

06

ИБВВ

АКАДЕМИЯ  
НАУК  
СССР

**БИОЛОГИЯ  
ВНУТРЕННИХ  
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

27

32.194<sub>7</sub>

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

# БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ  
№ 27



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
Ленинград • 1975

**Редакционная коллегия:**

*Н. В. Буторин* (главный редактор), *Б. А. Вайнштейн*,  
*М. М. Камшилов*, *А. В. Монаков* (ответственный за выпуск),  
*Ф. Д. Мордухай-Болтовской*, *А. Г. Поддубный*,  
*В. И. Романенко*, *В. А. Экзерцев*

**Б**  $\frac{21009-579}{055 (02)-75}$  **Без объявления**

Институт биологии  
© внутренних вод АН СССР, 1975

## НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ

В Научном совете «Комплексное использование и охрана водных ресурсов» Государственного комитета по науке и технике при Совете Министров СССР создан ряд секций и комиссий, одна из которых — секция водохранилищ.

Анализ современного использования искусственных водоемов народным хозяйством показывает, что потенциальные возможности их велики, однако реализуются они далеко не полностью. В связи с этим основное внимание в работе секции водохранилищ в 1973 г. уделялось изысканию путей более эффективного их использования. Важное значение при этом приобретает разработка методов экономической оценки отрицательных последствий создания искусственных водоемов и вопросы их рекреации. Рассмотрение на заседании секции данного круга вопросов показало, что уже сейчас рядом институтов выполнены исследования по экономической оценке последствий ухудшения качества воды в водохранилищах Днепровского каскада и разработаны мероприятия по борьбе с избыточным цветением. Начато изучение последствий теплового загрязнения водохранилищ различного типа. Оценены ущербы рыбному хозяйству в результате создания каскада водохранилищ и проанализированы вопросы повышения эффективности их рекреационного использования. Наиболее важной задачей исследования в этой области следует считать усовершенствование методов определения затрат по строительству водохранилищ, которые учитывали бы последствия их создания в народном хозяйстве и окружающей природной среде и в первую очередь возможные изменения качества воды.

При рассмотрении вопросов по состоянию и развитию исследований водохранилищ бассейнов Волги, Камы и сибирских рек, было отмечено, что за последние 20—25 лет научными учреждениями изучены гидролого-гидрохимический и гидробиологический режимы, флора, фауна и рыбное хозяйство, выяснены особенности

трофических связей и круговорота веществ, показана роль поступающего с берегов и побережья аллохтонного органического вещества для биологической продуктивности искусственных водоемов. На основании исследований прибрежной зоны водохранилищ Волжского каскада установлено, что защищенное побережье, несмотря на периодическое осушение, наиболее продуктивно за счет использования организмами органического вещества развивающейся здесь водной растительности. Заращение волжских водохранилищ, за исключением Иваньковского, незначительно, биологическая продуктивность их низка.

При обсуждении докладов отмечалось, что имеющиеся материалы уже сейчас дают возможность сделать некоторые обобщения по комплексному использованию водохранилищ. В то же время изолированность работ, недостаточная координация между исследованиями приводят к отсутствию монографий по отдельным крупным объектам или бассейнам, отвечающих поставленным задачам.

На одном из заседаний секции большое внимание было уделено обсуждению основных направлений научных работ в области создания и комплексного использования водохранилищ на перспективу, а также принципам оптимизации режима их эксплуатации и состоянию работ по пересмотру правил использования водных ресурсов. Под режимом эксплуатации понималось регулирование стока при запланированном развитии различных компонентов водохозяйственных комплексов, сформированных на базе водохранилищ с ограниченными водными ресурсами.

В решениях секции отмечается, что наряду с достигнутыми успехами все еще недостаточно выяснены значение прибрежной мелководной зоны для продуктивности, а также влияние подогретых вод ТЭС на некоторые важные биоценозы и сообщества макрофитов водохранилищ с колеблющимся уровнем. Нет ясности в вопросах влияния подогрева на первичную и вторичную продукцию и связи температуры с другими одновременно действующими факторами. Поэтому необходимо дальнейшее усиление работ по изучению соотношения первичной продукции с продукцией высших трофических уровней, а также по изучению основ типологии и районирования водоемов.

