посвящен влиянию тепловых станций на биологию водоемов вообще, а не только сбрасываемых ими подогретых вод.

Вместе с тем исследования в районе некоторых ТЭС сократились или прекратились (Кучурганский лиман, оз. Кенон). Их почти нет в северо-западных областях СССР, где планируется основное строительство ТЭС и АЭС, в Сибири и у морских побережий. Работы во многих случаях недостаточно разносторонни. В частности, обращает на себя внимание весьма слабое изучение высшей водной растительности и вопросов загрязнения, несмотря на важность проблемы зарастания и эвтрофирования зон подогрева. Общее число учреждений и специалистов, работающих по проблеме влияния ТЭС и АЭС на водные экосистемы, явно недостаточно, причем координация исследований по этой проблеме, несмотря на решения I симпозиума, осуществлялась лишь в очень малой степени.

В решении, принятом участниками II симпозиума, предлагается усилить всестороннее изучение влияния ТЭС и АЭС, в частности санитарно-микробиологическое и ботаническое. Особое внимание следует обратить на экспериментальные исследования с целью выяснения порогов и акклимационных возможностей массовых видов и на изучение совместного (синэргетического) действия различных факторов, маскирующих действие главного, термического, фактора. Была подчеркнута важность разработки норм допустимого подогрева, которые должны быть неодинаковыми для различных географических зон. Симпозиум считает необходимым обратиться в планирующие организации с рекомендацией ограничить строительство ТЭС и АЭС на крупных водохранилищах многоцелевого назначения, учитывая отрицательные последствия их деятельности, и просить Госкомитет по науке и технике выделить головную организацию для координации исследований по проблеме влияния ТЭС и АЭС. Этой организации следует подчинить специализированные лаборатории, которые должны быть созданы при крупных ТЭС и АЭС для изучения их влияния на среду.

*Ф. Д. Мордухай-Болтовской*



А. Н. Дзюбан

## ЧИСЛЕННОСТЬ, РАЗМНОЖЕНИЕ И ПРОДУКЦИЯ БИОМАССЫ БАКТЕРИЙ В ВОДЕ САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1972 г.

Жаркое и засушливое лето 1972 г. привело к раннему и более сильному, чем в предыдущие годы, прогреву воды Саратовского водохранилища. Температура ее достигала в июле—августе 22—26°.

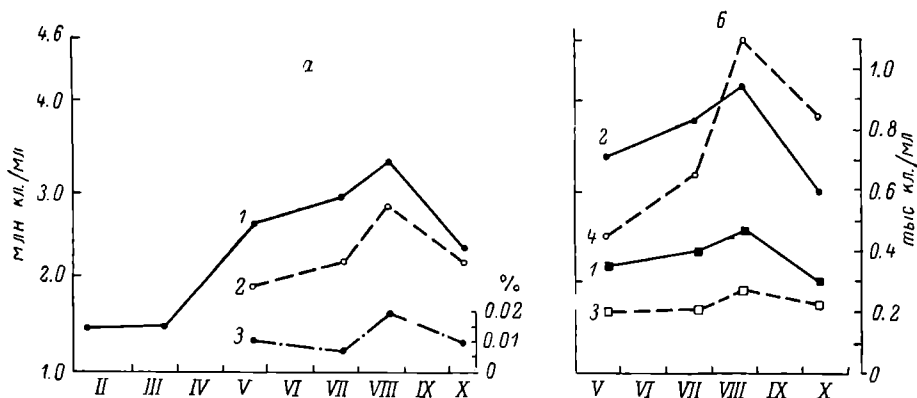
Пробы воды для анализа отбирались в январе, марте, мае, июле, августе и октябре на 12 станциях по всей акватории. Общее количество бактерий учитывалось по А. С. Разумову [5], сапрофиты выращивались на РПА, время генерации бактерий и их продукция определялись по М. В. Иванову [4], а расчет производился по формуле Д. З. Гак [1]. При подсчете биомассы объем бактериальной клетки принят равным 0.8 мкм<sup>3</sup>, а удельный вес — 1. В январе и марте определялась только общая численность бактерий. Бактериальные препараты для этой цели были изготовлены из фиксированных проб воды.

В 1972 г. общая численность бактерий в водохранилище колебалась от 1.0 млн на русле Волги у г. Хвалынска в январе до 5.8 млн кл./мл в устье р. Самары в июле, количество сапрофитов составляло от 60 на русле у с. Меровки до 2800 кл./мл в устье р. Самары в октябре. В среднем наименьшее количество бактерий наблюдалось в подледный период — 1.4 млн кл./мл. В мае их количество возросло до 2.6, а в июле до 2.9 млн, максимальные величины были отмечены в августе — 3.3 млн кл./мл. В октябре общая численность бактерий вновь снизилась до 2.4 млн кл./мл.

В весенне-летний период резких сезонных колебаний численности водной микрофлоры не наблюдалось (см. рисунок, а), и уровень ее был на 1.0—1.5 млн кл./мл выше, чем в 1971 г. [3]. Это обусловлено тем, что в жаркое лето 1972 г. фитопланктон Саратовского водохранилища развивался более интенсивно, и количество продуцированного им органического вещества (наши данные) было больше. Кроме того, в связи с резким понижением уровня воды Куйбышевского водохранилища в этом году, возможно, усилился вынос органических веществ при взмучивании донных отложений из его приплотинного участка в Саратовское.

Аналогичная сезонная динамика отмечена и для сапрофитов (см. рисунок, а). Соотношение их с общей численностью бактерий колебалось в пределах от 0.007 в июле до 0.018% в августе, что характерно, по данным В. И. Романенко, для чистой воды [6].

По численности микроорганизмов в Саратовском водохранилище выделяются 2 зоны: русловая и левобережные мелководья с притоками. Русловая зона — проточная от верховий до плотины и с более низким содержанием бактерий. На мелководьях во все сезоны года их численность была выше на 1—



Сезонная динамика численности бактерий в Саратовском водохранилище в 1972 г.

а — в среднем по водохранилищу. 1 — общее количество бактерий, млн кл./мл, 2 — количество сапрофитов, тыс. кл./мл, 3 — санитарный показатель, %. 1 — в среднем по мелководной и русловой зонам. Общее количество бактерий, млн кл./мл; б — в русловой зоне, 2 — в зоне мелководий. Количество сапрофитов, тыс. кл./мл: 3 — в русловой зоне, 4 — в зоне мелководий.

1.5 млн кл./мл по прямому счету и в несколько раз по сапрофитам (см. рисунок, б).

Малое содержание бактерий по руслу Саратовского водохранилища объясняется тем, что основная часть его водной массы состоит из обедненных вод Куйбышевского водохранилища-отстойника, в котором происходит аккумуляция до 20% биогенных и более 40% органических веществ, приносимых с речным стоком [2]. В то же время в мелководьях и заливах со слабым водообменом поступает значительное количество биогенных и органических веществ (данные Куйбышевской станции Института биологии внутренних вод АН СССР) с притоками при размыве берегов и с сельскохозяйственных угодий. В этой зоне создаются благоприятные условия для развития макрофитов и фитопланктона, биомасса которых утилизируется микроорганизмами.

Время генерации бактерий в водоеме колебалось от 8.1 до 43.3 час. С наибольшей скоростью они размножались в июле

и августе (см. таблицу), что обусловлено обилием органического вещества и высокой температурой воды в это время.

Время (часы) генерации бактерий (*g*) и суточная продукция их биомассы (*P*) в мг/л сырого веса в воде Саратовского водохранилища в 1972 г.

| № стан-ции        | Местонахождение                        | Май      |          | Июль     |          | Август   |          | Октябрь  |          |
|-------------------|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                   |  | <i>g</i> | <i>P</i> | <i>g</i> | <i>P</i> | <i>g</i> | <i>P</i> | <i>g</i> | <i>P</i> |
| 1                 | Русло у с. Моркваши                    | 25.6     | 1.2      | 10.3     | 3.6      | 11.8     | 2.6      | —        | —        |
| 6                 | » у «Поляны Фрунзе» . . . . .          | 23.1     | 1.4      | 17.3     | 0.4      | —        | —        | 26.2     | 1.2      |
| 46                | » с. Монастырское                      | 43.2     | 1.7      | 12.5     | 2.6      | 8.1      | 5.3      | 17.4     | 2.2      |
| 46б               | Мелководье у с. Монастырское . . . . . | —        | —        | 12.0     | 2.7      | —        | —        | 14.3     | 4.6      |
| 58                | Русло у с. Меровки . .                 | 23.2     | 1.7      | —        | —        | 24.3     | 1.9      | 19.0     | 1.6      |
| 58б               | Устье р. М. Иргиз . .                  | 15.6     | 2.4      | 14.5     | 3.4      | 11.5     | 12.7     | 23.3     | 0.2      |
| 10                | Русло у г. Балаково . .                | 38.6     | 1.0      | 10.5     | 2.3      | —        | —        | 15.7     | 1.4      |
| Среднее . . . . . |  | 28.3     | 1.6      | 13.5     | 2.5      | 14.0     | 5.6      | 19.3     | 1.7      |

Примечание. Анализы не производились.

Продукция биомассы бактерий в 1972 г. была выше, чем в 1971 г., что явилось результатом значительного увеличения общей численности бактерий. Особенно большая продукция была в августе (см. таблицу), когда в водоеме происходило интенсивное отмирание богатого фитопланктона.

Таким образом, в Саратовском водохранилище в 1972 г. отмечено повышенное содержание микрофлоры как следствие гидрометеорологических особенностей этого года. Характер распределения микроорганизмов в водоеме имел выраженную зональность, во многом обусловленную его внутрикаскадным положением и транзитным стоком.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Г а к Д. З. К расчету бактериальной продукции водоемов. — Гидробиол. ж., 1967, 5.
2. Г у с е в а Н. Н. Элементы баланса биогенных веществ в Куйбышевском водохранилище. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1972, 23 (26).
3. Д з ю б а н А. Н. Динамика численности, время генерации и продукция биомассы бактерий в воде Саратовского водохранилища в 1971 г. — Гидробиол. ж., 1975, 3.
4. И в а н о в М. В. Метод определения продукции бактериальной биомассы в водоеме. — Микробиол. ж., 1955, 1, 24.
5. Р а з у м о в А. С. Прямой метод учета бактерий в воде. Сравнение его с методом Коха. — Микробиол. ж., 1932, 1, 2.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Г. Я. Калмыкова, М. Ф. Лазарева,  
Ц. И. Роговская

**СПОСОБНОСТЬ БИОЦЕНОЗА ПЛА  
И ОТДЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР,  
АДАПТИРОВАННЫХ К ГЕПТАНОЛУ,  
РАЗВИВАТЬСЯ НА ВЕЩЕСТВАХ,  
ОТНОсяЩИХСЯ К РАЗЛИЧНЫМ КЛАССАМ  
СОЕДИНЕНИЙ**

В промышленных сточных водах одновременно с гептиловым спиртом могут содержаться и другие спирты с меньшим и большим количеством углеродных атомов (метиловый, этиловый, пропиловый, бутиловый, изоамиловый, гексиловый, октиловый, нониловый), а также вещества, относящиеся к другим классам соединений. Для выяснения возможности деструкции вышеуказанных спиртов нормального ряда микрофлорой, адаптированной к гептанолу, и выявления интенсивности их развития в зависимости от структуры соединений был поставлен ряд опытов.

Исследования проводились в колбах объемом 250 мл. Жидкая питательная среда (100 мл) содержала  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  — 250 мг/л,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  — 50,  $\text{NaCl}$  — 20 мг/л,  $\text{FeCl}_3$  — следы,  $\text{MgSO}_4$  — 20 мг/л и в качестве единственного источника углерода одно из изучаемых веществ в концентрации 100 мг/л; реакция среды 7.3—7.8 рН. В качестве инокулята использовался активный пл, адаптированный к гептанолу, и культуры бактерий, выделенные из этого же пла.

Предварительно диспергированный инокулят вводили в колбы в равном количестве. Развитие бактерий оценивалось по оптической плотности и методом прямого счета. Одновременно определялась активная реакция среды (рН). Алкогольдегидрогеназная активность пла определялась по модифицированной нами методике<sup>1</sup> [1], предложенной Н. В. Тарасовой и др. [2].

50—100 мл иловой жидкости, отобранной из аэротенка, отфильтровывались на воронке Бюхнера, пл на фильтре промывали вначале водопроводной водой (4 л), затем физиологическим раствором (0.5 л) и 0.06-молярным фосфатным буфером (0.5 л), имеющим рН 8.03. Иловая суспензия аэрировалась в течение 2 час., затем в опытной пробе к 5 мл суспензии пла (в буферном растворе) добавлялся 1 мл 0.1%-го раствора ТТХ и 1 мл 0.01-молярного раствора спирта. В контрольную пробу вместо субстрата приливали 1 мл дистил-

---

<sup>1</sup> Модификация разработана Г. Я. Калмыковой.

лированной воды. Длительность экспозиции составляла 45 мин. при температуре 20°. Активность выражалась в  $\gamma$  формазана на 1 мг сухого веса ила.

В первой серии опытов определялась способность ряда выделенных культур развиваться на исследуемых спиртах. Было установлено, что на гептиловом спирте, за исключением *Bac. intermedius*, развивались все культуры. На всех спиртах ряда C<sub>1</sub>—C<sub>9</sub> росла только *Mycobacterium* sp. (штамм 41) (см. таблицу).

Т а б л и ц а

Способность метаболизировать спирты C<sub>1</sub>—C<sub>9</sub> микроорганизмами, выделенными из активного ила, окисляющего гептанол

| Микроорганизмы                               | Спирты (100 мг/л) |          |            |           |               |          |            |           |           |
|--|-------------------|----------|------------|-----------|---------------|----------|------------|-----------|-----------|
|  | метилый           | этиловый | пропиловый | бутиловый | изопентиловый | гексилый | гептиловый | октиловый | нонильный |
| <i>Ps. dacunake</i> . . . . .                | —                 | —        | +          | +         | +             | +        | +          | —         | —         |
| <i>Bac. intermedius</i> . . . .              | —                 | —        | —          | —         | —             | —        | —          | —         | —         |
| <i>Var. Chromobacterium flavum</i> . . . . . | +                 | +        | +          | +         | —             | +        | +          | +         | —         |
| <i>Var. Micrococcus flavus</i> . . . . .     | +                 | —        | —          | —         | —             | —        | +          | —         | —         |
| <i>Mycobacterium</i> sp. (штамм 41) . . . .  | +                 | +        | +          | +         | +             | +        | +          | +         | +         |
| <i>Actinomyces</i> sp. 1 . . . .             | +                 | +        | —          | +         | +             | +        | +          | +         | +         |
| <i>Actinomyces</i> sp. 2 . . . .             | +                 | +        | +          | +         | —             | +        | +          | +         | —         |
| <i>Proactinomyces</i> . . . .                | +                 | +        | —          | +         | —             | +        | +          | —         | —         |

П р и м е ч а н и е. Плюс — наличие роста, минус — отсутствие роста.

Выяснение сравнительной интенсивности развития микрофлоры ила, адаптированного к гептанолу, на исследуемых спиртах проводилось с биоценозом активного ила и монокультурой *Mycobacterium* sp. (штамм 41). Бактерии наиболее интенсивно развивались в средах, содержащих этиловый и гептиловый спирты (рис. 1). С увеличением числа углеродных атомов и повышением молекулярного веса развитие микроорганизмов несколько замедлялось. Исключением являлась среда, содержащая метанол, где бактерии размножались значительно медленнее, чем на других спиртах. Аналогичная закономерность наблюдалась нами и в опытах с культурой *Mycobacterium* sp. (штамм 41) (рис. 2), а также отмечалась Плекаком и Рачхофтом [4], изучавшими использование спиртов, органических кислот и формальдегида активным илом. Во всех опытах наблюдалось подкисление среды, вызываемое образованием жирных кислот. По мере деструкции кислот среда подщелачивалась. Определение алкогольдегидрогеназной активности ила, адаптированного к гептанолу, показало

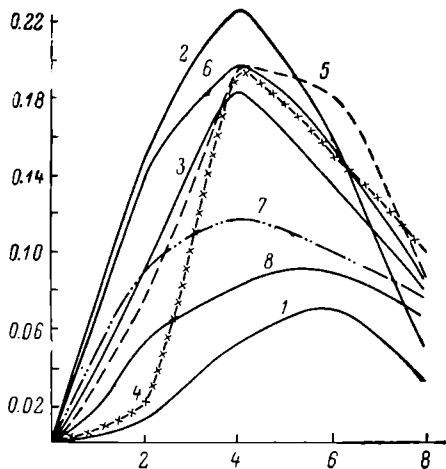


Рис. 1. Влияние спиртов  $C_1-C_9$  на размножение микрофлоры активного ила, адаптированного к гептанолу.

Спирты: 1 — метиловый, 2 — этиловый, 3 — бутиловый, 4 — изоамиловый, 5 — гексиловый, 6 — гептиловый, 7 — октиловый, 8 — нониловый. По оси ординат — оптическая плотность ( $E$ ), по оси абсцисс — время опыта, сутки.

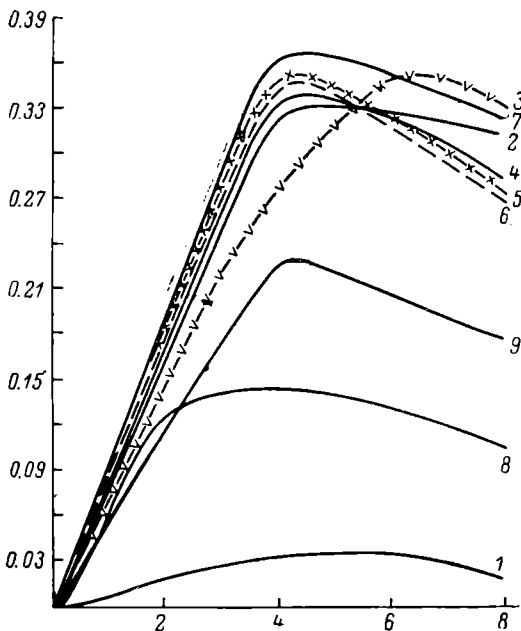


Рис. 2. Влияние спиртов  $C_1-C_9$  на размножение *Mycobacterium* sp. (штамм 41).

Спирты: 1 — метиловый, 2 — этиловый, 3 — пропиловый, 4 — бутиловый, 5 — изоамиловый, 6 — гексиловый, 7 — гептиловый, 8 — актиловый, 9 — нониловый. Остальные обозначения те же, что на рис. 1.

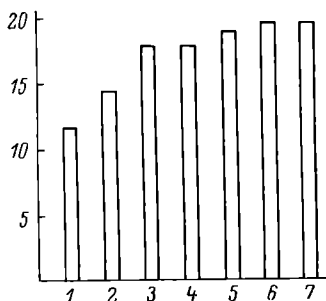


Рис. 3. Влияние спиртов  $C_1-C_7$  на алкогольдегидрогеназную активность ила, адаптированного к гептанолу.

По оси ординат — активность алкогольдегидрогеназы (1 формазана на 1 мг сухого веса ила); по оси абсцисс: 1 — контроль, спирты: 2 — метиловый, 3 — этиловый, 4 — пропиловый, 5 — бутиловый, 6 — гексиловый, 7 — гептиловый.

наличие ферментов, способных трансформировать спирты  $C_1$ — $C_7$ . Наименьшая активность проявлялась и здесь при использовании в качестве субстрата метанола (рис. 3). Аналогичное явление наблюдалось при изучении дыхания активного ила.

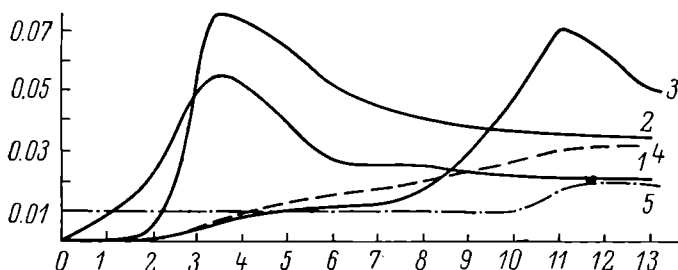


Рис. 4. Развитие микрофлоры активного ила, адаптированного к гептанолу, на минеральной среде с различными источниками углерода (50 мг/л).

1 — гептанол, 2 — фенол, 3 — ацетон, 4 — формальдегид, 5 — нафтеновые кислоты. Остальные обозначения те же, что на рис. 1.

Анализ полученных данных показал, что комплекс бактерий активного ила и отдельный штамм *Mycobacterium* sp., адаптированные к гептанолу, способны без предварительной адаптации трансформировать спирты до  $C_9H_{19}OH$ , используя их как единственный источник углерода и энергии [1]. На возможность пере-

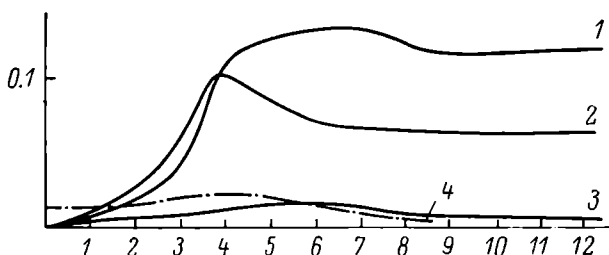


Рис. 5. Развитие *Mycobacterium* sp. (штамм 41) на минеральной среде с различными источниками углерода (50 мг/л).

1 — фенол, 2 — глицерин, 3 — ацетон, 4 — нафтеновые кислоты. Остальные обозначения те же, что на рис. 1.

хода микроорганизмов с использования одного вещества на другое без лаг-фазы при наличии одинаковых путей метаболизма указывает также Орнстон [3].

Дальнейшие исследования показали, что микрофлора активного ила и *Mycobacterium* sp. (штамм 41) способны помимо одноатомных спиртов  $C_1$ — $C_9$  метаболизировать трехатомный спирт

(глицерин) и некоторые другие органические соединения, так же как ацетон и в меньшей степени нафтеновые кислоты и формальдегид (рис. 4, 5.)

## ЛИТЕРАТУРА

1. Роговская Ц. И. Биохимический метод очистки производственных сточных вод. М., изд-во литер. по строительству, 1967.
2. Тарасова Н. В., Гололобов А. Д., Коштыяц Н. Д., Латышева Н. Н. О природе дегидрогеназной активности дрожжей, окисляющих углеводороды. — Микробиол. промышленность, 1970.
3. Ornstom L. W. Regulation of catabolic pathways in *Pseudomonas*. — *Bacteriol. revue*, 1971, 35, 2.
4. Placsek O. R., Ruchhoff C. C. Studies of sewage purification. XVII. The utilization of organic substrates by activated sludge. — *Sewage Works J.*, 1947, 19.

---

Ц. И. Роговская, М. Ф. Лазарева,  
Г. Я. Калмыкова, Г. П. Харитонов

## ДЕСТРУКЦИЯ ГЕПТАНОЛА МИКРООРГАНИЗМАМИ АКТИВНОГО ИЛА

Исследования проводились на лабораторных моделях аэротенка-смесителя, работающего по непрерывно-проточной системе. Модель аэротенка имела высоту 232 см, объем жидкости — 8 л. Воздух распределялся через тканевый аэратор (капроновая ткань с размером пор от 0.006 до 0.0015 мкм) и измерялся ротаметром при давлении 1.65 м. Вторичный отстойник имел высоту 131 см, объем — 2.7 л. Перед подачи на сооружение спирт разбавлялся водопроводной водой до требуемой концентрации и к субстрату добавлялись биогенные элементы (азот и фосфор) из такого расчета, чтобы некоторое количество их оставалось в очищенной жидкости. Таким образом, исключалась возможность торможения биохимического процесса из-за недостатка биогенных элементов. Калий и железо в необходимых для процесса количествах находились в водопроводной воде. Сооружения работали круглосуточно при температуре 20—28°. При определенной окислительной мощности аэротенки эксплуатировались не менее 3 месяцев, что обеспечивало получение надежных результатов. Контроль за работой сооружений производился по химическим и микроскопическим показателям.

Периодически изучались физиологические группы бактерий, содержащиеся в активном иле, и видовой состав микроорганизмов. В дополнение к санитарно-химическим анализам определялся спектрофотометрическим методом гентилловый спирт [2], суммарная дегидрогеназная активность, а также скорость потребления кислорода на приборе Варбурга.

Работа аэротенка-смесителя считалась удовлетворительной при следующих показателях очищенной жидкости: отсутствие гептилового спирта, незначительное содержание жирных кислот (не выше 2 мг/л), являющихся промежуточными продуктами окисления спирта, БПК<sub>полн</sub> не выше 6 мг/л, бихроматная окисляемость не более 60 мг О<sub>2</sub>/л, наличие второй фазы нитрификации, а также наличие в активном иле организмов микрофауны, характеризующих хорошую работу аэротенков.



Анализы проводились методом, изложенным в «Рекомендациях по методам производства анализов на сооружениях биохимической очистки промышленных сточных вод» [1].

Наращивание активного ила производилось в аэротенке спонтанно в контактных условиях при концентрации гептанола 50 мг/л. Как только в жидкости стали образовываться хлопья активного ила, оседающие во вторичном отстойнике, сооружение стало работать на проточке. Так как прирост ила в пусковой период был очень мал, то одновременно с повышением концентрации гептанола в среду добавлялось 80 мг/л этилового спирта. В этот период активный ил состоял из зооглейных скоплений бактерий, среди которых развивались *Centropyxis lavigata*, *Euglipha laevis*, *Trinema enchelys*, *Opercularia coaricata uglomerata*, *Vorticella convallaria*, *Oxytricha platistoma*, *Stylonichia pustulata*, *Chilodon uncinatus*, *Philodina roseola*, *Notomata* sp., *Cathypna luna*, *Monostyla lunaris*, *Colurella* sp.

По мере увеличения концентрации активного ила концентрацию этилового спирта снижали, а гептилового увеличивали. После прекращения подачи этилового спирта в активном иле начали развиваться актиномицеты и нитчатая водоросль *Phormidium* sp. Претерпел изменение и состав его микрофауны: уменьшилось количество *Opercularia*, *Vorticella*, *Epistylis*, появились отдельные экземпляры клещей.

Примерно через 3 месяца концентрация активного ила достигла 3 г/л, нагрузка на ил в этот период по БПК<sub>полн</sub> составляла 0.14—0.19, по гептанолу — 0.08—0.11 г/г ила в сутки (при концентрации гептанола в очищаемом стоке 160—175 мг/л). Качество очищенной жидкости было хорошим. При увеличении нагрузки на ил по БПК<sub>полн</sub> до 0.206, по гептанолу — до 0.12 г/г ила в сутки (концентрация спирта в очищаемом стоке 300 мг/л, период аэрации 16 час.) количество актиномицетов значительно увеличилось, зооглейные скопления постепенно вытеснялись, резко снизилось количество организмов микрофауны, в активном иле встречались лишь единичные экземпляры *Epistylis* sp., *Oxytricha platistoma*, *Philodina roseola*, но качество очищенной жидкости не изменилось. При преобладании актиномицетов всегда наблюдалось резкое подкисление жидкости, появлялись водные грибы, что приводило к увеличению илового индекса.

Получая устойчивый эффект очистки по всем показателям, нагрузку на ил повышали как за счет увеличения концентрации гептанола, так и за счет сокращения периода аэрации. Так, при концентрации гептанола 500 мг/л вначале период аэрации был принят равным 20 час., при получении устойчивых результатов очистки он был снижен до 16, а затем до 12 час. Нагрузка на ил при этом возросла по БПК<sub>полн</sub> с 0.285 до 0.356—0.57 г/г ила в сутки соответственно, а по гептанолу с 0.16 до 0.19—0.321 г/г ила в сутки. Прирост ила составлял 0.33 г/г окисленного гептанола. При периоде аэрации 12 час. в иле преобладали актиномицеты, в незначительном количестве были обнаружены грибы и зооглейные скопления, встречались единичные экземпляры *Vorticella* sp., их цисты и *Nematodes*. Период аэрации, равный 12 час., при вышеуказанных нагрузках не обеспечивал стабильной работы аэротенка.

Данные о работе аэротенков-смесителей при различных нагрузках на активный ил приведены ниже (см. таблицу). Из активного ила выделены микроорганизмы: *Bac. intermedius*, *Pseudomonas dacunae*, *Ps. sinnosor*, *Ps. fluorescens*, *Var. chromobacterium flavum*, *Var. micrococcus flavus*, *Sarcina subflava*, *S. albidia*, *Mycrobacterium* sp. и актиномицеты, принадлежащие к родам *Actinomyces* (длинногифные и короткогифные), *Proactinomyces* и *Microtonospora*. Изучение состава микрофлоры активного ила по физиологическим группам показало преобладание микроорганизмов, окисляющих гептанол. В 1 г ила (сухой вес) их число составляло от  $3 \cdot 10^{10}$  до  $5.5 \cdot 10^{10}$ , актиномицетов (на крахмало-аммиачной

Технологические данные работы аэротенка-смесителя  
при различных нагрузках на ил

| Показатель   | Длительность аэрации, часы |      |       |      |       |     |
|--|----------------------------|------|-------|------|-------|-----|
|  | 20                         |      | 16    |      | 16    |     |
|  | I                          | II   | I     | II   | I     | II  |
| Температура воды и воздуха, °C                       | 20                         |      | 20    |      | 20—26 |     |
| Концентрация вещества, мг/л                          | 175                        | 0    | 300   | 0    | 500   | 0   |
| Окисляемость бихроматная, мг О/л                     | 472                        | 57   | 810   | 57   | 1320  | 72  |
| БПК <sub>полн</sub>                                  | 315                        | 6.1  | 520   | 5.5  | 890   | 6.1 |
| Активная реакция среды, pH                           | 11.2                       | 8.4  | 10.8  | 7.4  | 10.8  | 7.4 |
| Азот аммонийный, мг/л                                | 23.5                       | 7.5  | 24.8  | 2.8  | 23.6  | 2.4 |
| нитритов   | 0                          | 1.0  | 0     | 1.5  | 0     | 1.2 |
| нитратов   | 0                          | 10.0 | 0     | 10.0 | 0     | 6.0 |
| Взвешенные вещества после 2 час. отстаивания, мг/л   | 0                          | 3.0  | 0     | 7    | —     | —   |
| Концентрация ила, г/л                                | 2.16                       |      | 4.1   |      | 4.2   |     |
| Зольность, %   | 7.3                        |      | 8.4   |      | 6.9   |     |
| Иловый индекс  | 418—129                    |      | 130   |      | 108   |     |
| Азот в иле, %  | 10.9                       |      | —     |      | 9.1   |     |
| ХПК ила, мг О/мг вещества                            | 1.2                        |      | —     |      | 1.2   |     |
| Нагрузка по гептанолу, г/г ила                       |                            |      |       |      |       |     |
| в сутки  | 0.11                       |      | 0.12  |      | 0.19  |     |
| БПК  | 0.19                       |      | 0.206 |      | 0.356 |     |
| ХПК  | 0.28                       |      | 0.3   |      | 0.47  |     |
| Удельная скорость окисления гептанол, мг/г ила в час | 4.35                       |      | 4.6   |      | 7.4   |     |
| по БПК   | 7.7                        |      | 8.8   |      | 13.0  |     |
| по ХПК, мгО/г ила в час                              | 10.4                       |      | 12.5  |      | 18.5  |     |
| Расход воздуха, л/л очищенного стока                 | 22.5                       |      | 22.5  |      | 22.5  |     |
| Окислительная мощность, г/м³ в сутки                 | 370                        |      | 772   |      | 1311  |     |

Примечание. I — неочищенный ил, II — очищенный ил.

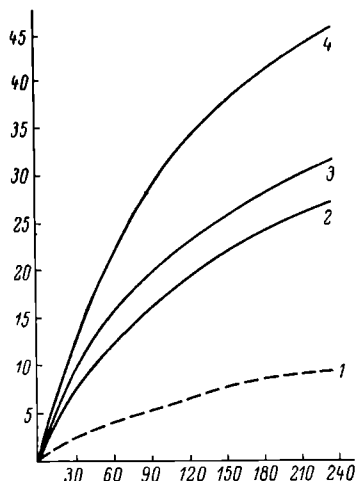
среде) —  $1.6 \cdot 10^9$ — $7 \cdot 10^9$ , общее число сапрофитов было меньше, чем окисляющих гептанол; оно колебалось от  $1.6 \cdot 10^9$  до  $6.6 \cdot 10^9$ , так как, по-видимому, какие-то виды не росли на твердой питательной среде с белковым азотом. Количество нитрификаторов I и II фазы было близким, оно колебалось в пределах  $3 \cdot 10^5$ — $5.5 \cdot 10^6$ .

Определение суммарной дегидрогеназной активности показало, что исследованные концентрации гептанол (в неочищенном стоке до 500 мг/л включительно) не оказывают депрессирующего воздействия на активность ила. При нормальном технологическом режиме суммарная дегидрогеназная активность колебалась в пределах 14—23 γ формазана/мг сухого веса ила, при резком нарушении процесса активность снижалась до 1.0—0 γ/мг ила.

Дыхательная активность ила определялась по скорости поглощения кислорода на приборе Варбурга при концентрациях гептанола 62.5, 125.2 и 200.3 мг/л. Как видно из приведенных данных (см. рисунок), максимальное потребление кислорода при всех концентрациях наблюдалось в течение первого часа, затем оно постепенно снижалось. Изучение влияния концентрации гептанола на микрофлору активного ила проводилось в контактных условиях. Колбочки, содержащие минеральную среду с концентрациями гептанола 200, 400 и 820 мг/л в качестве единственного источника углерода, инокулировали накопительной культурой, состоящей из различных видов бактерий, выделенных из активного ила, адаптированного к гептанолу,

Потребление кислорода илом, адаптированным к гептанолу при различных его концентрациях.

1 — контроль, 2 — 62.5 мг/л, 3 — 125.2, 4 — 200.3 мг/л. По оси ординат — количество потребленного кислорода, мл/мг сухого веса ила; по оси абсцисс — время опыта, мин.



и монокультурой *Pseudomonas* sp., полученной из того же ила. Исследования показали, что 820 мг/л гептанола ингибируют развитие микрофлоры, при 200 и 400 мг/л требуется некоторое время для адаптации. При этом активная реакция среды снижалась с 7.2 до 4.5, при 820 мг/л изменения pH не наблюдалось.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Роговская Ц. И., Костина Л. М. Рекомендации по методам производства анализов на сооружениях биохимической очистки промышленных сточных вод. М., изд-во литер. по строительству, 1970.
2. Шукарев С. А., Андреев С. Н., Островская И. А. Количественное определение спиртов алифатического ряда колориметрированием в ультрафиолетовой области спектра. — Аналитическая химия, 1954, 9, 6.

П. П. У м о р и н

## К РАСЧЕТУ СКОРОСТИ ВЫЕДАНИЯ БАКТЕРИЙ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Имеется много способов расчета продукции и скорости выедания бактерий в водоемах [1—4]. При этом предполагается, что скорость выедания либо постоянна во времени, либо прямо пропорциональна численности бактерий. Поэтому существующие

методы расчета применимы лишь в случаях, когда численность консументов бактерий постоянна. При экспериментальных исследованиях скорости питания бактериями гидробионтов, особенно простейших, чаще оказывается, что численность последних растет обычно по экспоненциальной кривой. В этом случае расчет скорости выедания может быть проведен на основе следующей математической модели.

$$\left. \begin{aligned} \frac{dB}{dt} &= \mu B - \varepsilon B P, \\ \frac{dP}{dt} &= K P, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где  $B$  — численность бактерий,  $\mu$  — их удельная скорость размножения,  $P$  — численность консументов бактерий,  $K$  — их удельная скорость размножения,  $\varepsilon$  — коэффициент выедания,  $t$  — время (те же обозначения приняты и в других формулах).

Модель построена на предположении, что скорость выедания прямо пропорциональна произведению численности бактерий и их консументов, а скорость размножения бактерий пропорциональна их численности. Поэтому данная модель применима лишь для условий молодых культур, когда их рост проходит по экспоненциальной кривой, и для небольших промежутков времени (до 24 час.), для которых можно пренебречь нелинейностью зависимости рациона консумента от концентрации пищи.

Для расчета по данной модели должен быть поставлен контроль (одни бактерии). При этом, как и в работе Г. Г. Винберга [1], принимается, что удельная скорость размножения бактерий в контроле такая же, как и в опыте (бактерии + консументы). Рост бактерий в контроле выражается следующим уравнением:

$$\frac{dB}{dt} = \mu B.$$

Расчет скорости выедания сводится к определению коэффициента выедания. Тогда скорость выедания бактерий одним консументом в какой-либо момент времени равна  $\varepsilon B_t$ , где  $B_t$  — численность бактерий в этот момент времени.

После интегрирования системы (1) имеем

$$P(t) = P_0 e^{Kt}, \quad K = \frac{\lg P_t - \lg P_0}{t \lg e},$$

$$B(t) = B_0 e^{\mu t + (1 - e^{Kt}) \frac{\varepsilon P_0}{K}},$$

откуда

$$\varepsilon = \frac{(\lg B_t - \lg B_0 - \mu t \lg e) K}{P_0 (1 - e^{Kt}) \lg e},$$

где  $P_0$  — исходная численность консументов,  $B_0$  — исходная численность бактерий,  $B_t$  — численность бактерий в момент времени  $t$ ,  $P_t$  — численность консументов в момент времени  $t$ ,  $e$  — основание натуральных логарифмов.

Значения  $\mu$  в эту формулу подставляются по данным контрольного опыта:

$$\mu = \frac{\lg B_t - \lg B_0}{t \lg e}.$$

В частном случае, когда не происходит размножения бактерий ( $\mu = 0$ ), например при применении антибиотиков, скорость выедания может быть

определена без постановки контроля, но тогда необходимо предварительно убедиться, что антибиотики не влияют на пищевую активность консумента. При этом система (1) приобретает следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dB}{dt} &= -\varepsilon B P, \\ \frac{dP}{dt} &= K P. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Интегрирование системы дает

$$B(t) = B_0 e^{(1 - \varepsilon K t) \frac{P_0}{K}},$$

откуда

$$\varepsilon = \frac{(\lg B_t - \lg B_0) K}{P_0 (1 - e^{Kt}) \lg e}.$$

Несомненно, что более точные результаты получатся при следующей схеме постановки эксперимента: контроль (одни бактерии), 1-й опыт (бактерии + консументы), 2-й опыт (бактерии + консументы + антибиотики). При этом  $\varepsilon$  может быть вычислено 2 способами и взято его среднее значение.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. В и н б е р г Г. Г. Сравнительная оценка некоторых распространенных методов расчета продукции водных бактерий. — Гидробиол. ж., 1971, 7, 4.
2. Г а к Д. З. К расчету бактериальной продукции водоема. — Гидробиол. ж., 1967, 3, 5.
3. З а и к а В. Е. О методах расчета продукции бактерий. — Океанол., 1967, 7, 3.
4. Р о м а н о в а А. П., З о н о в А. И. К определению продукции бактериальной биомассы в водоемах. — ДАН СССР, 1964, 155, 1.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

А. В. Г о н ч а р о в а

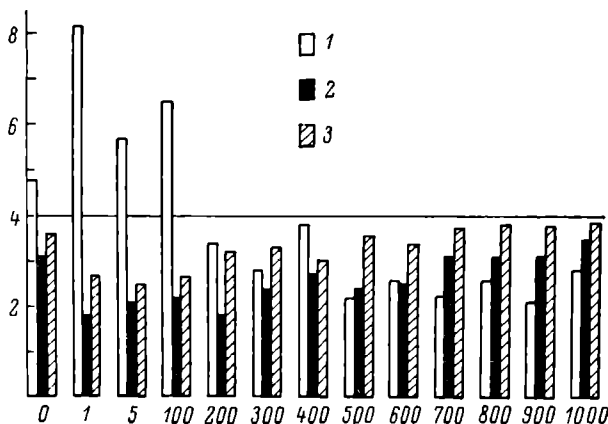
#### ВЛИЯНИЕ ФЕНОЛА НА СИНЕЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ *OSCILLATORIA SPLENDIDA* GREW.

Фенол — один из компонентов сточных вод многих предприятий. Под его воздействием у водорослей изменяется окраска, снижается темп роста, происходят глубокие изменения структуры клеток, ведущие к утрате воспроизводительной способности.

По данным Г. А. Лукиной [4], при концентрациях фенола выше 50 мг/л у хлореллы значительно снижается интенсивность фотосинтеза. Концентрации токсиканта в пределах 20—30 мг/л стимулируют эти процессы. В. Я. Костяев [3] отмечает токсич-

ческое действие фенола на зеленые (550—600 мг/л), диатомовые (200 мг/л) и синезеленые (100 мг/л) водоросли, выражающееся в задержке роста, угнетении фотосинтеза, изменении формы клеток, деградации хроматофоров и пиреноидов.

Нами изучалось влияние фенола на синезеленую водоросль *Oscillatoria splendida*. В опытах использовалась альгологически чистая одноструччатая культура водорослей, выращенная в условиях круглосуточного освещения люминесцентными лампами ЛДЦ (3400 лк) при температуре 30—32°.



Зависимость содержания кислорода от концентрации фенола.

1 — водоросли на свету, 2 — водоросли в темноте, 3 — фильтрат. По оси ординат — концентрация кислорода, мг/л; по оси абсцисс — концентрация фенола, мг/л.

Исследовалось влияние концентраций фенола от 100 до 1000 мг/л с интервалами в 100 мг/л. После суточного воздействия в вариантах с концентрациями фенола 100—500 мг/л водоросли по внешнему виду не отличались от контроля. При более высоких концентрациях токсиканта (500—1000 мг/л) культура имела вид взвеси из мелких, большей частью погибших скоплений трихом. Характерная для бесфенольной среды и среды с меньшими концентрациями токсиканта специфическая пленка водорослей на дне колб-культураторов не образовывалась.

В течение следующих 4 суток как в контроле, так и в вариантах с концентрациями фенола до 100 мг/л пленка водорослей желтела, в вариантах с содержанием фенола 100—400 мг/л водоросли сохраняли окраску исходных культур. При этом визуально наблюдалось увеличение биомассы.

В опытах с концентрациями фенола 500—1000 мг/л водоросли утрачивали способность размножаться даже при переносе в среду без токсиканта.

Такая же серия опытов была проведена с бактериями, всегда присутствующими в культурах водорослей. Посевы на рыбобептонный агар позволили обнаружить рост бактерий в опытах со всеми концентрациями фенола. Очевидно, для бактерий концентрации фенола до 1000 мг/л не были токсичными.

Цель следующей серии опытов — изучение влияния фенола на фотосинтез и дыхание *Oscillatoria splendida*. Определение свободного кислорода проводилось по методу Винклера [1]. Перед началом опытов склянки заполнялись прокипяченной средой Чу-10 с содержанием кислорода 3—5 мг/л.

После охлаждения среды в ряд склянок добавлялся инокулят водорослей, в другие — только инокулят бактерий в том же объеме. Последний получался фильтрованием взвеси водорослей через стеклянный фильтр № 4. Продолжительность воздействия фенола составляла один сутки. Контролем для всех вариантов служили пробы без фенола, кроме того, учитывался контроль на метод Винклера. Опыты проведены в 4 повторностях. Фотосинтез водорослей с повышением концентрации фенола (выше 100 мг/л) угнетался, причем с увеличением концентрации токсиканта степень угнетения возрастала (см. рисунок). Концентрации от 1 до 100 мг/л стимулировали фотосинтез: среднее содержание кислорода в этих вариантах опытов почти в 2 раза выше, чем в контроле. При этом увеличивалась биомасса водорослей, и pH среды сдвигался в щелочную сторону. Полученные материалы согласуются с данными, относящимися к другим видам водорослей [2, 3, 5].

Влияние фенола на дыхание определялось как для водорослей, так и для сопутствующих бактерий в тех же температурных условиях, что и фотосинтез, только в темноте. Концентрации фенола 1—100 мг/л не угнетали дыхание, и содержание кислорода снижалось. При концентрации выше 100 мг/л содержание кислорода по сравнению с контролем постепенно увеличивалось, что указывает на проявление токсического воздействия реагента на дыхание.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Владимирова М. Г., Семененко В. Е. Интенсивная культура одноклеточных водорослей. М., Изд-во АН СССР, 1962.
2. Камшилов М. М., Костяев В. Я., Лантева Н. А., Жуков Б. Ф., Горячева Н. В., Микрякова Т. Ф., Уморин П. П., Баронкина Л. А., Захарова Л. И. Изучение деструкции фенола в модельных биоценозах. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, 24 (27).
3. Костяев В. Я. Влияние фенола на водоросли и роль водорослей в биологической деструкции фенола. Автореф. канд. дисс. МГУ, 1972.
4. Луккина Г. А. Действие фенола на фотосинтез и дыхание хлореллы. Автореф. канд. дисс. Петрозаводск, ПГУ, 1971.
5. Таубаев Т. Т., Васигов Т., Вербан В. В., Кутлиев Д., Буржев С. К изучению влияния хлореллы на очистку вод, загрязненных фенолом. — Узб. биол. ж., 1973, 2.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

Ф. Д. Мордухай-Болтовской,  
В. Н. Столбунова, И. К. Ривьер

## О НАХОЖДЕНИИ *MOINA BRACHIATA* (JURINE 1820) и *M. MICRURA* (KURZ 1874) В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Ветвистоусые ракообразные рода *Moina* до сих пор не указывались для Рыбинского водохранилища [4, 5]. Очевидно, виды этого рода здесь не обитали, так как фауна водоема за 30 лет исследований хорошо изучена, и невозможно представить, чтобы эти сравнительно крупные планктонные рачки могли быть про-

пущены. К тому же моины вообще склонны к массовому развитию, благодаря чему служат объектом разведения как живой корм для рыб [2].