В целях определения значения мелководий необходимо продолжить исследования их гидробиологического режима на современном этапе существования водохранилищ, обратить внимание на роль зональных факторов в процессах зарастания мелководий и на значение последних в формировании качества воды.

*А. С. Литвинов*

ОБ ЭКСПЕДИЦИИ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ  
ВНУТРЕННИХ ВОД АН СССР  
И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ГРУППЫ  
ДЕПАРТАМЕНТА ЭКОЛОГИИ ЛЕСА  
ПО ВОДОХРАНИЛИЩАМ КУБЫ

По приглашению Академии наук Кубы для оказания помощи в изучении внутренних водоемов Институт биологии внутренних вод АН СССР с 24 февраля по 31 июля 1973 г. была направлена на Кубу группа сотрудников в составе 5 человек: Поддубный А. Г. (ихтиолог, руководитель группы), Романенко В. И. (микробиолог), Пермитин И. Е. (ихтиолог), Кудрявцев В. М. (микробиолог), Биочино А. А. (ботаник).

Пресноводные гидробиологические исследования на Кубе проводятся в Департаменте экологии леса, который возглавляет инженер Гектор Саге Диас.

На двух экспедиционных машинах — советской и кубинской — были предприняты 4 поездки в различные районы острова и обследованы водоемы 6 провинций: Пинар-дель-Рио, Гавана, Матанзас, Лас-Вильяс, Камагуэй, Орьенте. С кубинской стороны в экспедиции участвовали д-р Хосе Мигель Лариа (зам. директора, ихтиолог, руководитель совместной комплексной экспедиции), д-р Мария Перес Ейрес (гидробиолог), Мария Аврора Пубийонес (микробиолог), Хосе Ортега Вальдес (ботаник), Санчос Уласия, Бенигно Мануэль Гарсиа, Хозе Ортега Ибер.

В настоящее время на Кубе имеется около 400 водохранилищ, основное назначение которых — обеспечение пресной водой крупных населенных пунктов и орошение. При этом учитываются возможности их рыбохозяйственного освоения. Одна из задач экспедиции состояла в изучении данного вопроса.

Площадь большинства водохранилищ Кубы не превышает 5—10 км<sup>2</sup>, а объем 20—30 млн м<sup>3</sup>. Самыми крупными водохранилищами являются Ла Саса (113.5 км<sup>2</sup> площадь и 1020 млн м<sup>3</sup> объем), Анабанилья (18.7 км<sup>2</sup> и 286 млн м<sup>3</sup>), Карлос-Мануэль-де-Сеспедес (200 млн м<sup>3</sup>). По расположению водохранилища разделяются на два типа — равнинные и горные.

Основные исследования были направлены на выяснение интенсивности продуцирования органического вещества фитопланктоном и высшей водной растительностью, скорости микробиологических процессов деструкции органического вещества в воде и донных отложениях, круговорота серы, численности и продукции бактериальной биомассы, состава и количества фитопланктона, зоопланктона, зообентоса, а также состава, роста, питания и состояния ихтиофауны.

Всего тщательным образом было обследовано 13 водохранилищ и 2 озера, одно из которых — Вае де Сан Хуан — меромиктическое: содержание H<sub>2</sub>S в монимолимнеоне достигает 100 мг/л.

Отличительная особенность кубинских водохранилищ — постоянная высокая температура воды, что накладывает основной

отпечаток на интенсивность процессов круговорота веществ. Другая их особенность состоит в том, что большинство мелких водохранилищ в период ливневых дождей настолько сильно промывается, что в них не происходит накопления иловых отложений и бентос беден. Некоторые водохранилища, особенно вновь созданные, подвержены крайне сильному зарастанию эйхорнией и одна из насущных проблем — изыскание способов борьбы с ней. В ряде водохранилищ, особенно при первичном затитии больших масс тропической растительности и при наличии сульфатов (гипсоносные породы), бактериальные процессы редукции протекают так интенсивно, что в иловых отложениях и в воде накапливается в значительных количествах сероводород. В некоторых глубоких водохранилищах ниже слоя температурного скачка нами были обнаружены в значительном количестве какие-то желтые пигменты, по-видимому, каротиноиды.