В 1974 г. в Рыбинском водохранилище было найдено 2 вида рода *Moina* — *M. brachiata* и *M. micrura*. *M. brachiata* обнаружена в прибрежной зоне водохранилища в районе пос. Борок в пробах планктона, собранных 19, 24 и 26 июня 1974 г. в мелководном (0.3—0.5 м) участке среди зарослей полуводной высшей растительности (омежника, жерушника, ситняка, водяной гречихи), в некоторых пробах в большом количестве (с численностью до 33 000 экз./м³).

По монографии Гоулдена [10], представляющей собой наиболее полную и подробную ревизию моин, выделяемых им в самостоятельное семейство моинид (*Moinidae*), *M. brachiata* — относительно крупные (длиной 1—1.6 мм) формы с хорошо выраженным надглазничным впячиванием на голове, довольно длинным постабдоменом, каудальными коготями, снабженными сильно выраженным гребнем из 11—14 крупных щетинок у основания. Вентральный край створок на передних  $\frac{2}{3}$  длины несет 35—41 крупную щетинку, на задней трети, несколько отступя от края, мелкие щетинки, образующие около 20 групп по 5—7 щетинок, увеличивающихся по длине кзади. На заднем крае створок находятся мелкие щетинки, образующие равномерный ряд. По бокам постабдомена — 9—14 оперенных зубцов и за ними (дистально) один более крупный неоперенный расщепленный («двузубый») зубец. Гамогенетическая самка имеет эфиппий с 1 яйцом.

Найденные в Рыбинском водохранилище моины соответствуют этому описанию. Постабдомен имеет 9—12 оперенных латеральных зубцов, каудальные когти-гребешок из 13—14 щетинок (шипиков). Размеры найденных партеногенетических самок были несколько больше (от 1.35 до 1.7 мм) и, вероятно, поэтому несколько больше число крупных щетинок (40—45) и групп мелких (25) на краях створок. В остальном признаки «рыбинских» моин вполне укладываются в диагноз *M. brachiata* по Гоулдену.

Во избежание недоразумений необходимо подчеркнуть, что во всех определителях кладоцер, вышедших ранее 1968 г., — книгах Лилльборга [12], Кайльхака [11], Ваглера [15], А. Л. Бенинга [1], Шрамека-Гушека и др. [14], Скаурфилд, Хардинг [13], Е. Ф. Мануйловой [3] — вышеприведенный диагноз относится к виду *M. rectirostris* (Leydig, 1860). Под именем же *M. brachiata* (Jurine) подразумеваются формы, отличающиеся от первой несколько уменьшенным (8—10) числом оперенных зубцов на боках постабдомена, отсутствием щетинок в задней части края створок и наличием 2 яиц в эфиппиях. Е. Ф. Мануйлова [3] прибавляет к этому еще то, что у *M. brachiata* голова длиннее половины длины створок (у *M. rectirostris* — менее половины).

Самостоятельность этого вида, однако, вызывала некоторые сомнения. Уже А. Л. Бенинг [1] указывал, что «он часто смеси-



вался с другими видами рода и пока плохо изучен». Действительно, указанные выше отличительные признаки недостаточно убедительны. Число латеральных зубцов на постабдомене (8—10) почти не выходит за пределы их числа у *M. rectirostris*. Отсутствие щетинок на задней половине края створок вообще едва ли возможно, так как они, видимо, имеются у всех моин, но из-за мелких размеров легко могли быть пропущены. Длина головы, на которую указывает Е. Ф. Мануйлова [3], уже потому не может быть использована для различения видов, что на рисунках в ее книге у *M. rectirostris* голова тоже составляет более  $\frac{1}{2}$  длины створок.

Гоулден [10], пересмотревший сборы моин в европейских музеях, пришел к заключению, что этот вид вообще не существует, и все особи, обозначавшиеся в коллекциях как *M. brachiata*, относятся к тому же виду, который именовался *M. rectirostris*. Однако называть его следует *M. brachiata* (Jurine, 1820), так как он был впервые описан Жюрином под этим именем (как «*Monoculus brachiatus*»), в чем легко убедиться, несмотря на неполноту и неточность его описания автором.

Таким образом, название *M. rectirostris* вообще не должно применяться. В наиболее новой (1972 г.) сводке по кладоцерам ее автор Флэсснер [9] уже не приводит этого названия, заменяя его, согласно Гоулдену, *M. brachiata* (Jur.) Однако в отечественной и иностранной литературе последних лет еще продолжает применяться старое название *M. rectirostris* (Leydig, 1860).

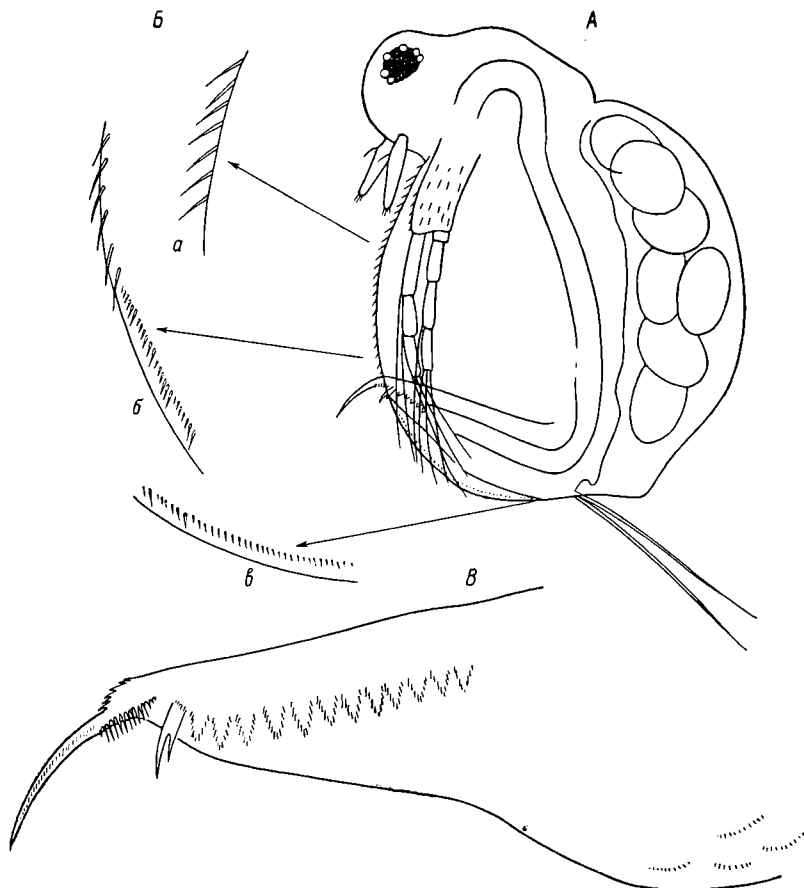
Учитывая неточность рисунков в книге Мануйловой, малодоступность сводок Гоулдена и Флэсснера и отсутствие в них некоторых иллюстраций, в частности характерного для описываемого вида вооружения края створок, мы считаем необходимым привести рисунок с наиболее характерными отличительными признаками этого вида.

*Moina micrura* (Kurz, 1874) была обнаружена в верховье Шекснинского плеса выше Череповца в небольшом заливишке глубиной 1—2 м 26 июля 1974 г. при температуре 25.1°. Численность моин составляла 1600 экз./м<sup>3</sup>. Популяция состояла в основном из партеногенетических самок, самцы встречались лишь среди новорожденных рачков. Минимальный размер партеногенетической самки 0.85 мм, максимальный — 1.1 мм. Среднее количество эмбрионов — 6. Количество шипиков на постабдомене колебалось от 6 до 8, однако подавляющее большинство особей имело 7—8 шипиков.

При обследовании заливишка 9 августа ни одной моины не было обнаружено. Видимо, похолодание воды до 17.3° вызвало отмирание популяции.

Нахождение *Moina brachiata* и *M. micrura* в Рыбинском водохранилище представляет двойной интерес. Во-первых, как и другие виды моин, *M. brachiata* и *M. micrura* обитают преимущественно в южных и средних частях Палеарктики. Только недавно

*M. micrura* была найдена к северу от Москвы, в Иваньковском водохранилище [6]. Настоящее местонахождение — наиболее северное для СССР,<sup>1</sup> хотя в Западной Европе *M. brachiata* была найдена несколько севернее (в средней части Швеции).



*Moina brachiata* (Jurine 1820) — партеногенетическая самка.

А — общий вид, Б — вооружение края створок: а — в передней части вентрального края, б — на границе второй и третьей трети вентрального края, в — в месте перехода вентрального края в задний. В — постабдомен сбоку.

Во-вторых, эти виды вообще характерны для небольших мелко-водных водоемов, прудов и луж, в которых дают массовое разви-

<sup>1</sup> Есть лишь указание З. И. Филимоновой [7] на нахождение мoin в малых водоемах в районе Петрозаводска, однако вид определен не был («*Moina* sp.»). *Moina micrura* (определенная как *M. weberi*) была найдена также в Костромской обл. [8], но только в постоянно подогреваемом пруду-охладителе ТЭС.

тие нередко при довольно значительном загрязнении (в  $\beta$ - и  $\alpha$ -мезосапробных условиях) и при высоких температурах.<sup>1</sup>

В связи с этим моины в Рыбинском водохранилище могли появиться как вследствие необычайно высоких летних температур 1972—1973 гг., так и вследствие эвтрофирования водоема.

В 1974 г. после 3 лет безводного существования прибрежья и сильного зарастания его наземной растительностью наблюдалось исключительное богатство микрофлоры и фауны беспозвоночных в этой зоне.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Б е н н и г А. Л. Кладоцера Кавказа. Высокогорная биол. ст. ГрузССР, Тбилиси, 1941.
2. И в л е в а И. В. Биологические основы и методы массового культивирования кормовых беспозвоночных. М., «Наука», 1969.
3. М а н у и л о в а Е. Ф. Ветвистоусые рачки фауны СССР. Опред. по фауне СССР. Изд. Зоол. ин-та АН СССР, 1964, 88.
4. М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д., М о р д у х а й - Б о л т о в с к а я Э. Д., Я н о в с к а я Г. Л. Фауна прибрежной зоны Рыбинского водохранилища. — Тр. биол. ст. «Борок», 1958, 3.
5. Р ы б и н с к о е в о д о х р а н и л и щ е и е г о ж и з н ь. Л., «Наука», 1972.
6. С т о л б у н о в а В. Н., Р и в ь е р И. К., П и д г а й к о М. Л. Новые для Ивановского водохранилища виды планктонных *Cladocera*. — Наст. вып., 1975.
7. Ф л и м о п о в а З. И. О микроскопической фауне малых водоемов Карелии. — Тез. докл. XIII научн. конф. по внутр. водоемам Прибалтики. Тарту, 1966.
8. Ф л и м о н о в Л. А., С о к о л о в а Г. В. О нахождении вселенца южной фауны *Moina weberi* Rich. в водоемах Костромской области. — В кн.: Животный мир Костромской обл. Кострома, 1971, 1.
9. F l ö s s n e r D. Kiemen- und Blattfüsser, Branchiopoda. Fishläuse, Branchiura. — Tierw. Deutschl., 1972, 60.
10. G o u l d e n C. E. The systematics and evolution of the Moinidae. — Trans. Amer. Philos. Soc., 1968, 58, 6.
11. K e i l h a c k L. Phyllopoda. Süßwasserfauna Deutsch., herausg. v. Brauer, 1909, 10.
12. L i l l j e b o r g W. Cladocera Succiae. N. A. Reg. Soc. Sci. Upsaliensis, 1900, 19.
13. S c o u r f i e l d D. J., H a r d i n g J. P. A key to the British species of freshwater Cladocera with notes on their ecology. — Freshwat. Biol. Assoc., Sci. Publ., 1958, 5.
14. Š r a m e k - H u š e k R., S t r a š k r a b a M., B r t e k J. *Branchiopoda*. — Fauna CSSR, 1962, 16.
15. W a g l e r E. Crustacea, Krebstiere. Tierw. Mitteleuropas, 1937, 9.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

<sup>1</sup> По устному сообщению А. В. Монакова, моина, определявшаяся по прежним определениям как *M. rectirostris*, была найдена в небольшой луже около пос. Борок еще в 1960 г.

**ПРОДУКЦИЯ ЗООПЛАНКТОНА  
РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1968—1970 гг.**

Одна из характерных особенностей зоопланктона Рыбинского водохранилища — количественное преобладание коловраток (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Соотношение численности различных групп зоопланктона в 1968—1970 гг. (среднее за вегетационный период с мая по октябрь, %)

| Год  | <i>Rotatoria</i> | Ракообразные      |                  |                  |
|------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
|      |                  | <i>Cyclopoida</i> | <i>Cladocera</i> | <i>Calanoida</i> |
| 1968 | 56.5             | 33.1              | 7.3              | 3.1              |
| 1969 | 66.3             | 27.8              | 4.2              | 1.7              |
| 1970 | 61.3             | 23.2              | 12.6             | 2.9              |

Группа ракообразных занимает подчиненное положение в планктоне. В ней на протяжении многих лет, в том числе и в 1968—1970 гг., хищники преобладали над фильтраторами. Соотношение их численности менялось в широких пределах — от 1.5 до 5.0, но, как правило, *Leptodora kindtii*, *Bythotrephes longimanus* и все циклопиды преобладали над мирными ветвистоусыми и диаптомидами (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Соотношение численности и биомассы хищников и фильтраторов в 1968—1970 гг.  
(среднее за вегетационный период с мая по октябрь, %)

| Год  | Хищники   |          | Фильтраторы                          |          |
|------|---|----------|--------------------------------------|----------|
|      | <i>Bythotrephes leptodora</i> + <i>Cyclopoida</i> |          | <i>Cladocera</i> + <i>Diaptomida</i> |          |
|      | численность                                       | биомасса | численность                          | биомасса |
| 1968 | 76.3  | 56.0     | 23.7                                 | 44.0     |
| 1969 | 83.4  | 47.6     | 16.6                                 | 52.4     |
| 1970 | 61.1  | 69.0     | 38.9                                 | 31.0     |

Влияние хищников на численность фильтраторов описано в литературе [4, 5]. Если учесть, что в Рыбинском водохранилище рацион хищников в 1957—1967 гг. в 5 раз превышал их про-

дукцию [1], а в 1968—1970 гг. в 4.2—4.6 раза, то становится понятной «бедность» мирного зоопланктона.

| Год  | Рацион хищников | Продукция хищников | Отношение рациона к продукции |
|------|-----------------|--------------------|-------------------------------|
| 1968 | 8.68            | 1.89               | 4.6 : 1                       |
| 1969 | 12.40           | 2.69               | 4.6 : 1                       |
| 1970 | 18.53           | 4.38               | 4.2 : 1                       |

Продукция хищников и фильтратов определена по степенным функциям зависимости продукции от биомассы [3, 4]. Продукция коловраток рассчитана на основе определенной нами биомассы и П/Б коэффициентов, полученных для некоторых видов Г. А. Галковской [2].

В результате расчетов, произведенных на ЭВМ, удалось выяснить, что коловратки занимают доминирующее положение по своим продукционным возможностям, за ними следуют клadoцеры и прочие группы (табл. 3).

Таблица 3

Продукция (П) и биомасса (Б), г/м<sup>3</sup> и П/Б коэффициенты отдельных групп зоопланктона в 1968—1970 гг. (с мая по октябрь)

| Год  | <i>Rotatoria</i> |      |     | Мирные           |      |      |                  |      |      | Хищные           |      |      |                   |      |     |
|------|------------------|------|-----|------------------|------|------|------------------|------|------|------------------|------|------|-------------------|------|-----|
|      |                  |      |     | <i>Cladocera</i> |      |      | <i>Calanoida</i> |      |      | <i>Cladocera</i> |      |      | <i>Cyclopoida</i> |      |     |
|      |                  |      |     | П                | Б    | П/Б  | П                | Б    | П/Б  | П                | Б    | П/Б  | Б                 | П    | П/Б |
|      | П                | Б    | П/Б | П                | Б    | П/Б  | П                | Б    | П/Б  | П                | Б    | П/Б  | Б                 | П    | П/Б |
| 1968 | 2.70             | 0.03 | 90  | 2.37             | 0.08 | 29.6 | 0.31             | 0.03 | 10.3 | 1.42             | 0.07 | 20.3 | 0.47              | 0.07 | 6.7 |
| 1969 | 10.80            | 0.12 | 90  | 4.69             | 0.18 | 25.9 | 0.37             | 0.04 | 9.7  | 1.38             | 0.07 | 19.7 | 1.31              | 0.14 | 9.3 |
| 1970 | 6.30             | 0.06 | 90  | 4.41             | 0.16 | 27.5 | 0.29             | 0.03 | 9.7  | 3.45             | 0.19 | 18.1 | 0.94              | 0.10 | 9.4 |

Реальная продукция определена как разность суммарной продукции всех групп зоопланктона и рационов хищников. Рацион хищников в 1968 и 1970 гг. превысил продукцию мирного зоопланктона в 1.6 раза, и только в 1969 г. он составил 78.0% от продукции мирного планктона:

| Год  | Продукция мирных форм | Рацион хищников | Продукция хищников | Реальная продукция зоопланктона |
|------|-----------------------|-----------------|--------------------|---------------------------------|
| 1969 | 5.38                  | 8.68            | 1.89               | —                               |
| 1969 | 15.86                 | 12.40           | 2.69               | 6.15                            |
| 1970 | 11.00                 | 18.53           | 4.39               | —                               |

Пищевые потребности хищников в 1969 г. были удовлетворены, по-видимому, преимущественно за счет коловраток, так как рацион хищников превысил продукцию рачков-фильтратов в 2.4 раза.

В 1968 и 1970 гг. потребность в пище хищников не покрывалась продукцией мирных животных. Дополнительным источником питания для них служили, по-видимому, простейшие.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Владимирова Т. М. Продукция зоопланктона Рыбинского водохранилища. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1974, 25 (28).
2. Галковская Г. А. О продукционных возможностях планктонных коловраток. — Научн. докл. высш. школы, биол. науки, 1963, 3.
3. Печень Г. А. Продукция ветвистоусых ракообразных в озерах разного типа. — Гидробиол. ж., 1965, 4.
4. Шущкина Э. А. Соотношение продукции и биомассы зоопланктона озер. — Гидробиол. ж., 1966, 2, 1.
5. Elster H. Über den Plankton des Bodensees. — Alg. Fisch., 79, 8.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Н. А. Дзюбан, С. П. Кузнецова

### ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗООПЛАНКТОНА САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Зоопланктон р. Волги и пойменных водоемов на участке от Волжской ГЭС им. В. И. Ленина до г. Балаково достаточно разнообразен. Насчитывается 45 видов коловраток, 24 — ветвистоусых, 10 — циклопид и 5 — каланид — всего 84 вида.

В верхней части этого участка, принимающей сток Куйбышевского водохранилища, зоопланктон состоял летом на 70% по численности и на 90% по биомассе из рачков. Далее под действием быстрого течения зоопланктон изменялся. В результате этого в районе г. Балаково восстанавливался в основном волжский потамопланктон с преобладанием коловраток — 88% по численности. Такое же явление наблюдалось весной и осенью.

На русле общая численность зоопланктеров в июле колебалась от 29 до 79 тыс. экз./м<sup>3</sup> с максимумом за счет коловраток у г. Балаково. Количество ветвистоусых и циклопид было небольшим — 5.2 и 8.6 тыс. экз./м<sup>3</sup> соответственно.

Много богаче (до 230—280 тыс. экз./м<sup>3</sup>) зоопланктон в затоках, иной был он там и по составу. Например, в Балаковском затоне летом рачки составляли 53% от общего количества особей. В основном это были ветвистоусые — 55 тыс. и молодые стадии циклопид — 82 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Среди первых преобладали дафнии, в том числе северный вселенец *Daphnia cristata* — до 3 тыс. экз./м<sup>3</sup>.

После заполнения водохранилища скорость течения на русле снизилась в 2 раза, и в нижней половине водоема она благоприятна для зоопланктона. Однако в связи с повышенным водообменом, коэффициент которого равен 19, и транзитным стоком скорость течения в русловой части значительно выше, чем в других волжских водохранилищах, что сказывается на биологической продуктивности руслового участка, содержащего в основном обедненные воды Куйбышевского водохранилища. На залитой пойме и надпойменной террасе течение незначительное или отсутствует. Все это, а также некоторые другие факторы обусловили расчленение толщи воды Саратовского водохранилища на 2 экологически различных района — русловую часть и мелководную зону с разным зоопланктоном в них.

В первый год существования водохранилища в его зоопланктоне произошли следующие изменения. Вместо пестроты ценозов в пойменных водоемах разного типа и в русле Волги в новой, более однообразной водной массе сложился лимнофильный комплекс зоопланктона от верховья до плотины. При этом видовой состав ветвистоусых, циклопид и каланид остался прежним, только число видов коловраток уменьшилось на 9.

В верхней части внутрикаскадного Саратовского водохранилища зоопланктон, поступающий из Куйбышевского водохранилища, лимнофильный. Отличается он бедностью видового состава и малочисленностью коловраток. Ведущую роль в нем играют рачки. Далее вниз степень лимнофильности зоопланктона снижается, так как видовое разнообразие и количество коловраток возрастают, а численность ракообразных снижается. Так, летом в верхней части водохранилища рачки составляют 60% и более общей численности. Затем в быстром водном потоке вдоль верхней половины Самарской луки роль их снижается до 26—30% (у Куйбышева). Однако ниже с увеличением подпора воды происходит восстановление численности рачков до 60% и более, и снова восстанавливается лимнофильный зоопланктон.

Такова качественная особенность формирования зоопланктона внутрикаскадного водохранилища с подпором воды от плотины до плотины и относительно коротким сильно проточным верховьем.

В противоположность этому для верховьев водохранилищ, находящихся на равнинных реках не внутри каскада, характерен реофильный зоопланктон, бедный по биомассе и состоящий на 80—90% из коловраток. Далее с увеличением подпора воды видовой состав постепенно меняется. Количество видов, численность и биомасса ракообразных увеличиваются, а коловраток, наоборот, уменьшаются. Зоопланктон становится лимнофильным.

В последующие годы (1969—1971) в Саратовском водохранилище существенных изменений в видовом составе коловраток не произошло. Список их несколько изменялся по годам в результате редких единичных находок, причиной которых могли быть

не частые (один раз в сезон) сборы материалов и, возможно, недостаточная сеть станций или же спорадическое развитие некоторых видов. Список ветвистоусых рачков уменьшился до 17—20 видов против 24. Кроме того, из планктона выпали 4 вида ветвистоусых: *Limnospira frontosa*, *Bosmina crassicornis*, *B. kessleri* и *Heterospira apendiculata* и 1 — каланид из группы северных вселенцев, для которых Саратовское водохранилище служит, вероятно, южной границей распространения. В 1969 г. эти виды были очень редкими и единичными. Из местных видов в 1969—1971 гг. не встречалась зарегистрированная в первый год существования водохранилища *Moina macroscopa*.

В результате всех этих изменений видовой состав зоопланктона стабилизировался в следующем составе: коловраток — 29—32 вида, ветвистоусых — 17—20, циклопид — 10—11, каланид — 4—5, всего 60—68 видов. В дальнейшем в связи с интенсивным зарастанием мелководий водохранилища макрофитами может увеличиться число фитофильных видов.

В первый год существования Саратовского водохранилища средняя численность и биомасса зоопланктона по сравнению с речным периодом увеличились в мае в 3.5 раза, осенью численность — в 2.5, а биомасса — в 5 раз. В июле наблюдалась депрессия в развитии зоопланктона. В районе русла он оказался даже несколько беднее, чем в реке в этот же период до зарегулирования — 18—77 тыс. против 29—79 тыс. экз./м<sup>3</sup>.

На залитой пойме и надпойменной террасе летом 1969 г. биомасса зоопланктона была выше, чем в затоках до образования водохранилища. В некоторых местах она достигала 5625 мг/м<sup>3</sup> за счет массового развития *Daphnia longispina*. Среднегодовая численность зоопланктона в первый год существования водохранилища составляла на русле 27 тыс. при биомассе 200 мг/м<sup>3</sup>, на пойме — 85 тыс. при биомассе 260 мг/м<sup>3</sup>. В последующие 3 года среднегодовая численность и биомасса на русле остались на том же уровне, за исключением 1971 г., когда при численности того же порядка биомасса снизилась до 110 мг/м<sup>3</sup>. На прилегающей к руслу залитой пойме среднегодовая численность и биомасса зоопланктона снизились в 1969—1970 гг. до 21—22 тыс. и 120 мг/м<sup>3</sup>, в 1971 г. — до 49 тыс. и 110 мг/м<sup>3</sup>.

На прилегающих к берегам мелководьях с куртинами макрофитов зоопланктон богаче, чем на русле, но его распределение более пятнисто. В силу того, что водная среда здесь менее стабильна, численность и биомасса планктона подвержены значительным колебаниям. Штормы вызывают гибель значительной части зоопланктона, в первую очередь рачков-фильтраторов. Однако в связи с высокой трофической и хорошим прогревом восстановление их популяций наступает быстро.

Такова количественная особенность формирования и распределения зоопланктона внутрикаскадного Саратовского водохранилища. Отмеченные особенности зоопланктона водохранилищ в за-



висимости от их положения в каскаде, источника водного питания и водного режима весьма существенны. Они обуславливают различное значение зоопланктона в водоеме в целом и на отдельных его участках как кормовой базы рыб и как фактора самоочищения воды.

Куйбышевская станция Института биологии  
внутренних вод АН СССР

---

А. П. Павлютин, А. П. Остапеня

### УДЕЛЬНЫЕ СКОРОСТИ НАКОПЛЕНИЯ УГЛЕРОДА ОЗЕРНЫМ ПЛАНКТОНОМ ПРИ ПИТАНИИ ЖИВОЙ И МЕРТВОЙ ПИЩЕЙ

В настоящем сообщении сопоставляются удельные скорости накопления углерода ( $C_p/C$  сутки) сообществом планктонных организмов при питании различными видами корма, в том числе детритом на разных стадиях разложения. Работа проводилась на оз. Нарочь.

Были поставлены 2 серии опытов — в октябре 1970 и марте 1971 г.

Зоопланктон отлавливали сетью «Цепелин» из сита № 46 и помещали в аквариум. В составе зоопланктона преобладал *Eudiaptomus graciloides* (90% биомассы), кроме того, было несколько видов циклопов и коловраток и *Daphnia cucullata*. Животных не разделяли по видам, а использовали в опытах в том соотношении, в котором они были в аквариуме. *D. cucullata*, которая практически полностью концентрировалась в поверхностной пленке, удалялась из опытов.

Водоросли, использованные в качестве корма и служившие исходным материалом для приготовления детрита, выращивались на забуференной среде [2] со слабощелочной реакцией (рН 7.6—8.2) в присутствии  $^{14}C$  в виде  $NaHCO_3$  в концентрации 500 микроюри/л. Для приготовления детрита водоросли убивали кратковременным нагреванием до 80°, после чего они разлагались в аэробных условиях при температуре 20°. Через определенные промежутки времени часть детрита изымалась, замораживалась, во избежание дальнейшей деструкции, и до начала опытов хранилась при температуре 2—5°.

Бактерии выращивались на гидролизате, приготовленном щелочным гидролизом из меченых водорослей.

Животных из аквариума отбирали пипеткой с широким входным отверстием и помещали в сосуды Дюара, заполненные 200 мл озерной воды, предварительно профильтрованной через мембранный фильтр. Количество животных в сосуде в пересчете на сухой вес составляло 1 мг, а концентрация меченой пищи — 30 кал./л.

В первой серии опытов в качестве корма использовали меченные по углеводу культуры *Euglena* sp., смесь нескольких видов *Chlorella*, детрит из этой смеси на разных стадиях разложения, старый детрит 2-летнего возраста из *Chlorella vulgaris*, детрит из смеси зеленых и диатомовых водорослей и бактерий; во второй серии — детрит из смеси видов хлореллы. В октябре опыты ставились при температуре 8°, в марте — при 4° (температуры, близкие к температуре воды в озере). Обе серии опытов были проведены в 3-кратной повторности.

Животные находились в среде меченого корма в течение 12 час., после чего их отделяли от пищи при помощи мельничного сита, тщательно отмывали и помещали на 2 часа в воду с немеченым кормом при температуре 20° для освобождения кишечников от неусвоенной пищи. Затем животных отмывали еще раз, осаждали на мембранные фильтры, высушивали и подсчитывали их радиоактивность.

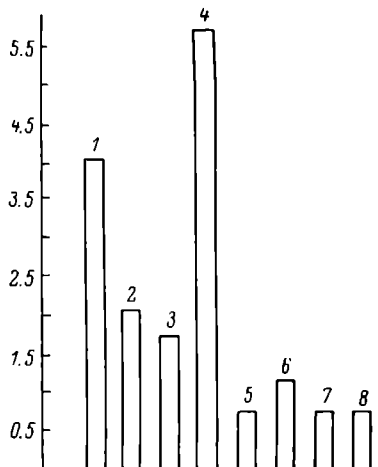


Рис. 1. Удельные скорости накопления углерода озерным планктоном при питании разными кормами ( $t=8^{\circ}$ ).

Высота столбца соответствует удельной скорости накопления углерода ( $C_a/C$  в сутки, %). Виды корма: 1 — эвглена, 2 — смесь видов хлореллы, 3 — детрит из смеси видов хлореллы (2 суток разложения), 4 — то же (4 суток разложения), 5 — то же (2 года разложения), 6 — детрит из смеси водорослей (2 года разложения), 7 — детрит из обрастаний аквариума (2 года разложения), 8 — бактерии.

ма взвеси. Качество углерода в теле животных ( $C$ ) устанавливалось методом бихроматного окисления.

Количество накопленного в теле животных углерода пищи ( $C_a$ ) рассчитывали по формуле  $C_a = C_r \cdot r$ , где  $C_r$  — количество углерода пищи, приходящееся на 1 импульс,  $r$  — радиоактивность.

Судя по результатам, полученным в первой серии опытов (рис. 1), изученное сообщество планктонных организмов лучше всего потребляло и усваивало растительный детрит, разлагавшийся в течение 4 суток ( $C_a/C=6.0\%$ ), и живые жгутиковые водоросли ( $C_a/C=4.0\%$ ). Величины  $C_a/C$  при потреблении старого детрита разного происхождения (возраст 2 года) и бактерий значительно ниже ( $<1\%$ ). Низкие величины  $C_a/C$  для *E. graciloides*, питавшихся старым водорослевым детритом и бактериями, отмечены также Г. А. Печень-Финенко и А. П. Остапеней [1]. Это, вероятно, связано с тем, что диатомом — грубый фильтратор, предпочитающий более крупные частицы, чем одиночные бакте-

Для определения удельной активности пищи ( $C_r$ ) 10 мл ее взвесил в одних случаях выпаривали при 80°, в других — осаждали на фильтры из стекловолкна и окисляли бихроматным методом. Параллельно определяли радиоактивность единицы объе-

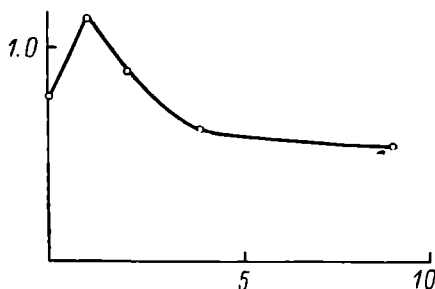


Рис. 2. Зависимость удельной скорости накопления углерода озерным планктоном от возраста детрита.

По оси ординат — удельная скорость накопления углерода ( $C_a/C$  в сутки, %), по оси абсцисс — возраст детрита, сутки.

рии [3]. Старый детрит, представленный трудноокисляемым органическим веществом, по-видимому, также плохо усваивается планктонными ракообразными. Детрит, разлагавшийся 2 суток, утилизировался с меньшей интенсивностью, чем в течение 4 суток.

Результаты, полученные во 2-й серии опытов (рис. 2), показывают, что детрит на разных стадиях деструкции обладает неодинаковой пищевой ценностью. Максимальные  $C_a/C$  получены на детрите, разлагавшемся в 1-е сутки. Это несколько отличается от того, что было получено в 1-й серии опытов — максимально усваивался 4-суточный детрит. Но в обеих сериях с постарением детрита величина  $C_a/C$  закономерно снижалась.

Полученные материалы позволяют считать, что частицы детрита совместно с ассоциированными микроорганизмами (бактериями и простейшими) могут служить пищей для озерного планктона. Есть все основания считать, что в осенний и зимний периоды вследствие массового отмирания водорослей и заторможенности процессов разложения при низких температурах в водоемах резко возрастает доля легкоусвояемого молодого детрита, пищевая ценность которого, как следует из приведенных материалов, выше, чем таковая водорослевого корма.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Печень - Финенко Г. А., Остапеня А. П. Трансформация вещества и энергии популяций *Eudiaptomus graciloides* при низких температурах. — В кн.: Энергетические аспекты роста и обмена водных животных. Киев, «Наукова думка», 1972.
2. Сорокин Ю. И. О применении радиоактивного углерода для изучения питания и пищевых связей водных животных. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1966, 12 (15).
3. Мопakov A. V. Review of studies on feeding of aquatic invertebrates conducted at the Institute of Biology of Inland Waters Academy of Science, USSR. — J. Fish. Res. Board Canada, 1972, 29, 4

Белорусский университет  
им. Ленина

---

В. Н. Столбунова, И. К. Ривьер,  
М. Л. Пидгайко

#### НОВЫЕ ДЛЯ ПВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ВИДЫ ПЛАНКТОННЫХ *CLADOCERA*

Исследования зоопланктона Нижнего плёса Иваньковского водохранилища, проводившиеся Институтом биологии внутренних вод АН СССР с 1967 по 1972 г., не обнаружили изменений в видовом составе планктонных животных по сравнению с 1954—1955 гг. [3].

Однако в материалах, собранных по всему водохранилищу в 1973 г., были найдены 2 вида планктонных клодоцер, до сих пор не указывавшихся для Иваньковского и других верхневолжских водохранилищ — *Moina micrura* Kurz и *Bosminopsis deitersi* Richard.

*Moina micrura* Kurz 1874 — наиболее распространенный из всех видов рода *Moina*. Согласно Гоулдену [7], этот вид встречается в Европе, Азии, Африке, Восточной Австралии, в большинстве районов Южной Америки, на островах Карибского моря и островах Тихого океана, включая Филиппины. В Западной Европе этот вид не обнаружен севернее ГДР, а в европейской части СССР не найден севернее Москвы. Действительно, *M. micrura* — типичный представитель зоопланктона южных водоемов СССР, и нахождение его в Иваньковском водохранилище расширяет ареал этого вида к северу. Правда, *M. micrura* указан недавно [5] для Костромской обл. под названием *M. weberi* Rich. (как показал Гоулден, это — синонимы), но только в постоянно подогреваемом водоеме-охладителе теплоэлектростанции.

В Иваньковском водохранилище *M. micrura* впервые встречена нами 14 июня 1973 г. в зоне подогрева Конаковской ГРЭС, а в начале августа уже по всей акватории водохранилища (см. таблицу).

*M. micrura* встречалась как в поверхностных, так и в придонных слоях. Ее численность в августе колебалась от 100 до 14 250 экз./м<sup>3</sup>, биомасса — от 0.001 до 0.16 г/м<sup>3</sup>. Наибольшая численность отмечена в августе у водозабора Конаковской ГРЭС на глубине 2 м.

В пробах обнаружены молодые самки размером 0.4—0.6 мм, яйценосные — до 0.8 мм с количеством яиц до 10 и единичные особи с эфиппиями. Количество оперенных зубцов на постабдомене исследованных особей варьировало от 4 до 6.

*Bosminopsis deitersi* Richard 1895 найден во второй половине июня 1973 г. в Волжском плёсе Иваньковского водохранилища между с. Юрьевским и дер. Горки. Единичные экземпляры встречались ниже по течению вплоть до дер. Заборье. Наиболее многочисленны рачки в конце июня в районе дер. Горки, где они держались в русловых участках и опускались до глубины 7 м. В поверхностных слоях днем босминописис был самым многочисленным из ветвистоусых — 8200 экз./м<sup>3</sup> (а всех остальных клодоцер насчитывалось всего 15 675 экз./м<sup>3</sup>). На глубине 4—6 м численность его резко падала — до 1200—100 экз./м<sup>3</sup>, у дна совсем не встречался. Как показали наши наблюдения, днем картина вертикального распределения этого вида была обратна той, которая обычна для *Bosmina longirostris*, образующей скопления в придонных слоях в светлое время суток.

Максимальный размер встреченных *B. deitersi* — 0.56 мм, максимальная плодовитость — 13 эмбрионов.

По мнению ряда авторов [1, 2], *B. deitersi* обитает в реках и водоемах речных долин. Распространенный ранее в Волге [6], он полностью исчез из Рыбинского, Горьковского, Угличского и

Численность и биомасса *Moina micrura*  
в Иваньковском водохранилище в 1973 г.

| Станция   | Дата   | Глубина,<br>м | Темпера-<br>тура<br>воды, °С | Численность,<br>экз./м³ | Биомасса,<br>г/м³ |
|---|--------|---------------|------------------------------|-------------------------|-------------------|
| В о л ж с к и й   п л ё с                           |        |               |                              |                         |                   |
| с. Юрьевское  | 6 VIII | 1             | 21.2                         | 2300                    | 0.050             |
|   |        | 2             | 20.2                         | 750                     | 0.007             |
|   |        | 7             | 19.6                         | 100                     | 0.001             |
| с. Городня  | 6 VIII | 2             | 20.1                         | 2500                    | 0.025             |
|   |        | 8, 10         | 19.4                         | 400                     | 0.004             |
| Затопленное оз. Видо-<br>гощь                       | 7 VIII | 0.5           | 21.6                         | 300                     | 0.003             |
|   |        | 1             | 21.6                         | 7300                    | 0.070             |
| дер. Горки  | 7 VIII | 1             | 21.3                         | 800                     | 0.008             |
|   |        | 7             | 21.0                         | 800                     | 0.008             |
| Ш о ш и н с к и й   п л ё с                         |        |               |                              |                         |                   |
| с. Безбородово                                      | 7 VIII | 2             | 22.2                         | 2500                    | 0.025             |
|   |        | 8, 10         | 21.0                         | 5000                    | 0.050             |
| И в а н ь к о в с к и й   ( Н и ж н и й )   п л ё с |        |               |                              |                         |                   |
| Водозабор Конаковской<br>ГРЭС                       | 5 VIII | 2             | 21.7                         | 14250                   | 0.160             |
|   |        | 4, 6          | 21.3                         | 10000                   | 0.120             |
|   |        | 8, 10         | 21.0                         | 1675                    | 0.024             |
| дер. Городище                                       | 4 VIII | 0.5           | 24.0                         | 2500                    | 0.025             |
|   |        | 1             | 28.2                         | 1650                    | 0.023             |
| Затопленный г. Корчева                              | 9 VIII | 2             | 21.8                         | 5000                    | 0.050             |
|   |        | 8, 10, 13     | 19.6                         | 1116                    | 0.011             |
|   |        | 1             | 21.1                         | 2000                    | 0.024             |
| с. Клиницы  | 7 VIII | 1             | 25.7                         | 7650                    | 0.077             |
| Мошковицкий залив                                   | 14 VI  | 0.8           | 27.3                         | 3300                    | 0.040             |
|   | 4 VIII | 1             | 26.2                         | 1500                    | 0.015             |

нижних плёсов Иваньковского водохранилища.<sup>1</sup> Видимо, в верхних районах Иваньковского водохранилища, где сохраняется достаточная проточность, этот вид находит благоприятные условия для существования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бенинг А. Л. Кладоцера Кавказа. Тбилиси, Грузмедгиз, 1941.
2. Жадин В. И. Жизнь пресных вод. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1950, 3.
3. Мордухай-Болтовская Э. Д. Зоопланктон Иваньковского водохранилища. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1959, 1 (4).
4. Неизвестнова-Жакина Е. С. Планктон Иваньковского водохранилища в 1937—1938 гг. — Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 7, 1941.
5. Филимонов Л. А., Соколова Г. В. О нахождении вселенца южной фауны *Moina weberi* Rich в водоемах Костромской обл. — Уч. зап. Костромск. пед. ин-та, 1971, 29.

<sup>1</sup> В первый год существования Иваньковского водохранилища этот вид еще единично встречался.

6. Behning A. L. Das Leben der Wolga. Die Binnengewässer, Stuttgart, 1928.
7. Goulden C. E. The systematics and evolution of the Moinidae. — Trans. Amer. Philos. Soc., 1968, 58, 6.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Е. С. Величко

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО МИКРОЗООБЕНТОСУ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Микрозообентос Иваньковского водохранилища до настоящего времени практически не исследовался. Его изучение было начато в 1972 г. в связи с проблемой влияния сбросных вод Конаковской ГРЭС на фауну и флору водохранилища. Сборы материала производились с марта по октябрь 1973 г. в Иваньковском плёсе (от г. Конакова до плотины). В настоящей статье приводятся результаты обработки проб, взятых на 5 станциях: в Мошковическом заливе, прилегающем к нему районе водохранилища (глубины 2, 2.5, 5, 8 м) и в приплотинном участке (глубина 13 м).

Отбор проб и их обработка осуществлялись по принятой в Институте биологии внутренних вод АН СССР методике; изучался только верхний слой грунта толщиной в 2 см, в котором обитает подавляющее большинство микрозобентосных организмов, и прилегающий к нему слой воды. Пробы промывались через газ с ячеей 0.1—0.2 мм. Явно планктонные формы, случайно попавшие в пробу, а также простейшие и коловратки, при промывке грунта проходящие через сито, не учитывались. Таким образом, был исследован собственно мейобентос и «псевдомикробентос» (молодь бентосных животных). Верхней размерной границей для микрозобентоса условно были приняты 3 мм. Грунты на рассматриваемых участках делились в основном на 2 группы — серый ил и песок разной степени заиления.

Микрозообентос Иваньковского водохранилища довольно разнообразен. В его состав входят кишечнорастворные, круглые и малощетинковые черви, моллюски, водяные клещи, различные ракообразные и личинки насекомых. Всего отмечен 61 вид, из них точно определено 50 видов.