Процессы фотосинтеза во многих водоемах как бы заглублены, максимум находится чаще всего ниже поверхностного слоя.

По типологии водоемы Кубы резко отличаются от водоемов умеренной полосы СССР и не укладываются в рамки классификации Тинемана и Наумана. Vegetация растительности в них происходит круглый год. В то же время по продукции органического вещества большинство из них скорее подходит к бедным и мезотрофным. Численность бактерий в воде различных водохранилищ колеблется от 1 до 5 млн в 1 мл. Все органические вещества быстро подвергаются бактериальному разрушению, возможно, это одна из причин бедности иловых отложений многих водоемов. В отличие от водохранилищ умеренной полосы из иловых отложений водоемов Кубы скудно росли денитрифицирующие бактерии, что ранее мы наблюдали в СССР лишь в Крыму.

В уловах встречено 14 видов рыб. По численности и ихтиомассе резко преобладают 3 вида: биахака (*Cichlasoma tetracanthus*) — представитель местной островной фауны и 2 вида акклиматизированных центрархид — большеротый и ушастый окуни. В лагунах и сильно заросших участках побережья равнинных водохранилищ достаточно многочисленны популяции нескольких видов гамбузий, лимии и панцирной щуки (*Atractosteus tristechus*). В водохранилищах, находящихся вблизи устьев рек, заходят на нагул морская сельдь — сабало (*Megalos atlanticus*), 2 вида кефали и в массе американский угорь (*Anguilla rostrata*).

Рыбопродуктивность водохранилищ в зависимости от их типа колеблется в широких пределах — от 10 до 100—150 кг/га.

Большинство рыб с порционным икрометанием или живородящие. Выметывается ежегодно не менее 4 порций икры и, по-видимому, с достаточно большим интервалом, в результате чего в водоеме 6—8 месяцев в году одновременно ловится разноразмерная молодь от личинок до подросших сеголетков.

В пище молоди всех рыб и у взрослых ушастых окуней преобладает зообентос и животные зарослевой фауны, встречаются также

водоросли и высшая водная растительность. Биахака — вид со смешанным питанием — от бентосного до чисто хищного. Большеротый окунь крупнее 100 см — типичный хищник. Фауна пелагиали рыбами почти не используется, нет среди местных рыб и настоящих фитофагов.

В последние годы на Кубе предпринимаются попытки вселения в водохранилища карпа, тилапии, белого и черного амура, толстолобика и кефали. Получены первые положительные результаты. По нашим данным, в евтрофных равнинных водохранилищах (например, Химагуаю) карп на 3-м году жизни достигает веса 4—5 кг. Достаточно эффективным средством освоения кормовых ресурсов пелагиали внутренних водоемов острова будет, видимо, выращивание в них кефали дахао. Резкое повышение рыбопродуктивности обеспечит вселение растительноядного белого амура. Высокую ихтиомассу можно получить также и за счет выращивания в водохранилищах угря.

Биопродукционные возможности весьма специфичных водохранилищ Кубы исследованы еще недостаточно. Очевидно, целесообразно проведение на этих водоемах дальнейших работ, результаты которых будут полезными как для науки, так и для практики рыбного хозяйства.

*В. И. Романенко.  
А. Г. Поддубный*



И. Д. Г о л у б е в а

## СООБЩЕСТВА *ТУРНА* *ANGUSTIFOLIA* НА МЕЛКОВОДЬЯХ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Куйбышевское водохранилище было создано в 1957 г. и считается относительно молодым водоемом среди других водохранилищ Волжского каскада. Берега его слабо изрезаны. Большинство заливов, островов и протоков сосредоточено по левому берегу в северной и средней части водоема. Водохранилище сравнительно глубокое. Лишь 16.4% его площади приходится на глубины до 2 м [4].