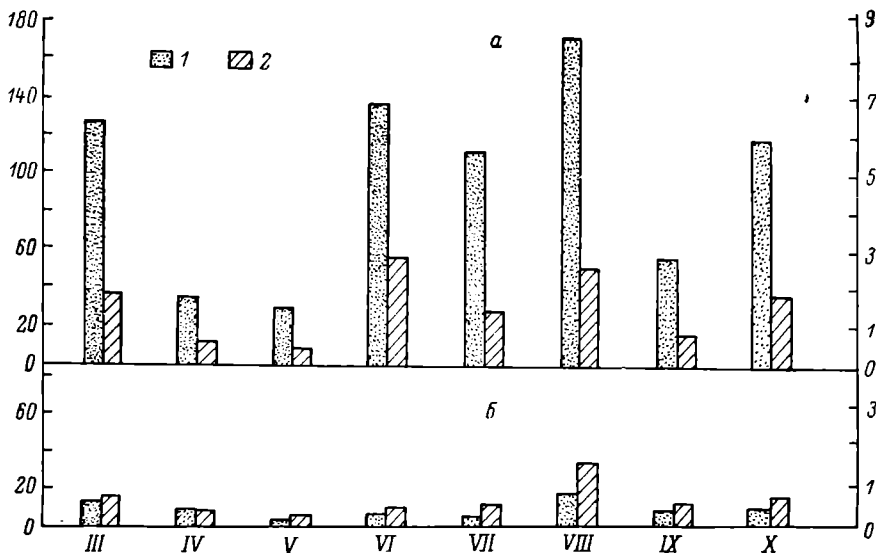
В мейобентосе, несмотря на многочисленность встреченных видов, доминируют лишь немногие группы животных. Это прежде всего нематоды и копепоидитные стадии циклопов (в основном *Cyclops vicinus*). Первые присутствуют во всех исследованных пробах, обладают высокой численностью, но их биомасса сравнительно невелика, что связано с незначительным весом животных. Циклопы составляют самый весомый компонент донной микрофауны, встречаемость их копепоидитов достигает 92.6% (см. таблицу). Взрослые особи *Acanthocyclops vernalis*, *A. bicuspidatus*,

Численность и биомасса микрозообентоса Иваньковского водохранилища за 1973 г.

| Группа животных                    | Встречаемость, % | Март            | Апрель         | Май            | Июнь            | Июль            | Август          | Сентябрь       | Октябрь         | В среднем за год |
|------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|
| <i>Nematoda</i> . . . . .          | 100              | 28000<br>0.026  | 37000<br>0.060 | 18000<br>0.062 | 17700<br>0.018  | 28600<br>0.028  | 61600<br>0.077  | 19600<br>0.066 | 26000<br>0.073  | 29500<br>0.051   |
| <i>Vejdovskyella intermedia</i>    | 33.3             | 2450<br>0.073   | 0<br>0.0       | 840<br>0.025   | 1400<br>0.042   | 840<br>0.025    | 0<br>0.0        | 2800<br>0.084  | 0<br>0.0        | 1666<br>0.050    |
| <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>    | 74.1             | 6000<br>0.511   | 5110<br>0.254  | 2800<br>0.168  | 1400<br>0.012   | 2200<br>0.201   | 9300<br>0.784   | 4660<br>0.380  | 2800<br>0.252   | 4300<br>0.324    |
| Копеподиты <i>Cyclopoida</i>       | 92.6             | 71800<br>1.190  | 3100<br>0.033  | 6530<br>0.080  | 82200<br>1.390  | 32000<br>0.470  | 73400<br>1.240  | 32900<br>0.514 | 73800<br>1.196  | 47000<br>0.764   |
| <i>Cyclops vicinus</i> (взрослые)  | 37               | 0<br>0.0        | 0<br>0.0       | 0<br>0.0       | 18300<br>1.210  | 8960<br>0.440   | 15870<br>0.777  | 2800<br>0.126  | 0<br>0.0        | 11700<br>0.640   |
| <i>Hyoscryptus sordidus</i> . . .  | 55.5             | 7000<br>0.168   | 1120<br>0.033  | 8400<br>0.170  | 18200<br>0.364  | 7000<br>0.138   | 5600<br>0.196   | 2800<br>0.053  | 4200<br>0.080   | 6800<br>0.150    |
| <i>Monospilus dispar</i> . . . . . | 26               | 0<br>0.0        | 0<br>0.0       | 0<br>0.0       | 0<br>0.0        | 5300<br>0.060   | 42000<br>0.210  | 22400<br>0.112 | 8400<br>0.103   | 19500<br>0.121   |
| <i>Procladius</i> sp. . . . .      | 44.4             | 4200<br>0.183   | 1400<br>0.101  | 1120<br>0.138  | 2800<br>0.140   | 2800<br>0.210   | 4200<br>0.588   | 0<br>0.0       | 2800<br>0.350   | 2760<br>0.240    |
| Всего (с прочими) . . . . .        | 100              | 133900<br>2.570 | 39900<br>0.650 | 31500<br>0.470 | 144400<br>3.121 | 115500<br>1.570 | 190500<br>4.180 | 60900<br>1.030 | 129000<br>2.500 | 105700<br>2.015  |

Примечание. В числителе — численность, экз./м<sup>2</sup>, в знаменателе — биомасса, г/м<sup>2</sup>.

*Cyclops vicinus*, *C. strenuus* и других циклопов также составляют значительную часть микрозообентоса. Хотя *Cyclops vicinus* и *C. strenuus* часть жизненного цикла проводят в планктоне, мы отнесли их к мейобентосу, а не к псевдомикробентосу, так как большую часть года они все-таки проводят на дне. Этот факт отмечают и другие авторы [1, 3]. Из *Cladocera* в микрофауне дна наиболее часто встречаются виды рода *Ilyocryptus*, особенно *I. sordidus*. Довольно много в микробентосе представителей сем. *Chyd-*



Общая численность и биомасса мейобентоса (а) и псевдомикробентоса (б) в Иваньковском водохранилище в 1973 г.

По оси ординат: слева — численность (1), тыс. экз./м², справа — биомасса (2), г/м²; по оси абсцисс — месяцы.

*doridae* (10 видов), из них наиболее многочислен *Monospilus dispar*. *Disparalona rostrata*, *Alona quadrangularis* также весьма обычные. Из олигохет часто встречается *Vejdovskyella intermedia*. В псевдомикробентосе доминируют ювенильные особи олигохеты *Limnodrilus hoffmeisteri* (встречаемость 74%, средняя биомасса 0.324 г/м²). Из хирономид наиболее обычна молодь *Procladius* sp., но нередко и другие виды из групп *Limnochironomus nervosus*, *Tanytarsus manicus*, *Polypedilum nubeculosum*.

По данным Т. Л. Поддубной [2], руководящие виды макробентоса в районе Мошковичского залива *Limnodrilus hoffmeisteri* и личинки *Procladius*, т. е. те виды, молодь которых доминирует и в псевдомикробентосе. Средняя биомасса макробентоса в этом районе 6.654 г/м², а микрозообентоса, по нашим данным, 2.015 г/м² (собственно мейобентос — 1.43 г/м²). Таким образом, микробентос составляет существенную долю донной фауны водохранилища.



Наши материалы позволяют в общих чертах судить о сезонных изменениях микробентоса Иваньковского водохранилища с марта по октябрь 1973 г. Массовое развитие приходится на летние месяцы, особенно на август, когда средняя численность мейобентоса и псевдомикробентоса достигает соответственно 177 000 и 13 500 экз./м<sup>2</sup>, а биомасса 2.5 и 1.7 г/м<sup>2</sup> (см. рисунок). Понижение численности и биомассы мейобентоса в апреле—мае связано с тем, что придонные циклопы (в основном *Cyclops vicinus*), составляющие значительную часть микробентоса, поднимаются в толщу воды для размножения, молодь же опускается на дно только в июне, и тогда численность их вновь повышается. Для псевдомикробентоса тоже характерны сильные колебания численности и биомассы в течение всего года, так как ювенильные особи олигохет и хирономид (основная масса псевдомикробентоса) вырастают, поэтому по размерному признаку выходят из состава учитываемого микробентоса. Относительно высокая биомасса псевдомикробентоса при его малой численности зависит именно от присутствия в пробах животных с предельными для микробентоса размерами — до 3 мм. Необычно богат микробентос в марте (133 900 экз./м<sup>2</sup>, биомасса 2.507 г/м<sup>2</sup>), что, очевидно, связано с подогревом воды Конаковской ГРЭС, под влиянием которого весной происходит более раннее размножение беспозвоночных.

По сравнению с другими пресноводными водоемами микрозообентос Иваньковского водохранилища по количественным показателям занимает среднее положение. Так, его средняя биомасса (2.015 г/м<sup>2</sup>) заметно выше, чем в Белом и Кубенском озерах и Рыбинском водохранилище, где она составляет соответственно 0.758, 1.292 и 1.0—1.7 г/м<sup>2</sup> [4], но значительно ниже, чем в Учинском водохранилище — 3—7 г/м<sup>2</sup> [3]. Близкое значение биомассы микробентоса наблюдается в Днепровском водохранилище — 0.2—3.0 г/м<sup>2</sup> [1]. По видовому составу микробентос Иваньковского водохранилища наиболее сходен с таковым Учинского, особенно благодаря массовым видам в обоих водохранилищах — *Cyclops vicinus*, *C. strenuus*.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бузак ова А. М. Микрозообентос и придонный зооиланктон Днепровского водохранилища (оз. Ленина) в связи с условиями его существования в каскаде. Автореф. канд. дисс. Днепропетровск, ДГУ, 1967.
2. Поддубная Т. Л. Донная фауна Иваньковского водохранилища в районе сброса теплых вод Конаковской ГРЭС. — В кн.: Биология и продуктивность пресноводных организмов. Л., «Наука», 1971.
3. Сахарова М. И. Сравнительная характеристика микробентоса некоторых водохранилищ (Учинского, Дубоссарского, Мингечаурского). Автореф. канд. дисс. М., МГУ, 1971.
4. Чиркова З. Н., Мордухай-Болтовской Ф. Д. О микробентосе озер Белого, Кубенского и системы Северо-Двинского канала. — В кн.: Биология и физиология пресноводных организмов. Л., «Наука», 1971.

## НОВЫЙ ВИД ПОЛУВОДЯНОГО КЛЕЩА РОДА

*HOMOCALIGUS* (*HOMOCALIGIDAE*, *ACARIFORMES*)

Представитель сем. *Homocaligidae* (*Raphignathoidea*) впервые регистрируется в фауне СССР.

Клещ живет на полззатопленных растениях в прибрежье или во временных весенних лужах, легко передвигается по растениям над и под водой, и по поверхности воды. Случайно потеряв связь с субстратом, он всплывает на поверхность, чему помогают крупные воздушные мешки (см. рисунок, *A, вл*), расположенные под кутикулой.

*Homocaligus amphibius* Wainstein, sp. n. Полушаровидный, ярко-красный. Проподосомальные щетинки, кроме теменной наружной (см. рисунок, *A, тн*), длинные, гистеросомальные — короткие, дорсальные (*A, d<sub>1</sub>—d<sub>4</sub>*) — явно короче расстояния между их парами. Дорсальный щит гладкий, с сетевидной скульптурой по краю. Вентральные щиты с сетевидной скульптурой. Хелицеры стилетовидные, типичные для семейства. Коготь голени педипальпы (*B, κ*) с противокотгом (*B, κκ*). На лапке педипальпы 7 щетинок, в том числе соленидий и трехраздельная щетинка (*B, с, тр*). Кроме того, у основания голени и лапки педипальпы расположены впервые отмечаемые кожные органы (*B, ког, кол*). Конечности длинные. Амбулакральные коготки (*B, а*) массивные, серповидные. Эмподий (*B, э*) с 3 парами хетондов. Парагенитальных щетинок (*A, пг*) 5 пар, щетинки 2 задних пар явно длиннее остальных. Генитальных щетинок (*A, г*) 4 пары.

Общее число щетинок на конечностях (в скобках — число соленидиев)

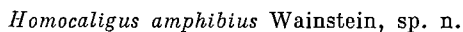
| Конечность | Тазик | Вертлуг | Бедро | Колено | Голень | Лапка  |
|------------|-------|---------|-------|--------|--------|--------|
| I          | 2     | 1       | 1     | 4 (1)  | 7 (2)  | 14 (1) |
| II         | 1     | 1       | 5     | 4 (1)  | 6 (1)  | 10 (1) |
| III        | 2     | 2       | 3     | 1      | 6 (1)  | 8 (1)  |
| IV         | 2     | 1       | 3     | 1      | 6 (1)  | 8 (1)  |
| Педипальпы | —     | 0       | 3     | 2      | 2      | 7 (1)  |

Размеры, мкм: длина дорсального щита — 580, щетинок *тс* — 180, *тн* — 16, *ва* — 220, *вн* — 160, *d<sub>1</sub>* — 150, *d<sub>2</sub>* — 150, *d<sub>3</sub>* — 130, *d<sub>4</sub>* — 125, *лd<sub>1</sub>* — 160, *лd<sub>2</sub>* — 130, *л* — 100.

Голотип — препарат № С-6076, лужа близ Борка, 25 апреля 1974 г. Хранится в Институте биологии внутренних вод АН СССР. Паратипы (16) собраны в окрестностях Борка.

От ранее известных видов рода отличается: от *H. scapularis* (Koch) расположением латеродорсальных щетинок (*лd*), которые у последнего сидят за линией *d<sub>2</sub>*, от *H. muscorum* Набеев — короткими дорсальными щетинками (*d<sub>1</sub>—d<sub>3</sub>*). У последнего вида они явно длиннее расстояний между парами.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР



А — общий вид сбоку, Б — голень и лапка пелипальпы, В — лапка I. Обозначения: *цтпнк* — темные внутренние, *тн* — темные наружные, *вв* — височные внутренние, *вн* — височные наружные, *д<sub>1</sub>—д<sub>2</sub>* — дорсальные, *л<sub>0</sub>—л<sub>2</sub>* — латеродорсальные, *л* — латеральные, *пг* — парогенитальные, *г* — генитальные, *с* — соленидий, *тп* — трехраздельная, *к* — коготь голени педипальпы, *пк* — противокоток, *коз* — кожный орган голени, *кол* — кожный орган лапки, *а* — амбулацикаральные коготки, *э* — эмподий, *ем* — воздушный мешок.

## О ЧИСЛЕННОСТИ МОЛОДИ СУДАКА В ИВАНЬКОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Судак — ценная промысловая рыба, выполняющая полезную роль биологического мелиоратора водоемов [4, 6, 7]. Особенно желательно повышение его численности в Иваньковском водохранилище, где много малоценных видов рыб, в частности уклей, а доля хищников в настоящее время невелика [5]. Уловы судака в отдельные годы (1950—1951 гг.) достигали здесь 220—250 ц или 3.2—3.9% от общего вылова [2]. Позднее они снизились с 52 ц в 1956 г. до 8 ц в 1961 г. [3]. В настоящее время промысловые запасы судака незначительны и уловы его в 1968—1970 гг. даже не отражались статистикой [5]. Отрицательное влияние на численность судака оказывает сработка уровня в начале зимы, вызывающая заморы в результате поступления в русло Волги обедненных кислородом вод поймы. Кроме того, ежегодное понижение содержания кислорода в воде в зимние месяцы вызывает скат судака через турбины из водохранилища. Не столько промысел, сколько заморный характер водоема не дал возможности этому виду увеличить численность стада [3]. В последние годы загрязнение водоема уменьшилось, уловы судака стали увеличиваться и составили в 1973 г. 15 ц. Часто стала встречаться молодь судака, скатывающаяся из вышележащих участков Иваньковского водохранилища в приплотинный плёс. После начала работы Конаковской ГРЭС на ее водозаборе наблюдалось большое количество погибшей молоди судака (до 200 тыс. экз. в год). Естественно, возник вопрос: какое количество молоди (в % от имеющейся в водохранилище) гибнет на водозаборе? В связи с этим в 1973 г. нами сделана попытка произвести учет ее численности в водоеме по уловам за одно траление. В каждом плёсе Иваньковского водохранилища облавливались 1—2 участка, уловы с которых были экстраполированы на всю площадь открытой зоны плёса. При лове мальковой волокушей в прибрежной зоне сеголетков судака не встречено.

Расчет абсолютной численности молоди судака произведен по методике З. М. Аксютинной и Г. Г. Таманской [1], используемой ими для количественной оценки урожая молоди в нерестово-выростных хозяйствах лиманного типа. Абсолютная численность высчитывалась по формуле

$$N = \frac{Q \cdot X}{k \cdot q},$$

где  $N$  — численность молоди всего водоема,  $Q$  — площадь водоема,  $x$  — средний улов за одно траление в течение 15 мин.,  $q$  — площадь, облавливаемая при одном тралении,  $k$  — коэффициент уловистости орудия лова.

Приведенные данные по абсолютной численности хотя и весьма приближенны, тем не менее показательны (см. таблицу). Траление

Уловы молоди судака за 15-минутное траление, шт.

| Район траления                   | Июль |      | Июль |      | Сентябрь |      | Среднее |      |
|----------------------------------|------|------|------|------|----------|------|---------|------|
|                                  | 1972 | 1973 | 1972 | 1973 | 1972     | 1973 | 1972    | 1973 |
| Мелково . . . . .                | Н    | —    | Н    | 2.0  | 0.3      | 1.0  | 0.3     | 1.0  |
| Устье Шошинского плёса . . . . . | Н    | 67.0 | Н    | 39.0 | 1.5      | 1.0  | 1.5     | 36.7 |
| Заборье (ниже ГРЭС) . . . . .    | Н    | 3.0  | Н    | 5.0  | Н        | —    | Н       | 2.7  |
| Свердлово (выше ГРЭС) . . . . .  | 3.7  | 4.7  | 6.0  | 28.7 | —        | 2.3  | 3.2     | 11.9 |
| Затопленный г. Корчева . . . . . | 3.0  | 3.7  | 9.7  | 28.3 | 0.3      | —    | 4.4     | 10.7 |
| Уходово . . . . .                | Н    | 0.5  | Н    | 27.5 | Н        | —    | Н       | 9.3  |

Примечание. Н — траление не производилось.

производилось с судна СРБ-90 рамным пелагическим тралом (размер рамы  $2.5 \times 1.4$  м<sup>2</sup>). Площадь облова равнялась 3000 м<sup>2</sup>, коэффициент уловистости — 0.3. В конце июня наибольшее число сеголеток судака было поймано в устье Шошинского плёса (67 экз. размером от 19 до 44 мм за одно траление). Ниже по течению Волги (в районе Свердлово, Корчева, Уходово) молодь ловилась в значительно меньшем количестве. Выше устья Шошинского плёса (район Мелково) ее не обнаружено. Можно предположить, что в Шошинском плёсе (вероятно, в р. Шоше) судак перестился несколько раньше и здесь, вероятно, находятся основные его нерестилища. Из Шошинского плёса молодь судака скатывалась в нижележащие участки вплоть до Ивановской плотины и далее в Угличское водохранилище. Массовый скат судачков отмечался в июле. При этом основная часть молоди перемещалась из Шошинского плёса и незначительная — из районов Верхневолжского. В начале сентября скат молоди почти заканчивался, оставшаяся молодь широко расселялась по водохранилищу и в трал попадала единично, а на участках ниже Свердлово судачки в уловах не обнаружены. Следует отметить, что в период массового ската уловы молоди судака были большими как до водозабора Конаковской ГРЭС, так и в нижележащих участках (район Корчева и Уходово). Так, в июле 1973 г. за одно траление в районе Свердлово (выше ГРЭС) в среднем поймано 28.7 экз. молоди судака, а в районе Корчева (ниже ГРЭС) — 28.3 экз.

Некоторая часть скатывающейся молоди (около 3—4%) ввиду неэффективности построенного электрозаградителя гибнет на водозаборных сетках Конаковской ГРЭС. Количество погибшей молоди судака видно из данных наблюдательного пункта Центрыбвода:

|                 |        |       |       |       |        |        |
|-----------------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Год . . . . .   | 1968   | 1969  | 1970  | 1971  | 1972   | 1973   |
| Количество экз. | 137662 | 39120 | 47265 | 71820 | 101499 | 101428 |

Наибольшее попадание молоди судака наблюдается в период ее массового ската (июль). Погибшая молодь (преимущественно сеголетки) составляет от 1.7 до 8% от общей численности, попавшей на водозаборные сетки ГРЭС рыб разных видов. Можно отметить тенденцию к постепенному ежегодному увеличению количества погибшей молоди судака за последние 5 лет, что связано, вероятно, с увеличением ее численности в водохранилище.

Численность молоди в 1973 г. по плёсам представлена ниже:

| Плёс                                     | Площадь<br>траповой<br>зоны, га | Численность,<br>тыс. шт. |
|--|---------------------------------|--------------------------|
| Верхневолжский . . . . .                 | 1292                            | 14                       |
| Шопинский . . . . .                      | 3300                            | 1309                     |
| Средневолжский . . . . .                 | 4334                            | 351                      |
| Нижневолжский . . . . .                  | 8810                            | 980                      |
| в том числе зона теплых<br>вод . . . . . | 312                             | 37                       |
| Гибель на водозаборе ГРЭС                | —                               | 101                      |
| Всего по водохранилищу                   | 17736                           | 2755                     |

При промысловом возврате 7% (по утвержденным нормативам) данная численность молоди судака могла бы обеспечить улов 600 ц судака. Однако восстановление и увеличение его уловов возможно только после устранения загрязнений.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Аксюткина З. М., Таманская Г. Г. О количественном учете молоди полупроходных рыб в нерестово-выростных хозяйствах лиманного типа. — Тр. Калинингр. техн. ин-та рыбной пром. и хоз-ва. Калининград, 1968, 20.
2. Денисов Л. И., Мейснер Е. В. Ивановское водохранилище. — Изв. ГосНИОРХ, Л., 1961, 50.
3. Ильина Л. К. Состояние стад промысловых рыб Ивановского водохранилища. — В кн.: Биология рыб волжских водохранилищ. М.—Л., «Наука», 1966.
4. Михеев П. В., Мейснер Е. В. Развитие рыбного населения в водохранилищах на второй год существования Волго-Донского канала им. Ленина. — Тр. ВНИИПРХ, 1954, 7.
5. Никанорова Е. А., Никаноров Ю. И. Ихтиофауна и рыбное хозяйство водоемов бассейна Верхней Волги. — Матер. I конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. Куйбышев, 1971.
6. Сыроватский И. Я. О биологической роли и рыбохозяйственном значении судака в водохранилищах. — Зоол. ж., 1953, 32, 3.
7. Тюрин П. В. Биологические обоснования регулирования состава рыб во внутренних водоемах. — Матер. совещ. по проблеме повышения рыбной продуктивности внутр. водоемов Карело-Финской ССР. Петрозаводск, 1954.

Верхневолжское отделение  
ГосНИОРХ

**ПИЩЕВЫЕ РАЦИОНЫ  
И КОРМОВОЙ КОЭФФИЦИЕНТ СЧЕТКА  
РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

Кормовые ресурсы водных животных составляют важнейшую часть органического вещества водоемов. От их утилизации и скорости оборачиваемости зависит отдача ценного продукта в виде улова рыб и других водных организмов.

Усвоение и оплата кормов в свою очередь зависят от потребителей: их активности и темпов накопления массы тела, а также от длительности биологического цикла всех организмов, включенных в пищевую цепь. В процессе жизнедеятельности организма питательные вещества, поступающие извне, используются для 2 основных целей — на энергетические траты и на прирост массы тела. Последний процесс и отражает характер оплаты пищевых трат, которые обозначаются кормовым коэффициентом (КК). Таким образом, КК определяется по данным весового прироста гидробионтов и по их суточным и годовым рационам.

Цель настоящей работы заключается в том, чтобы на примере пищевых взаимоотношений сетка с некоторыми другими гидробионтами исследовать качественно и определить количественно пищевые рационы и КК на данном трофическом уровне. Для подсчета рациона сетка при планктонном питании мы приняли за основу формулу А. Д. Байкова [3], при хищном питании использовалась формула К. Р. Фортунатовой, кормовой коэффициент определялся по стандартной методике [4].

Определялись суточные рационы сетка в различные месяцы года, месячные и годовой рацион. Представленные результаты позволяют судить об изменениях питания сетка в течение сезона (см. таблицу). Наиболее активно он откармливается в первые летние месяцы, затем количество потребляемого корма снижается. В те годы, когда сеток хищничает в большей степени, его рационы несколько повышаются, например в августе—сентябре 1970—1971 гг. Для более детального анализа питания сетка мы выбрали 2 различных по характеру нагула года: 1967-й, отличавшийся большим количеством штилевых дней (особенно в первые месяцы нагула) и более высокими среднемесячными температурами воды, и 1970-й, приближавшийся по условиям к средним многолетним.

В первую декаду мая суточные рационы сетка в эти годы существенно не различались (1.4 и 1.9). Питался сеток теми планктерами, которые в массовом количестве развиваются в это время в водоеме (босмина, некоторые веслоногие). Во второй половине мая картина менялась. В 1967 г. рацион увеличивался до 4.93, а в 1970 г. оставался на прежнем уровне — 1.97. Менялись не только рационы, но и пищевое поведение сетка, ритмы его пище-

Рационы снетка весом 6—8 г, %

| Год  | Рационы  | Январь | Февраль | Март | Апрель | Май                | Июнь  | Июль | Август | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь |
|------|----------|--------|---------|------|--------|--------------------|-------|------|--------|----------|---------|--------|---------|
| 1965 | Суточные | —      | —       | —    |        | —                  | 2,64  | 2,72 | 1,48   | 0,43     | —       | —      | —       |
|      | Месячные | —      | —       | —    |        | —                  | 79,4  | 84,4 | 45,9   | 12,9     | —       | —      | —       |
| 1966 | Суточные | —      | —       | —    |        | —                  | 2,25  | 2,21 | 0,85   | 0,5      | —       | —      | —       |
|      | Месячные | —      | —       | —    |        | —                  | 67,5  | 68,6 | 26,3   | 15,0     | —       | —      | —       |
| 1967 | Суточные | —      | —       | —    |        | $\frac{1,4}{4,93}$ | 3,6   | 2,14 | 1,04   | 0,4      | —       | —      | —       |
|      | Месячные | —      | —       | —    |        | 99,0               | 107,9 | 66,4 | 32,3   | 12,0     | —       | —      | —       |
| 1970 | Суточные | 0,1    | 0,1     | 0,05 | 0,2    | $\frac{1,9}{1,97}$ | 2,06  | 2,33 | 1,66   | 1,11     | 0,36    | 0,21   | 0,08    |
|      | Месячные | 3,1    | 3,0     | 1,65 | 6,0    | 60,2               | 61,8  | 61,7 | 51,4   | 33,3     | 11,3    | 6,30   | 2,48    |
| 1971 | Суточные | —      | —       | —    |        | $\frac{1,4}{1,56}$ | 2,96  | 1,5  | 1,05   | 2,48     | —       | —      | —       |
|      | Месячные | —      | —       | —    |        | 46,8               | 88,9  | 46,5 | 32,6   | 76,8     | —       | —      | —       |

Примечание. Числитель — 1-я половина мая, знаменатель — 2-я половина мая.

вой активности, кормовые объекты. В мае 1967 г. в это время наблюдались незначительные ветры (3—5 м/с), снеток держался и охотился в толще воды, поедая главным образом личинок окуня и снетка во время их выклева. В одном желудке встречалось до 200 экз. личинок окуня, которые уже на вторые сутки держатся «относительно поверхностно» [1]. У снетка сохранилось двухразовое питание с утренним и вечерним пиками. Обычно такой ритм питания наблюдается при потреблении снетком планктонных ракообразных. В мае 1970 г. в результате сильных волнений воды снеток опустился на дно, где охотился за личинками ерша (встречалось до 50 шт. в одном желудке). У личинок ерша на 3-и сутки после вылупления проявляется резко выраженный положительный фототаксис [1], они образуют повышенные концентрации при максимальных освещенностях. Поэтому в мае 1970 г. у снетка, откармливающегося на местах скоплений личинок ерша, суточный ритм пищевой активности нарушался: вместо 2 обычных пиков наблюдался один — в полуденные часы.

Летом 1967 г., несмотря на то, что величина рационов продолжала оставаться высокой, характер питания снетка изменялся — он в основном питался планктонными ракообразными. Если в мае хищничало 22,6% снетка, в июне—августе — 2,7, 7,6, 1,5% соответственно, осенью у снетка не встречалось ни одного случая питания рыбой. Вероятно, это связано с тем, что молодь росла



хорошо и становилась все менее доступной сетку. К осени в 1970 г. рационы не упали так резко, как в 1967 г. По-видимому, в эти месяцы снеток добирал необходимые для зимовки жирность и упитанность, так как не смог сделать этого в первой половине лета. Общий рацион за нагульный период 1967 и 1970 гг. существенно не различался и составлял соответственно 317 и 268.6.

При питании рыбным кормом проявляется следующая закономерность: в первые месяцы в пище снетка встречается молодь различных видов рыб, в отдельные годы, кроме собственной молоди, до 95% в рационе составляют сеголетки ерша, окуня и других видов рыб. Затем значение молоди этих видов снижается, повышается роль собственной молоди и к осени она, как правило, составляет 100% в рационе снетка. Связано это с тем, что молодь других видов растет быстрее собственной и к осени становится малодоступной сетку.

Значение отдельных пищевых компонентов-планктеров в течение нагульного периода непостоянно. Появление и исчезновение тех или иных форм в пище снетка зависят от биологического цикла кормовых организмов, увеличения или уменьшения их численности в водоеме. В первые месяцы среди планктеров преобладают босмина и веслоногие, в июле—августе — летние формы — битотрефес и лептодора, осенью опять повышается роль босмины.

В результате анализа питания снетка мы выяснили, что за год снеток съедает примерно 3 собственных веса, причем сеголетки питаются только в нагульный период, а зимой их желудки почти пустые, двухлетки и трехлетки 88.5% годового рациона потребляют за 5 нагульных месяцев (с мая по ноябрь), рыбы старших возрастов за этот период потребляют 76% годового рациона.

Таким образом, пищевые рационы рыб старших и младших возрастных групп существенно не различаются, но у сеголетков они одинаково высоки в течение всего периода нагула, а у взрослых рыб интенсивность питания к осени снижается, но частично они питаются и зимой.

Один снеток за год съедает в среднем собственной молоди 39 шт. — 1.5 г, сеголетков окуня 11 шт. — 0.04 г, сеголетков ерша 22 шт. — 0.3 г, босмины — 4.47 г, лептодоры — 3.99 г, битотрефеса — 2.22 г, дафний — 0.39 г, веслоногих — 3.48 г, хирономид — 0.97 г, прочих — 0.47 г, или примерно 2 г рыбной пищи и 16 г беспозвоночных. Приняв численность стада снетка Рыбинского водохранилища без учета сеголетков за 1 млрд шт. [2], мы вычислили, что за нагульный период стадо снетка съедает сеголетков снетка 1500 т, сеголетков окуня 40, сеголетков ерша 300, босмины 4500, лептодоры 4000, битотрефеса 2200, дафний 390, веслоногих 1500, хирономид 975, прочих 419 т.

Кормовой коэффициент колеблется в различные годы от 10.5 до 15.9, т. е. для увеличения веса снетка на 1 г необходимо от 10.5 до 15.9 г пищи. Причем в таких пределах он изменяется у снетка старших возрастных групп, а у сеголетков составляет 1.5—3.0.

Несмотря на довольно высокие кормовые траты на прирост, а также принимая во внимание быстрое созревание снетка (на 1—2-м году жизни) и высокую воспроизводительную способность планктеров — основных кормовых объектов снетка, можно сказать, что снеток биологически «дешевле» в водоеме, чем рыбы длинноцикловые или рыбы с более длинной трофической цепью.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Д и с л е р Н. Н. Развитие органов чувств латеральной системы окуния и ерша. — Тр. Ин-та морфологии животных им. Северцова, 1950, 2.
2. П о л о в к о в В. В., П е р м и т и н И. Е. О перспективах использования гидроакустических рыбопоисковых приборов в рыбохозяйственных исследованиях на внутренних водоемах. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1974, 28 (31).
3. Р у к о в о д с т в о по изучению питания рыб в естественных условиях. М., 1961.
4. Ф о р т у п а т о в а К. Р., П о п о в а О. А. Питание и пищевые взаимоотношения хищных рыб в дельте Волги. М., «Наука», 1973.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

М. М. К а м ш и л о в

## МОЛЕКУЛЯРНЫЙ АСПЕКТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ БИОСФЕРЫ

Научно-технический прогресс сопровождается загрязнением биосферы отходами промышленного производства и химизации сельского хозяйства. Пестицид ДДТ, например, обнаружен в тканях белых медведей, в печени пингвинов, в жире китов, в молоке женщин [3]. Иначе говоря, загрязнение биосферы стало глобальным.

Простой расчет позволяет лучше понять ход этого процесса. В каждой грамм-молекуле любого вещества содержится  $6 \cdot 10^{23}$  молекул. Масса воды на земном шаре, включая воду океанов и ледников, составляет около  $1.5 \cdot 10^9$  км<sup>3</sup>, или  $1.5 \cdot 10^{21}$  л [2]. Отсюда следует, что при равномерном распределении молекул, содержащихся в одной грамм-молекуле вещества во всем объеме воды на Земле, в каждом литре будет по 400 молекул. За 25 лет на нашей планете было рассеяно около  $1.5 \cdot 10^6$  т ДДТ, из которых неразрушенными сохранились до  $\frac{2}{3}$ , т. е. 1 000 000 т [3]. Молекулярный вес ДДТ равен 354.5 г. Если в гидросферу попала лишь тысячная часть сохранившегося ДДТ, т. е. 1000 т, то при диспергировании этого количества пестицида во всей массе гидросферы в каждом литре воды будет в среднем миллиард молекул ДДТ. ДДТ рассеян

в гидросфере, конечно, неравномерно. Максимальные скопления следует ожидать в районах, где он интенсивно использовался. Отсюда следует, что в этих районах его концентрация должна превышать многие миллиарды молекул в каждом литре воды. То же самое, естественно, относится и ко всем другим веществам, поступающим в гидросферу Земли.

Несколько слов о молекулярном аспекте загрязнения атмосферы. Масса воздуха составляет  $5.3 \cdot 10^{21}$  г [1]. При диспергировании в этой массе воздуха одной грамм-молекулы вещества в каждом грамме воздуха в среднем будет 113 молекул. Ежедневно человек потребляет 12 кг воздуха. Отсюда следует, что при условии полного рассеяния во всей воздушной массе одной грамм-молекулы вещества, человек за сутки вдохнет около  $1.4 \cdot 10^6$  его молекул.

Вода входит в состав тканей всех живых существ, подавляющее большинство видов организмов дышит атмосферным воздухом. Изменение химического состава воды и воздуха не может не отражаться на физиологических функциях, на проявлении наследственных особенностей, на ходе и направлении естественного отбора.

Научно-технический прогресс неизбежно оказывается мощным фактором эволюции всей биосферы [4].

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Аллер Л. Распространенность химических элементов. М., ИЛ, 1963.
2. Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., «Наука», 1965.
3. Виноградов А. П. Технический прогресс и защита биосферы. — Вестн. АН СССР, 1973, 9.
4. Камшилов М. М. Эволюция биосферы. М., «Наука», 1974.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Н. Н. Гусева

### ОСОБЕННОСТИ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1972 г.

Регулярными наблюдениями на Куйбышевском водохранилище установлено, что его гидрохимический режим относительно стабилизировался, но несколько изменяется по годам в зависимости от гидрометеорологических факторов. В летний период 1972 г. для европейской части СССР было характерно длительное стационарирование антициклона с сухой и жаркой погодой, не наблюдавшейся в течение 100 лет.

В 1972 г. при проведении ежемесячных стандартных рейсов пробы воды отбирались на 12 станциях, характеризующих все основные участки водохранилища. Анализ проводился по общепринятой методике с определением концентрации основных форм биогенных веществ при помощи ФЭК-56.

Вследствие холодной и затяжной весны пик паводка был сдвинут на июнь. Сравнительно высокий уровень воды, близкий к НПУ, в течение всего лета поддерживался значительным притоком камских вод, составивших 66 % по отношению к общему годовому объему. Осенью в связи с интенсивной сработкой воды уровень оказался наиболее низким за последние годы.

Температурный режим водохранилища характеризовался необычно высоким прогревом воды в летний период (до 29.9° в Ундорском плёсе) и ярко выраженной температурной стратификацией с разницей по горизонтам до 10—12°.

Наиболее высокое содержание биогенных и органических веществ наблюдалось в период весеннего паводка и осенью при резком снижении уровня воды; летом (июль—август) их величины оказались минимальными (см. таблицу).

Высокое содержание нитратов, общего железа, кремния, а также увеличение перманганатной и бихроматной окисляемости в весенне-летний период 1972 г. обусловлено повышенным притоком камских вод, характеризующихся высокой концентрацией биогенных и органических веществ. Это согласуется с данными предыдущих исследований [1].

В летне-осенний период выявилась взаимосвязь динамики биогенных веществ с развитием водорослей. Во время интенсивного «цветения» воды содержание биогенных веществ снизилось до минимума, а в период отмирания планктона увеличилось. Это было заметно в отношении нитратов, нитритов и фосфатов, особенно в верхней и средней частях водохранилища. В отношении других биогенов (кремний, аммонийный азот, общее железо) аналогичные изменения наблюдались в менее выраженной форме. В связи со штилевой погодой и слабым водообменом концентрация биогенных веществ в придонных горизонтах была примерно в 1.5—3 раза выше, чем в поверхностных.

Максимальное насыщение воды кислородом отмечено в июле в Волго-Камском, Ундорском, Ульяновском плёсах и в Черемшанском заливе, где был наиболее высокий прогрев воды (см. рисунок). По визуальным данным, здесь интенсивно развивался фитопланктон. Наблюдалась кислородная стратификация с сильным пересыщением воды кислородом в фотогенном слое до 19.9 мг/л, или 244 % насыщения (Ундорский плёс) и снижением его содержания в придонных горизонтах до 2.9 мг/л. Отмечены также изменения в содержании свободной углекислоты и pH.

В августе с понижением интенсивности фотосинтеза концентрация кислорода на этих участках снизилась, но была выше 100 % насыщения, как и на всех других участках водохранилища, где фитопланктон развивался более или менее равномерно. Наимень-

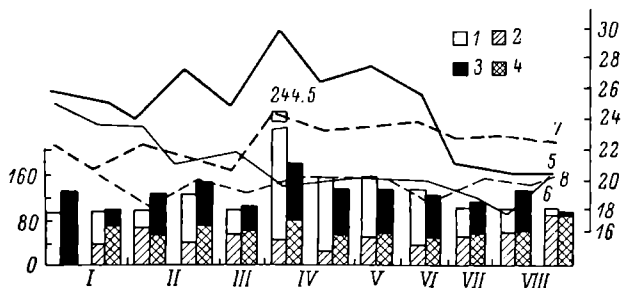
Гидрохимические показатели воды Куйбышевского водохранилища в 1972 г. (средние величины)

| Месяц                   | Температура воды, °С | Прозрачность, м | Плотность, г/см³ | pH           | O₂           |                  | Азот (N), мг/л |                |              |                | Р минеральный, мг/л | Fe общий, мг/л | Sl, мг/л   | Окисляемость, мг О₂/л |               |
|-------------------------|----------------------|-----------------|------------------|--------------|--------------|------------------|----------------|----------------|--------------|----------------|---------------------|----------------|------------|-----------------------|---------------|
|                         |                      |                 |                  |              | мг/л         | % насыще-<br>ния | нитратный      | нитритный      | аммонийный   | N              |                     |                |            | перманганатная        | биохимическая |
| V                       | 14.5<br>14.5         | 0.5<br>—        | 34<br>33         | 7.58<br>7.59 | 10.2<br>9.9  | 91.4<br>88.6     | 0.48<br>0.48   | 0.027<br>0.033 | 0.03<br>0.03 | 0.537<br>0.543 | 0.019<br>0.022      | 0.025<br>0.037 | 1.7<br>1.7 | 8.5<br>8.3            | 38.2<br>36.8  |
| VI                      | 16.7<br>16.2         | 0.9<br>—        | 34<br>33         | 7.77<br>7.73 | 9.2<br>8.7   | 91.5<br>86.3     | 0.38<br>0.35   | 0.005<br>0.004 | 0.04<br>0.04 | 0.425<br>0.394 | 0.015<br>0.019      | 0.066<br>0.064 | 1.9<br>2.1 | 9.8<br>9.8            | 34.5<br>30.7  |
| VII                     | 24.7<br>21.0         | 0.9<br>—        | 32<br>33         | 8.2<br>8.2   | 9.6<br>5.3   | 119.3<br>57.3    | 0.41<br>0.25   | 0.012<br>0.006 | 0.03<br>0.03 | 0.152<br>0.306 | 0.012<br>0.021      | 0.080<br>0.075 | 1.2<br>1.8 | 9.5<br>9.6            | 31.0<br>31.8  |
| VIII                    | 22.6<br>19.4         | 1.1<br>—        | 29<br>28         | 8.27<br>7.7  | 10.6<br>6.9  | 117.9<br>69.8    | 0.04<br>0.04   | 0.004<br>0.002 | 0.02<br>0.02 | 0.064<br>0.062 | 0.006<br>0.021      | 0.040<br>0.036 | 1.1<br>1.3 | 8.5<br>7.7            | 28.1<br>27.5  |
| IX                      | 20.4<br>18.6         | 1.0<br>—        | 45<br>38         | 7.90<br>7.71 | 7.3<br>7.2   | 72.2<br>75.5     | 0.13<br>0.12   | 0.010<br>0.021 | 0.03<br>0.03 | 0.170<br>0.171 | 0.007<br>0.016      | 0.027<br>0.064 | 1.1<br>1.0 | 9.4<br>9.3            | 36.3<br>38.3  |
| X                       | 9.4<br>9.5           | 0.6<br>—        | 30<br>29         | 7.97<br>7.97 | 10.5<br>10.3 | 91.7<br>87.0     | 0.25<br>0.28   | 0.003<br>0.002 | 0.02<br>0.02 | 0.273<br>0.302 | 0.017<br>0.018      | 0.060<br>0.077 | 1.6<br>1.8 | 9.4<br>9.3            | 25.5<br>27.0  |
| Среднее за<br>год . . . | 17.5                 |                 | 33               | 7.9          | 9.6          | 99.2             | 0.23           | 0.012          | 0.03         | 0.27           | 0.012               | 0.050          | 1.4        | 9.1                   | 31.4          |

Примечание. В числителе — поверхность, в знаменателе — дно.

шее содержание кислорода (в среднем 7.3 мг/л или 72.2%) на фоне увеличения количества свободной углекислоты (5.9 мг/л), отмеченное осенью, связано с отмиранием планктонных организмов.

Сезонные изменения перманганатной и бихроматной окисляемости были несколько иными. Высокая величина перманганатной окисляемости наблюдалась в течение всего периода (в среднем 8.5—9.8 мг/л). Весной и летом высокие показатели ее на отдельных станциях (до 12.2 мг О/л) поддерживались продолжительным притоком паводковых вод со значительным содержанием органи-



Изменение содержания кислорода и температуры воды Куйбышевского водохранилища летом 1972 г.

Изменение содержания кислорода: 1 — в июле у поверхности, 2 — в июле у дна, 3 — в августе у поверхности, 4 — в августе у дна.

Изменение температуры: 5 — в июле у поверхности, 6 — в июле у дна, 7 — в августе у поверхности, 8 — в августе у дна.

По оси ординат: слева — кислород, % насыщения, справа — температура, °C; по оси абсцисс — плёсы: I — Волжский, II — Волго-Камский, III — Тетюшский, IV — Ундорский, V — Ульяновский, VI — Черемшанский, VII — Новодевиченский, VIII — Приплотинный.

ческих веществ, а осенью — за счет легкорастворимой фракции органического вещества отмершего планктона. Высокая величина бихроматной окисляемости в этот период отмечалась главным образом в средней части водохранилища, где на некоторых станциях она достигала 50.9 мг/л.

Величины отдельных гидрохимических показателей в 1972 г. заметно отличались от таковых предыдущих лет. Особенно это сказалось на содержании биогенных веществ. Так, среднегодовое содержание фосфатов и аммонийного азота в 1972 г. было примерно в 2—3 раза ниже, чем в 1961 и 1966 гг., а содержание общего железа и кремния — в 1.5 раза.

Можно полагать, что низкое содержание минеральных форм биогенных веществ в 1972 г. является результатом более интенсивного развития водорослей. Об этом свидетельствует также высокое насыщение воды кислородом. В среднем по водохранилищу насыщение составило 99%, в то время как в другие годы не превышало 85—95%. Содержание свободной углекислоты, наоборот, в этом году было ниже в 1.6—1.9 раза.

Отличия окисляемости и цветности воды, выявленные в 1972 г., обусловлены особенностями водного режима.

Оценивая состояние гидрохимического режима Куйбышевского водохранилища в 1972 г., можно полагать, что отличия в содержании растворенных газов, биогенных и органических веществ по сравнению с другими годами определялись факторами биологического порядка в условиях высокого прогрева воды и штилевой погоды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гусева Н. Н. Элементы баланса биогенных веществ в Куйбышевском водохранилище. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1972, 23 (26).

Куйбышевская станция  
Института биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Ю. В. Л а р и о н о в

### ИНТЕНСИВНОСТЬ РАЗЛОЖЕНИЯ ВЗВЕШЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПРИ РАЗНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Проведены опыты по выяснению влияния температуры на интенсивность распада органического вещества фитопланктона и детрита, в котором преобладает стойкое органическое вещество. В экспериментах использованы культура водорослей *Chlorella vulgaris*, а также смешанный фитопланктон и детрит, собранный в водоемах разной степени трофии.

Водоросли и детрит выделяли фильтрацией проб воды через мембранный фильтр № 2 со слоем измельченной двуокиси кремния. Собранную на  $\text{SiO}_2$  взвесь помещали в склянки объемом около 300 мл, наполненные артезианской водой, не содержащей нестойкого органического вещества. После 5 и 20 суток инкубации в темноте при 7, 20, 30° определено БПК и содержание в воде аммиачного азота и азота нитритов. Перед определением остаточного содержания кислорода в воде опытные склянки выдерживались для уравнения температуры воды до комнатной. БПК в артезианской воде с внесенной двуокисью кремния без взвеси не превышало 0.1—0.3 мг  $\text{O}_2$ /л, что составляло до 8% величины БПК в опытах.