Изучение процессов зарастания водохранилища высшей водной растительностью было начато с первых лет существования [1, 5, 6]. Флористическое и геоботаническое описания растительных сообществ мелководной зоны проводились и в последующие годы [2, 3]. Ведущие факторы, определяющие процесс зарастания мелководий искусственных водоемов: режим уровня воды, конфигурация береговой полосы, водная и ветровая эрозии, грунт и почвы, слагающие дно и берега водоема, а также присутствие зачатков гигрофитов. В зоне мелководий мы выделяем 4 типа местообитаний высших водных растений: узкие слабопромываемые протоки, широкие протоки, соединяющие открытые плёсы водохранилища, заливы, мелководья среди островов. На всех типах мелководий наиболее часто встречается формация *Typha angustifolia*, на долю которой приходится до 65% всей площади, заросшей водной растительностью.

Источником распространения *T. angustifolia* на Куйбышевском водохранилище стали затопленные водоемы поймы рек Волги и Камы. Впервые рогоз узколистный был отмечен в 1957—1958 гг. А. П. Белавской [1]. Массовое появление рогоза относится к 1960 г., а в 1963 г. его заросли занимали участки площадью до 100 га и более [2]. В настоящее время рогоз узколистный — основной ценозообразователь на мелководьях. Размещение его ассоциаций по водохранилищу показано на рис. 1. Сопоставляя данные по развитию *T. angustifolia* в различных условиях местообитания, можно отметить, что этот вид лучше всего развивается при нормальном

обводнении на мелководьях широких протоков, среди островов и в заливах. На узких протоках он занимает меньшие участки и в настоящее время вытесняется *Phragmites communis*, *Glyceria maxima* [2, 3]. Рогоз узколистный на Куйбышевском водохранилище образует 13 ассоциаций (рис. 2). В настоящей работе дается характеристика только 4 сообществ, имеющих наибольшее значение в процессе зарастания мелководий.

Ассоциация *Typhetum angustifoliae purum* описана в самых различных участках мелководий: на песчаном, илисто-песчаном, а в заливах и узких протоках на илистых грунтах. Глубина ее произрастания от 0 до 180 см, господствующая — 80—90 см. Травостой ассоциации достигает максимальной высоты 350 см при общем

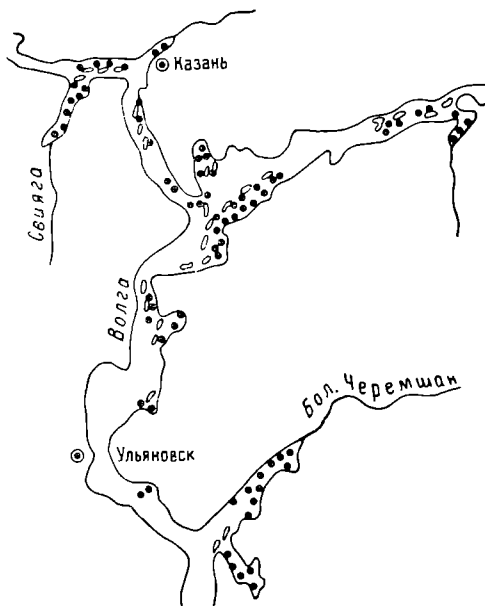


Рис. 1. Размещение *Typha angustifolia* на мелководьях Куйбышевского водохранилища.

проективном покрытии от 50 до 90%. Главную роль в создании аспекта растительного покрова играет рогоз узколистный. Остальные виды входят в ассоциации в небольшом количестве. Травостой состоит из 2 или 3 ярусов в зависимости от глубины и условий береговой полосы. 1-й ярус представлен рогозом узколистным, 2-й — хвощом приречным, стрелолистом обыкновенным, частухой подорожниковой. 3-й ярус бывает выражен лишь при низком уровне воды и включает *Polygonum amphibium* var. *terrestre*, *Alisma plantago-aquatica*, *Rorippa austriaca*. Высота яруса — до 30 см, покрытие не более 10%. На глубине 80—90 см в заливах в небольшом количестве появляется свободноплавающая растительность — *Spirodela polyrrhisa*, *Lemna minor*, *L. trisulca*, образующая 2-й ярус, а 3-й ярус в этом случае нередко представлен погруженными видами — *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*. Число видов, зарегистрированных на 18 площадках, в среднем на одну составляет 3, число постоянных видов — 1, коэффициент общности между всеми площадками — 35.7%. Небольшая видовая насыщенность, относительно высокий коэффициент общности и малый процент постоянных видов говорят о временном, зарослевом характере ценоза, который является «пионером» зарастания мелководий, и мы его

рассматриваем как первоначальную растительную группировку, от которой в зависимости от ряда факторов образуются остальные растительные сообщества.