На основании результатов определения БПК были рассчитаны величины температурного коэффициента  $Q_{10}$  (табл. 1) по формуле

$$Q_{10} = \frac{\text{Скорость окисления (БПК) при } t^\circ + 10^\circ}{\text{Скорость окисления (БПК) при } t^\circ},$$

где  $t^\circ$  — температура воды в опыте. В интервале температур от 7 до 20°  $Q_{10}$  находили следующим образом:  $Q_{10} = \text{БПК}_{20} / \text{БПК} \cdot \Delta$ , где  $\Delta$  — температурная поправка, которая вводится для приведения разницы температур к 10°.  $\Delta = 10^\circ / t^\circ$ , где  $t^\circ$  — разница температур в опыте.

Температурные коэффициенты  $Q_{10}$  процесса потребления кислорода при разложении органического вещества взвешенных частиц разных водоемов

| Водоем | Фитопланктон   |           |          | Детрит   |           |          |
|--------|--|-----------|----------|--|-----------|----------|
|        | количество фитопланктона, ‰ от общего содержания взвесей | инкубации |          | количество детрита, ‰ от общего содержания взвесей | инкубация |          |
|        |  | 5 суток   | 20 суток |  | 5 суток   | 20 суток |

## Интервал температур 7—20°

|               |       |           |           |        |           |           |
|---------------|-------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|
| оз. Большое   | —     | —         | —         | 60—100 | 2.48—2.90 | 1.90—2.55 |
| оз. Плещеево  | 80    | 2.51      | 2.65      | 70     | 3.07      | 2.51      |
| оз. Неро      | 60—80 | 2.77—4.54 | 2.48      | 50     | 2.50      | 1.68      |
| Рыбинское     | 60—80 | 2.25—3.43 | 2.25—3.22 | 60—100 | 1.94—3.35 | 2.55—4.37 |
| водохранилище |       |           |           |        |           |           |
| Средние       |       | 3.02      | 2.62      |        | 2.72      | 2.22      |
| величины      |       |           |           |        |           |           |

## Интервал температур 20—30°

|               |                 |           |           |                   |           |           |
|---------------|-----------------|-----------|-----------|-------------------|-----------|-----------|
| оз. Большое   | 90—95           | 1.56—1.73 | 1.42—1.45 | «старый»<br>100   | 0.96—1.39 | 1.02—1.06 |
| оз. Плещеево  | 70—95           | 1.31—1.57 | 1.24—1.47 | 90—100            | 1.13—1.32 | 1.01—1.36 |
| оз. Неро      | 60—90           | 1.56—1.59 | 1.28—1.52 | 80—90             | 1.18—1.24 | 1.04—1.08 |
| оз. Онежское  | —               | —         | —         | 80                | 1.16      | 1.14      |
| оз. Ладожское | 80              | 1.61      | 1.24      | —                 | —         | —         |
| оз. Кубенское | 60              | 1.82      | 1.32      | —                 | —         | —         |
| Рыбинское     | 75              | 2.00      | 1.37      | 75—95             | 1.09—1.33 | 1.13—1.50 |
| водохранилище |                 |           |           |                   |           |           |
| Иваньковское  | 65—70           | 1.32—1.44 | 1.38—1.45 | «свежий»<br>80—85 | 1.24—1.31 | 1.16—1.46 |
| водохранилище |                 |           |           | «старый»          | 1.08—1.10 | 1.05—1.10 |
| Опыт          | хлорелла<br>100 | 1.12—1.37 | 1.28—1.37 | »                 |           |           |
| Средние       |                 | 1.55      | 1.36      | 100               | 1.18      | 1.16      |
| величины      |                 |           |           |                   |           |           |

Величины  $Q_{10}$  в опытах по разложению органического вещества взвесей с большим содержанием фитопланктона за 5 и 20 суток в интервале температур 7—20° колеблются соответственно от 2.2 до 4.5 и от 2.2 до 3.2 (табл. 1). Средние значения равны 3.0 и 2.6. Близкие величины  $Q_{10}$  получены в опытах по влиянию температуры на интенсивность распада различных культур водорослей [8], а также при исследовании интенсивности обмена бактерий [5].

Значения температурного коэффициента  $Q_{10}$  процесса разложения органического вещества детрита по данным определения БПК были меньше: в среднем за 5 суток 2.7 и за 20 суток инкуба-



ции 2.2. Намечается тенденция к снижению средних величин  $Q_{10}$  для фитопланктона и детрита во времени. В диапазоне температур 20—30° средние величины  $Q_{10}$  в опытах по разложению взвесей, содержащих значительное количество фитопланктона, за 5 и 20 суток соответственно равны 1.6 и 1.4. В экспериментальных исследованиях распада органического вещества различных культур водорослей при температурах 20—35° получены величины около 1.3 [8].

Интенсивность БПК при разложении органического вещества детрита ниже. Значения  $Q_{10}$  в диапазоне температур от 20 до 30° колеблются на величину около 1.2. Наименьшие значения температурного коэффициента (1.05—1.10) характерны для распада органического вещества «старого» детрита, образовавшегося в результате 8-месячной инкубации в темноте при комнатной температуре «цветущей» воды высокоэвтрофного оз. Неро. По-видимому, различие величин  $Q_{10}$  связано с различным соотношением во взвесах стойкого и нестойкого органического вещества. Согласно определениям БПК, значения температурного коэффициента в водах некоторых рек составляют 1.03—1.05 [9]. Полученные в некоторых наших опытах с детритом относительно высокие величины  $Q_{10}$  обусловлены наличием в нем и лабильных органических остатков. Действительно, в этих случаях разрушенные клетки водорослей сохраняли цвет живых клеток.

Известно, что с ростом температуры средние величины температурного коэффициента уменьшаются в соответствии с кривой Крюга [7]. Эта же закономерность наблюдается и в наших опытах по разложению органического вещества детрита и фитопланктона при температурах 7—20 и 20—30°. Это согласуется с результатами исследований распада органического вещества планктона [8] и метаболизма бактерий [5].

О соотношении между лабильным и стойким органическим веществом во взвесах нередко судят по отношению полного БПК (рассчитанного по  $K_{\text{БПК}}$ ) к кислороду бихроматной окисляемости [1]. Однако в ряде случаев расчет полного БПК по константам потребления кислорода дает сомнительные результаты [4]. В этом плане более верно использовать непосредственно определенные величины БПК за 20 суток. Величина отношения  $\text{БПК}_{20}$  при 20° [2] к кислороду бихроматной окисляемости для «старого» детрита не превышает 10—15%. Повышение температуры в опытах по разложению органического вещества «старого» детрита до 30° практически не меняет этой величины. Для органического вещества взвесей, богатых фитопланктоном, значения этого отношения (для инкубации при 20°) составляют 30—60% [2]. Для проб, инкубированных при 30°, рассчитанная величина отношения  $\text{БПК}_{20}$  к кислороду бихроматной окисляемости может возрастать до 80—90% и выше. Очевидно, это связано с тем, что интенсивное развитие микроорганизмов при 30° способствует более быстрому разложению нестойкого органического вещества.

Определение содержания аммиачного азота и азота нитритов в инкубированных пробах показало, что эти соединения практически не образуются при разложении органического вещества «старого» детрита в условиях температур от 7 до 30°.

Минерализация органического вещества фитопланктона происходит довольно интенсивно как при 20, так и при 30° (табл. 2).

Таблица 2

Результаты минерализации органического вещества фитопланктона

| °C | NH <sub>4</sub> , мг N/л |           | NO <sub>2</sub> , мг N/л |             |
|----|--------------------------|-----------|--------------------------|-------------|
|    | 5 суток                  | 20 суток  | 5 суток                  | 20 суток    |
| 20 | 0.00—0.07                | 0.07—0.38 | 0.000—0.010              | 0.000—0.012 |
| 30 | 0.03—0.17                | 0.05—0.11 | 0.000—0.020              | 0.000—0.014 |

Однако в первые 5 суток накопление NH<sub>4</sub><sup>+</sup> и NO<sub>2</sub><sup>-</sup> происходит быстрее при 30°. При температуре 7° характерна слабая минерализация органического вещества фитопланктона. Содержание NH<sub>4</sub><sup>+</sup> и NO<sub>2</sub><sup>-</sup> в пробах не превышало соответственно 0.01, 0.005 мг N/л.

В результате проведенных экспериментов показано, что при изменении температуры от 7 до 30° величины температурного коэффициента процесса потребления кислорода в случае разложения органического вещества фитопланктона выше, чем для детрита.

Использование биохимического метода оценки лабильности органического вещества взвесей (по БПК и накоплению минеральных соединений азота) более рационально проводить при 28—30°. При таких температурах изучают потенциальную продукцию бактерий для характеристики запаса, доступного бактериям органического вещества в воде [6].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Биологические процессы и самоочищение на загрязненном участке реки. Минск, БГУ, 1973.
2. Париков Ю. В., Скопинцев Б. А. Некоторые показатели лабильного и стойкого органического вещества озер разной степени трофии. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1975, 27.
3. Самнер Д. Б., Сомерс Г. Ф. Химия ферментов и методы их исследования. М., ИЛ, 1948.
4. Скопинцев Б. А., Бакулина А. Г., Мельникова Н. И. Органическое вещество в воде Онежского озера и некоторых водоемов Волго-Балтийского пути летом 1968 г. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1972, 23 (26).
5. Сорокин Ю. И. Экспериментальная оценка влияния давления и температуры на метаболизм микрофлоры глубинных вод океана. — Микробиол. ж., 1969, 38, 5.

6. С о р о к и н Ю. И. Количественная оценка роли бактериопланктона в биологической продуктивности тропических вод Тихого океана. — В кн.: Функционирование пелагических сообществ тропических районов океана. М., «Наука», 1971.
7. С у щ е н я Л. М. Интенсивность дыхания ракообразных. Киев, «Наукова думка», 1972.
8. L e w e l l J. W., M c C a r t y P. L. Aerobic Decomposition of Algae. — Environmental Sci. and Technol., 1971, 5, 10.
9. M o o r e E. W. Long-time biochemical oxygen demands at low temperatures. — Sew. Works Sour., 1941, 13, 5.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

И. М. Б а л о н о в

**РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА РАЗВИТИЕМ  
ФИТОПЛАНКТОНА МОЛОЖСКОГО  
И ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ГЛАВНОГО ПЛЁСА  
РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1968—1972 гг.**

Материалом послужили пробы, собранные в 34 экспедиционных рейсах, проведенных в период открытой воды (с мая по ноябрь) с 1968 по 1972 гг.

За период исследования в планктоне было обнаружено 473 вида, разновидности и формы водорослей, которые в систематическом отношении распределялись следующим образом: синезеленые — 66, золотистые — 54, диатомовые — 136, желтозеленые — 6, пиррофитовые — 23, эвгленовые — 19, зеленые — 169.

Анализ годовой и сезонной периодичности развития фитопланктона показал, что на современном этапе существования Рыбинского водохранилища потамофильный комплекс видов, характерный для незарегулированной реки, сохранился лишь выше с. Харламовского. Фитопланктон этого участка характеризуется полидоминантностью сообщества и представлен типично речными формами. Биомасса даже в периоды максимумов не превышает  $2 \text{ г/м}^3$ . Основную роль в течение всего вегетационного периода играют диатомовые и зеленые водоросли.

В мелководном Восьегонском расширении в весеннем планктоне большое значение имеют золотистые водоросли, однако на протяжении всего вегетационного периода преобладали диатомовые с 2 пиками развития. При этом летнее цветение воды (до  $16 \text{ г/м}^3$ ) обычно превышает осеннее (до  $14 \text{ г/м}^3$ ). Синезеленые водоросли немногочисленны. Даже в наиболее благоприятные для развития годы их биомасса не превышает  $5 \text{ г/м}^3$ .

Пролив у с. Малиновки и расширение у Дарвинского заповедника схожи по физическим характеристикам воды, но резко отли-

чаются составом и сезонной периодичностью развития фитопланктона. Так, у с. Малиновки в течение почти всего вегетационного периода в планктоне доминируют диатомовые водоросли и лишь весьма короткое время (в начале июля) превалируют синезеленые, однако биомасса их не достигала и  $3 \text{ г/м}^3$ . В сезонном аспекте намечаются уже 3 пика, из которых максимальный — осенний (до  $17.8 \text{ г/м}^3$ ).

Расширение у Дарвинского заповедника находится на границе 2 плёсов, Моложского и Главного, и ему присущи черты обоих. Четкий весенний пик развития диатомовых и значительная доля синезеленых в летнем планктоне объединяют эту станцию с западной частью Главного плёса, а мощное летнее (до  $25 \text{ г/м}^3$ ) и осеннее (до  $27 \text{ г/м}^3$ ) цветение диатомей — с Вёсьегонским расширением.

Фитопланктон западной части Главного плёса представлен озерным комплексом видов, и в периоды максимумов становится монодоминантным. В сезонном аспекте развитие водорослей типично 3-вершинное, причем весеннее цветение обычно бывает мощнее летнего и осеннего. Синезеленые водоросли летом нередко преобладают над другими группами, но уже к концу августа обычно сокращают свое обилие. Биомасса их не превышает  $4 \text{ г/м}^3$ .

В центральной части Главного плёса фитопланктон на протяжении всего вегетационного периода обычно беден. Максимальные биомассы отмечались только весной (до  $10.2 \text{ г/м}^3$ ) и осенью (до  $6.8 \text{ г/м}^3$ ). Летний пик невелик и складывается в основном синезелеными, биомасса которых не превышает  $3 \text{ г/м}^3$ .

По данным 5 лет наблюдения можно сказать следующее: фитопланктон обследованной акватории весной представлен в основном такими видами диатомовых, как *Melosira islandica* O. Müll., *M. italica* (Ehr.) Kütz. и *Stephanodiscus binderanus* (Kütz.) Krieg. И только в Вёсьегонском расширении в заметном количестве присутствовали золотистые — *Synura petersenii* Korsch. и *S. spinosa* Korsch.

В летний период, хотя биомасса диатомей и превышала биомассу синезеленых, основной фон создавал *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs. Из диатомовых ему сопутствовали *Melosira italica*, *M. granulata* (Ehr.) Ralfs, *Stephanodiscus subtilis* (V. Goor) A. Cl. и *S. binderanus*, а из синезеленых, кроме того, присутствовали виды родов *Anabaena* и *Microcystis*.

Осенью состав планктона значительно менялся. Прекратилось развитие синезеленых и летних форм диатомей, таких как *Melosira granulata*, *Stephanodiscus subtilis* и др. По всему Моложскому плёсу господствовал *Stephanodiscus binderanus*, составлявший от 45 до 98% биомассы фитопланктона. И только в южной части плёса в значительном количестве развивалась *Melosira islandica*.

Несмотря на то что значительные климатические и гидрологические различия 1968—1972 гг. отразились на колебаниях биомассы (на отдельных станциях в 26 раз), изменения в среднем за

вегетацию для участков не превышали 3 раз, а в целом по исследованной акватории изменялись лишь в 1.6 раза. Столь незначительные различия запаса биомассы характерны для стабилизированных водоемов. Этим подтверждается тот факт, что Рыбинское водохранилище находится в настоящее время в климаксной стадии своего развития (см. таблицу).

Запас биомассы (тыс. т) в Моложском  
и сопредельной ему акватории Главного плёса  
за вегетационный период 1968—1972 гг.

| № участка | Станции | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 |
|-----------|---------|------|------|------|------|------|
| II-1      | 2—3     | 1.47 | 0.47 | —    | 1.02 | 1.14 |
| II-2      | 4—5     | 0.54 | 0.23 | —    | 0.32 | 0.58 |
| IV-4      | 6       | 1.21 | 0.83 | —    | 0.75 | 0.91 |
| IV-2      | 7       | 4.89 | 2.88 | —    | 3.52 | 2.91 |
| IV-2      | 8       | 1.52 | 1.78 | 1.75 | 1.91 | 3.41 |
| Всего     | 2—8     | 9.63 | 6.19 | —    | 7.52 | 8.95 |

Наибольшие колебания биомассы свойственны участкам, расположенным в верховьях плёса, где развит речной фитопланктон. В значительно меньшей степени подвержен влиянию изменяющихся условий фитоценоз озерной части водохранилищ. Поскольку Рыбинское водохранилище является водоемом озерного типа и доля речных участков в нем мала, то влияние их на запас биомассы по акватории весьма незначительно.

Средневзвешенная арифметическая биомасса за вегетационный период 1968—1972 гг., вычисленная как для отдельных систематических отделов водорослей, так и для всего фитопланктона, показывает, что в годы наблюдений исследуемая акватория характеризовалась довольно высокой продуктивностью. Причем Моложский плёс лишь немного богаче по биомассе западной части Главного плёса. Однако в планктоне Моложского плёса несколько больше диатомовых и золотистых, в то время как в западной части Главного плёса значительно чаще встречаются желтозеленые и зеленые водоросли. Сопоставление наших наблюдений с материалами, любезно предоставленными нам Г. В. Кузьминым, показало, что биомасса фитопланктона Моложского плёса значительно превышала биомассу центральной части Главного плёса (1.79 г/м<sup>3</sup>), но была ниже, чем в озерной части Шекснинского (5.16 г/м<sup>3</sup>) и Волжского плёсов (11.2 г/м<sup>3</sup>).

Статистический анализ, проведенный на ЭВМ «Минск-22», выявил, что сопоставление данных по биомассе отдельных групп и всего фитопланктона в целом с количеством биогенных элементов, рН, температурой, прозрачностью, электропроводностью,

окисляемостью и цветностью воды дало достоверную на 95—99% уровнях значимости корреляцию, которая была наиболее высока в озерной и речной частях Моложского плёса (78—98%) и несколько ниже в западной части Главного плёса (64—81%). Однако парная корреляция биомассы фитопланктона с отдельными параметрами среды показала, что связь между ними низкая и в большинстве случаев недостоверная.

Таким образом, по сравнению с первыми годами существования водохранилища синезеленые водоросли развивались в Моложском плёсе и сопредельной с ним части Главного в небольшом количестве и не вызывали опасений. Даже в наиболее благоприятный для развития этой группы водорослей 1972 г. синезеленые существенного цветения воды не вызывали. В составе доминирующих форм этой группы изменений не произошло. Как до образования водохранилища [1] и в первые годы его заполнения [2—4], так и в годы наших наблюдений основной фон летнего планктона создавали виды родов *Aphanizomenon*, *Microcystis* и *Anabaena*.

В составе диатомового планктона, напротив, произошла существенная перестройка. Так, в реке, до образования водохранилища и после его заполнения доминировали *Melosira italica* и *Asterionella formosa* Hass. В годы наших наблюдений массовыми видами диатомей были *Stephanodiscus binderanus*, *S. subtilis*, *Melosira italica*, *M. italica* subsp. *subarctica* O. Müll., *M. islandica*, *M. granulata* и *M. ambigua* (Grun.) O. Müll.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Г р е з е Б. С. О планктоне Шексны, Мологи и Сити. — Тр. Ярослав. естественно-истор. и краевед. об-ва, 1928, 4, 2.
2. Г у с е в а К. А. Фитопланктон Рыбинского водохранилища. (Сезонная динамика и распределение его основных групп). — Тр. биол. ст. «Борок» АН СССР, 1956, 2.
3. К и с е л е в а Е. И. Планктон Рыбинского водохранилища. — Тр. пробл. и темат. совещ. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1954, 2.
4. П р е о б р а ж е н с к а я Е. Н. Состав и распределение планктона в Моложском отроге Рыбинского водохранилища. — Тр. Дарвинск. Гос. заповед., Вологда, 1960, 4, 2.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

## К АВТОМАТИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ О СКЛЕРИТНОЙ СТРУКТУРЕ ЧЕШУИ РЫБ

Известно, что в вариациях расстояний между склери-тами чешуи содержится информация о росте рыб [1, 6—8 и др.]. Одним из способов, позволяющих преобразовать ее к виду, удобному для математического анализа, является непосредственное измерение этих расстояний при сильном увеличении [2, 3, 8]. Однако этот метод обладает рядом недостатков: необходимость сильного увеличения, искажение, возникающее при этом, а при ручной статистической обработке получаемых данных еще и большое число вычислений. Совершенно естественно поэтому стремление к механизации массовых трудоемких операций, автоматизации всего процесса обработки информации.

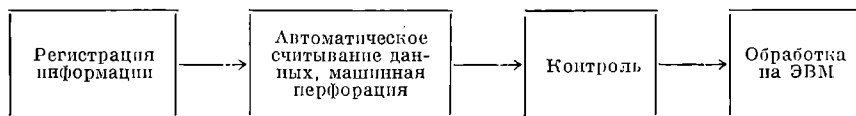
Главным средством механизации в данном случае является ЭВМ, применение которой позволяет резко сократить время вычислений, уменьшить количество ошибок в расчетах, создать предпосылки для принципиального решения некоторых задач [1]. Большое значение имеют и другие технические устройства по подготовке информации для обработки на ЭВМ. Например, при регистрации изменения оптической плотности чешуи в виде графика [1] возникает задача его оцифровки. Преобразование кривых к виду, удобному для ввода в ЭВМ, можно ускорить, используя автоматические преобразователи графиков, которые, однако, налагают на исходные данные некоторое искажение, связанное с дискретизацией кривой [5].

Ниже приводятся результаты статистической обработки данных для 400 рыб, возраст которых определяется путем статистического анализа периодичности роста, зашифрованной в склеритной структуре чешуи [1]. Изменения оптической плотности измерялись микрофотометром G-2 фирмы «Карл Цейсс» (ГДР) и регистрировались компенсационным самописцем типа G4-B1. Кривые изменения оптической плотности чешуи, полученные на бумажной ленте самописца, оцифровывались автоматическим преобразователем графиков Ф009 УЧ.2 — производство Кишиневского завода «Виброприбор». В схеме этого прибора имеется перфоратор ПЛ-80, работающий в режиме ЭВМ «Минск-22».

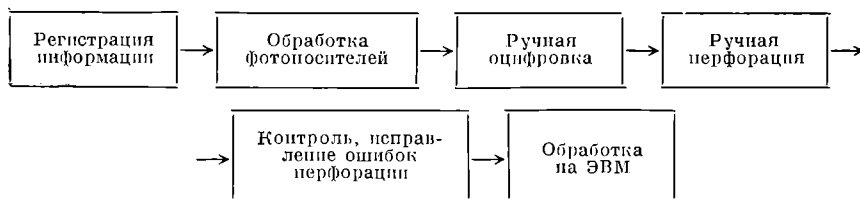
Материал обрабатывался по схемам А и Б. Схемой Б мы пользовались ранее. В отличие от схемы А изменение и регистрация изменений оптической плотности чешуи производились с помощью микрофотометра МФ-4, когда оцифровывались кривые на фото-пленке с помощью измерительного микроскопа МИР-12. Позже нами было сконструировано устройство оцифровки графиков (УОГ-1), связывающее расстояние между пиками кривой с циф-

ровым счетчиком. Однако это не избавляло оператора от регистрации рядов цифр, которые для ввода в ЭВМ перфорируются вручную.

*А*



*Б*



Сопоставление трудоемкостей показало, что время обработки материала по схеме *А* снизилось в 4,6 раза (см. таблицу). При этом предполагалось, что в схеме *Б* обработка фотоносителей, оцифровка графиков и перфорация данных выполняются непрерывно. Однако утомительность указанных операций на практике исключает возможность их непрерывного выполнения, и реальная трудоемкость на этом этапе обработки значительно выше.

Сравнение трудоемкости обработки данных  
для 400 рыб по 2 схемам (*А* и *Б*)

| Операции  | Трудоемкость, часы |       | $\frac{t_B}{t_A}$ |
|---|--------------------|-------|-------------------|
|   | $t_A$              | $t_B$ |                   |
| Регистрация информации . . . . .                                | 50.0               | 50.0  | 1.0               |
| Обработка фотоносителей . . . . .                               | —                  | 44.0  | —                 |
| Оцифровка . . . . .   | 13.3               | 259.0 | 22.8              |
| Перфорация . . . . .  | —                  | 45.0  | —                 |
| Контроль, исправление ошибок перфорации . . . . .               | 3.3                | 25.6  | 7.8               |
| Обработка на ЭВМ «Минск-22» (спектрально-корреляционный анализ) | 29.2               | 20.0  | 0.7               |
| Итого . . . . .   | 95.8               | 443.6 | 4.6               |

Основное преимущество схемы *А* заключается в автоматизации всего процесса. Известно, что в качестве показателя степени механизации обработки информации берется отношение машинного времени к общему [4]. Чем ближе этот коэффициент к единице,



тем выше степень механизации. В нашем примере для схемы *В* он равен 0.16, а для схемы *А* — 1.

Одно из главных условий применения схемы *А* — соответствие исходных кривых (графическая регистрация самописца) техническим характеристикам автоматического преобразователя графиков. Использование Ф009 УЧ.2 создает определенные ограничения, в частности угол наклона линий кривой не должен превышать 85°. Этим прибором считываются не только экстремальные значения исследуемой кривой, а и совокупность ее координат в соответствии с заданным шагом квантования, что является причиной увеличения времени обработки на ЭВМ по схеме *А*.

Однако это дает возможность анализировать более полную информацию о росте рыб по склеритной структуре чешуи. Конструкция микрофотометра G-2 и самописца G1-B1 позволяет в значительном диапазоне изменять характер записи первичной информации. Наш материал записывался с наклоном линий 70—80°, при этом с помощью Ф009 УЧ.2 производилась оцифровка, практически не искажившая исходной информации (коэффициент корреляции при ручной оцифровке с использованием этого преобразователя равен 0.99). Кривая считывалась при шаге квантования 0.8 мм. Естественно, погрешность еще больше снизилась бы при меньшем шаге (он может меняться от 0.1 до 3.2 мм), но при этом значительно возрастает объем информации, поступающей на ЭВМ.

Таким образом, применение преобразователя графиков Ф009 УЧ.2 позволяет автоматизировать наиболее трудоемкие операции и тем самым значительно ускорить процесс обработки информации о склеритной структуре чешуи рыб.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гончаров А. И., Сметанин М. М. Способ объективного определения возраста и изучения роста рыб по чешуе. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1974, 22.
2. Крогнус Ф. В. О различных типах чешуи красной в бассейне Камчатки и времени образования годового кольца. — Изв. ТИНРО, 1970, 74.
3. Куликова Я. И. Структура чешуи кеты и характер роста различных стад. — Изв. ТИНРО, 1970, 74.
4. Куценко С. П. Организация и планирование работы машинносчетных станций и вычислительных центров. М., «Статистика», 1969.
5. Петренко А. И. Автоматический ввод графиков в электронные вычислительные машины. М., «Энергия», 1968.
6. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М., «Пищевая промышленность», 1966.
7. Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М., Изд-во АН СССР, 1959.
8. Winge O. On the value of the rings the scales of the cod as a means of age determination. Meddelels. Fr. Comm. F. Havundersog, 1915, 4.

## АКСЕЛЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ВОЛНЕНИЯ

Волнение оказывает значительное воздействие на гидро-биологические процессы во внутренних водоемах. Механизм возникновения этого явления представляет теоретический и практический интерес. Эти исследования должны базироваться на большом экспериментальном материале по характеристикам волнения, который может быть получен с помощью специальной измерительной аппаратуры. В настоящее время разработаны и применяются различные типы приборов для определения параметров волнения. Наибольшее распространение получила измерительная аппаратура, основанная на следующих принципах.

1. Непосредственное отслеживание за траекторией движения поверхности воды с помощью поплавка с последующей регистрацией траектории на механический самописец. Этот принцип, в частности, заложен в основу поплавкового регистратора цунами типа ГМ-23-1 [3]. Приборы, основанные на этом принципе, пригодны лишь для стационарных условий и не пригодны для судовых.

2. Определение параметров волнения по изменению гидростатического давления, воздействующего на датчик, погруженный на определенную глубину — например, судовой волнограф типа ГМ-16 [3]. Способ достаточно точный, но сложный в практическом применении.

3. Характеристики волнения находятся по изменению атмосферного давления, воздействующего на прибор, укрепленный на поплавке, следящем за волнением — волнограф Шулейкина [2].

Прибор обладает низкой чувствительностью, в результате измерений необходимо вносить многочисленные поправки.

Институтом биологии внутренних вод АН СССР разработан и изготовлен датчик волнения акселерометрического типа. Известно, что при наличии волнения предмет, находящийся на поверхности воды, подвергается воздействию переменного ускорения (перегрузки), величина которого вполне определенно и однозначно характеризует параметры волнения. Если измерить и зарегистрировать изменение ускорения по времени, то можно тем самым определить и параметры волнения: частоту колебаний (период), амплитуду колебаний ускорения, форму волны. Когда требуется определить высоту волны, то это нетрудно выполнить двойным интегрированием кривой изменения ускорения по времени.

Принципиальная схема датчика волнения акселерометрического типа показана на рис. 1. Он состоит из пенопластового поплавка 1, груза 2, эластичных строп 3, индуктивного преобразователя 4. Пенопластовый поплавок следует за вертикальными колебаниями поверхностного слоя воды и воспринимает воздействие вертикальных ускорений, возникающих при волнении. Груз, закрепленный на 8 гибких стропах, служит для придания устойчивости поплавку в вертикальном направлении. Воспринимаемое поплавом ускорение с помощью индуктивного преобразователя с сейсмической массой, широко применяемого в виromетрии [1], преобразуется в электрический

сигнал, который после усилителя 5 регистрируется на фотоленте светолучевого осциллографа 6 в виде непрерывной линии записи ускорения по времени. Датчик соединяется с усилителем электрическими проводами, которые поддерживаются вблизи поверхности воды небольшими пенопластовыми поплавками.

Датчик обладает высокими динамическими свойствами: его полоса равномерного пропускания частот составляет 0—200 гц. Учитывая, что волнение на внутренних водоемах является сравнительно низкочастотным процессом (единицы гц), можно сделать вывод о том, что в результате измерений динамические искажения практически не вносятся. Это очень важно, так как отпадает необходимость в проведении динамической тарировки аппаратуры, и результаты измерений могут быть расшифрованы по обычной статической тарировочной кривой без учета динамических характеристик измерительной системы.

Датчик волнения в комплексе с усилителем виброаппаратуры конструкции В. А. Шмелева и светолучевым осциллографом

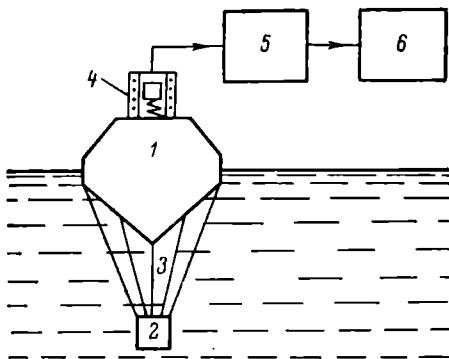


Рис. 1. Принципиальная схема акселерометрического датчика волнения (объяснение в тексте).

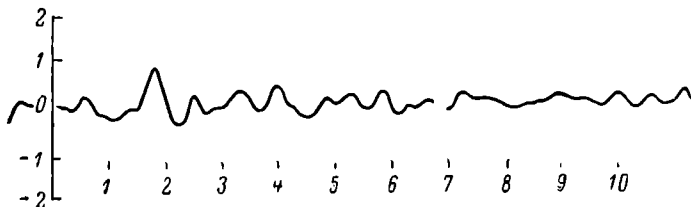


Рис. 2. Образец записи параметров волнения.

По оси ординат — перегрузка, ед.; по оси абсцисс — время, сек.

К12-21 был испытан в натурных условиях на Рыбинском водохранилище. Испытания показали удовлетворительные результаты. На образце записи (рис. 2) видно, что осциллограмма вертикальных ускорений достаточно четко характеризует параметры волны. При волнении в 3—4 балла максимальная перегрузка зарегистрирована в 0.9 ед. Таким образом, акселерометрический датчик волнения может найти широкое применение при гидрологических исследованиях на внутренних водоемах как в стационарных, так и в судовых условиях.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. И о р и ш Ю. И. Виброметрия. М., Гос. н.-техн. изд-во машиностр. литературы, 1963.
2. С н е ж и н с к и й В. А. Практическая океанография. Л., Гидрометеопиздат, 1951.
3. Справочник по гидрометеорологическим приборам и установкам. Л. Гидрометеопиздат, 1971.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

В. С. Сметанич. Водохранилища СССР. (Обзор и анализ научно-технической литературы). Географическое общество СССР при Академии наук СССР. Московский филиал, 105 с., М., 1974.

Рукопись капитального труда В. С. Сметанича «Аннотированный библиографический указатель литературы по водохранилищам СССР» хранится в фондах Государственной публичной библиотеки им. В. И. Ленина. В указателе учтена литература, изданная до января 1973 г. — всего 15 974 работы. Книга «Водоохранилища СССР», изданная Московским филиалом ВГО, обзор и анализ этой литературы.

Над проблемами проектирования, эксплуатации и разностороннего изучения водохранилищ в нашей стране работают сотни различных организаций. Накоплен огромный ценный материал, разработаны многие теоретические вопросы и обоснования проектов. Своевременная публикация этих работ может быть полезна при решении ряда задач и помочь избежать ошибки первых лет гидростроительства. К сожалению, большинство подобных публикаций нередко печаталось в различных изданиях малыми тиражами и оставалось труднодоступными даже специалистам. За почти полувековой период интенсивного гидротехнического строительства (с 1927 г.) было издано только 27 библиографических указателей литературы о водохранилищах, некоторые из них — по отдельным узким вопросам.

Учет и анализ литературы, проведенные В. С. Сметаничем, показали, что статьи о водохранилищах печатаются в сотне издаваемых в СССР периодических изданиях — в журналах, бюллетенях, в трудах различных научно-исследовательских учреждений, в ученых записках высших учебных заведений и т. д.

Книга «Водоохранилища СССР» состоит из 3 глав: «Водоохранилища СССР и проблемы их создания и эксплуатации», «Научно-техническая литература по вопросам проектирования, подготовки, эксплуатации и изучения водохранилищ СССР» и «Важнейшие направления перспективных теоретических и прикладных исследований». Кроме того, приведены библиографический список основных опубликованных работ по водохранилищам — монографий, статей в периодических изданиях, автореферетов диссертаций — всего 1000 названий; тематический указатель приведенной литературы; указатель важнейших водохранилищ СССР и работы

по каждому из них; список совещаний и конференций, в материалах которых содержатся работы по водохранилищам с указанием места и времени проведения и данных по опубликованным материалам.

В первой главе приведен краткий обзор современного гидростроительства в СССР, его роли в народном хозяйстве. К 1973 г. создано 148 водохранилищ с полезным объемом свыше 100 млн/м<sup>3</sup> каждое, с общей площадью 116 000 км<sup>2</sup>, регулирующих 10% всего поверхностного стока страны. В дальнейшем площадь их увеличится почти вдвое, достигнув 220—260 км<sup>2</sup>, а поверхностный сток будет зарегулирован на 25—30%.

Вторая, наиболее обширная, глава содержит краткую информацию о книгах и периодических изданиях, публикующих работы по интересующему нас вопросу, а также список научно-исследовательских и проектных учреждений, их издающих. Приведенные научные публикации сгруппированы по тематике, изученности отдельных водохранилищ и зарегулированных озер. При распределении опубликованных работ по тематике автор столкнулся с отсутствием бесспорных критериев и общепринятой рубрикации в библиотечных классификационных таблицах по теме, что привело к некоторой условности принятой им рубрикации. Наибольшее количество работ относится к гидробиологическому, гидрологическому и гидрохимическому режимам водохранилищ. На долю этих публикаций приходится 75%, а 25% включают все издания научно-технической литературы о водохранилищах с их многообразными проблемами.

При анализе литературы по отдельным водохранилищам и их каскадам учитывались только те, о которых имеется не менее 10 печатных работ, причем в них приведены основные технико-экономические параметры или рассматриваются частные вопросы. Интересен учет литературы по каскадам и ее распределение:

| Каскады                     | Количество работ |
|-----------------------------|------------------|
| Волжско-Камский . . . . .   | 5708             |
| Днепровский . . . . .       | 1755             |
| Ангаро-Енисейский . . . . . | 877              |
| Обь-Иртышский . . . . .     | 779              |
| Сыр-Дарьинский . . . . .    | 262              |

Как видно из приведенных данных, подавляющее большинство работ относится к европейской части СССР (7463), в том числе только по Куйбышевскому водохранилищу насчитывается 1922 работы, по Рыбинскому — 1561 и т. п. По водохранилищам Сибири, Дальнего Востока и Средней Азии учтено всего 1932 работы. Среди 8975 работ по каскадам немного публикаций комплексного характера. Большинство их — фактические данные по отдельным вопросам изучения водохранилищ, расположенных на каскаде. Работы такого профиля могут быть полезны в будущем при создании сводных комплексных исследований.

Третья глава книги посвящена перечню проблем, связанных с развитием гидротехнического строительства в СССР в обозримой перспективе.

В заключение надо отметить некоторые недочеты. Отбор работ, включенных в число «основных», довольно спорный. Особенно это относится к публикациям работ по биологии. Очевидно, автор не смог просмотреть все 1000 изданий, поэтому приходилось ориентироваться на заглавия книг или статей. В результате в список попали небольшие, второстепенного значения работы, но не включены более значительные и желательные для популяризации.

В списке встречаются опечатки и несоответствие нумерации публикаций ссылкам на них в тексте. Эти и некоторые редакционные неточности легко устранимы при переиздании полезной справочно-информационной книги В. С. Сметанича, тираж которой 500 экз. явно недостаточен.

*Н. А. Лиманова*

|   |   |
|---|---|
| Первая конференция молодых ученых Института биологии внутренних вод АН СССР (В. Г. Десяткин) . . . . .                | 3 |
| Конференция «Волга-2» (В. И. Романенко) . . . . .   | 4 |
| Второй симпозиум по влиянию тепловых электростанций на гидрологию и биологию водоемов (Ф. Д. Мордухай-Болтовской) . . | 5 |

СООБЩЕНИЯ

|   |    |
|---|----|
| А. Н. Дзюбан. Численность, размножение и продукция биомассы бактерий в воде Саратовского водохранилища в 1972 г. . . . .  | 7  |
| Г. Я. Калмыкова, М. Ф. Лазарева, Ц. И. Роговская. Способность биоцепоза пла и отдельных культур, адаптированных к гептанолу, развиваться на веществах, относящихся к различным классам соединений . . . . . | 10 |
| Ц. И. Роговская, М. Ф. Лазарева, Г. Я. Калмыкова, Г. П. Харитопова. Деструкция гептанола микроорганизмами активного пла . . . . .   | 14 |
| У П. П. Уморин. К расчету скорости выедания бактерий в экспериментальных условиях . . . . .   | 17 |
| А. В. Гончарова. Влияние фенола на синезеленые водоросли <i>Oscillatoria splendida</i> Grew. . . . .  | 19 |
| Ф. Д. Мордухай-Болтовской, В. Н. Столбунова, И. К. Ривьер. О нахождении <i>Moina brachiata</i> (Jurine 1820) и <i>M. micrura</i> (Kurz 1874) в Рыбинском водохранилище . . . . .                            | 21 |
| Т. М. Владимирова. Продукция зоопланктона Рыбинского водохранилища в 1968—1970 гг. . . . .  | 26 |
| Н. А. Дзюбан, С. П. Кузнецова. Особенности формирования и распределения зоопланктона Саратовского водохранилища . . . . .   | 28 |
| А. П. Павлютин, А. П. Остапеня. Удельные скорости накопления углерода озерным планктоном при питании живой и мертвой пищей . . . . .  | 31 |
| В. Н. Столбунова, И. К. Ривьер, М. Л. Пидгайко. Новые для Ивановского водохранилища виды планктонных <i>Cladocera</i> . . . . .   | 33 |
| Е. С. Величко. Предварительные данные по микрозообентосу Ивановского водохранилища . . . . .  | 36 |
| Б. А. Вайнштейн. Новый вид полуводяного клеща рода <i>Homocaligus</i> ( <i>Homocaligidae</i> , <i>Acariformes</i> ) . . . . .   | 40 |
| М. П. Бойцов, Ю. И. Никаноров. О численности молоди судака в Ивановском водохранилище . . . . .   | 42 |
| С. Н. Половкова. Пищевые рационы и кормовой коэффициент снетка Рыбинского водохранилища . . . . .   | 45 |
| М. М. Камшилов. Молекулярный аспект загрязнения биосферы . . . . .  | 48 |
| Н. Н. Гусева. Особенности гидрохимического режима Куйбышевского водохранилища в 1972 г. . . . .   | 49 |
| Ю. В. Ларионов. Интенсивность разложения взвешенного органического вещества при разной температуре . . . . .  | 53 |
| И. М. Балонов. Результаты наблюдений за развитием фитопланктона Моложского и западной части Главного плёса Рыбинского водохранилища в 1968—1972 гг. . . . .   | 57 |
| Т. Л. Сметанина, М. М. Сметанин, А. И. Гончаров. К автоматизации обработки информации о склеритной структуре чешуи рыб . . . . .  | 61 |



|   |    |
|---|----|
| А. М. С м и р н о в, М. Д. И с а е в. Акселерометрический датчик волнения . . . . . | 64 |
|---|----|

#### РЕЦЕНЗИИ

|  |    |
|--|----|
| В. С. С м е т а н и ч. Водохранилища СССР. (Обзор и анализ научно-технической литературы). Географическое общество СССР при Академии наук СССР. Московский филиал, 105 с., М., 1974 (Н. А. Лиманова) . . . . . | 67 |
|--|----|

---

# CONTENTS

## INFORMATIONS

|   | Page |
|---|------|
| On the conference of young scientists of the Institute of Biology of Inland Waters (V. G. Devyatkin) . . . . .                                  | 3    |
| The conference «Volga-2» (V. I. Romanenko) . . . . .  | 4    |
| The second symposium on the influence of thermal power stations on hydrology and biology of water bodies (F. D. Mordukhai-Boltovskoi) . . . . . | 5    |

## ARTICLES

|  |    |
|--|----|
| A. N. Dzūban. Abundance, multiplication and production of bacteria in the Saratovskoe reservoir in 1972 . . . . .  | 7  |
| G. Ya. Kalmykova, M. F. Lazareva, Ts. I. Rogovskaya. The ability of mud biocenosis and separate cultures adapted to heptanol to develop on substances of various classes . . .       | 10 |
| Ts. I. Rogovskaya, M. F. Lazareva, G. Ya. Kalmykova, G. P. Kharitonova. Destruction of heptanol by microorganisms of activated sludge . . . . .                                      | 14 |
| P. P. Umorin. On the estimate of the rate of predation of bacteria under experimental conditions . . . . .   | 17 |
| A. V. Goncharova. The influence of phenol on blue-green alga <i>Oscillatoria splendida</i> Grew. . . . .   | 19 |
| F. D. Mordukhai-Boltovskoi, V. N. Stolbunova, I. K. Rivier. On the occurrence of <i>Moina brachiata</i> (Jurine 1820) and <i>M. micrura</i> (Kurz 1874) in the Rybinsk reservoir . . | 21 |
| T. M. Vladimirova. Production of the zooplankton of the Rybinsk reservoir in 1968—1970 . . . . .   | 26 |
| N. A. Dzūban, S. P. Kuznetsova. Peculiarities of formations of the zooplankton of the Saratovskoe reservoir . . . . .  | 28 |
| A. P. Pavlyutin, A. P. Ostapenya. Specific rate of carbon assimilation by lake plankton when feeding on living and dead food . . . . .   | 31 |
| V. N. Stolbunova, I. K. Rivier, M. L. Pidgaiko. New planktonic <i>Cladocera</i> of the Ivankovskoe reservoir . . . . .   | 33 |
| E. S. Velichko. Preliminary data on the microbenthos of the Ivankovskoe reservoir . . . . .  | 36 |
| B. A. Vainstein. A new species of semiaquatic mite of the genus <i>Homocaligus</i> ( <i>Homocaligidae</i> , <i>Acariformis</i> ) . . . . .   | 40 |
| M. P. Boitsov, Ju. I. Nikanorov. On the abundance of the young of the zander in the Ivankovskoe reservoir . . . . .  | 42 |
| S. N. Polovkova. Food coefficient and rations of the smelt in the Rybinsk reservoir . . . . .  | 45 |
| M. M. Kamshilov. Molecular aspects of the biosphere pollution . . . . .  | 48 |
| N. N. Guseva. Peculiarities of the hydrochemical regime of the Kuibyshevskoe reservoir in 1972 . . . . .   | 49 |
| Yu. V. Laronov. The intensity of decomposition of organic matter at different temperatures . . . . .   | 53 |
| I. M. Balonov. The results of observations of the phytoplankton development in the Molozhski and main parts of Rybinskoe reservoir in 1968—1972 . . . . .                            | 57 |
| T. A. Smetanina, M. M. Smetanin, A. I. Goncharov. On the automatization of elaboration of information about the sclerite structure of fish scales . . . . .                          | 61 |
| A. M. Smirnov, M. D. Isaev. Accelerometric feeler of agitation . . . . .   | 64 |

## REGENSIONS

|  |    |
|--|----|
| V. C. Smetanich. The USSR reservoirs. (Review and analysis of scientific and technical literature). The geographic society of the USSR. Ac. Sci. USSR. The Moscow branch. 105 p., 1974 ( <i>H. A. Limanova</i> ) . . . . . | 67 |
|--|----|