Ассоциация *Typhetum equisetosum fluviatilis* произрастает главным образом в заливах. Нередко ее можно встретить и в центральных понижениях островов на илистых, глинисто-илистых и песчано-

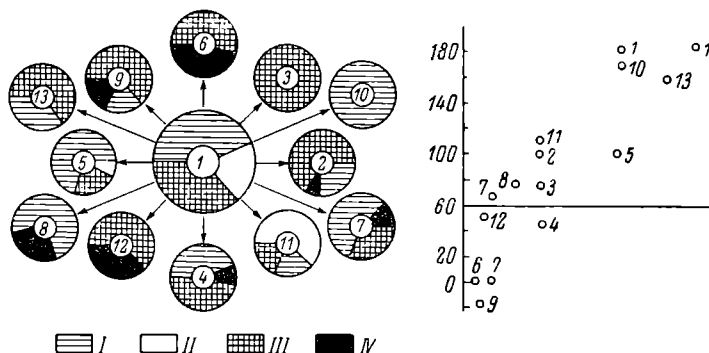


Рис. 2. Распределение сообществ *Typha angustifolia* на различных местах обитания.

I — острова, II — широкая протока, III — заливы, IV — узкая протока.  
1 — *Typhetum angustifoliae purum*, 2 — *T. equisetosum fluviatilis*, 3 — *T. agrostiosum stoloniferae*, 4 — *T. lemnosum minoris*, 5 — *T. butomosum*, 6 — *T. angustifoliae aquaherbosum*, 7 — *T. polygonosum amphibii*, 8 — *T. salviniosum natantis*, 9 — *T. tiphoidosum*, 10 — *T. potamogetonosum perfoliatus*, 11 — *T. gliceridosum maximis*, 12 — *T. ceratophyllum demersis*, 13 — *T. potamogetonosum lucensis*. По оси ординат — глубина, см; по оси абсцисс — волнение.

илистых грунтах с толщиной слоя ила от 2 до 20 см. Глубина распространения достигает 100 см, преобладающая — 20—30 см. Травяной покров развит хорошо, проективное покрытие грунта 80—100%. Аспект тростника создается рогозом узколистным и хвощом приречным. В 1-м ярусе, кроме доминанта растительного покрова, единично встречается тростник обыкновенный и сусак зонтичный. Во 2-й ярус (высотой 60—110 см) входят хвощ приречный, частуха подорожниковая, стрелолист обыкновенный, двукисточник тростниковидный, поручейник широколистный. 3-й ярус особенно хорошо выражен на обсохших участках и состоит из *Alisma plantago-aquatica*, *Sagittaria sagittifolia*, *Bidens tripartita*, *Rutex ucranicus*. При затоплении на глубину от 30 до 100 см 3-й ярус может быть представлен ярской малой, сальвинией плавающей и многокоренником. На глубине 100 см в данном растительном сообществе появляются погруженные виды — *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *Ceratophyllum demersum*. Общее количество видов, отмеченных в этой ассоциации, — 46, постоянных видов — 2, средний коэффициент общности — 24.1%.

Ассоциация *Typhetum butomosum* произрастает чаще всего на мелководьях среди островов и на широких протоках. Грунт песчаный

и песчано-илистый, глубина распространения — от 0 до 90 см. Травостой достигает максимальной высоты 250 см при проективном покрытии грунта 60—100%. Аспектирующими видами являются рогоз узколистный и сусак зонтичный. Высота 2-го яруса — 90—150 см. Здесь часто наблюдаются *Eleocharis palustris*, *Carex acuta*, *C. riparia*. На глубине 80—90 см появляются *Potamogeton perfoliatus*, *P. lucens*, но обилие их незначительное. Иногда встречаются и *Lemna minor*, *Salvinia natans*, *Spirodela polyrrhisa*. Общее число видов на всех площадках — 28, среднее — 6.2, постоянных — 2, средний коэффициент общности — 33.5%, максимальный — 75.2, минимальный — 15%.

Ассоциация *Typhetum polygonosum amphibii* на водохранилище встречается довольно часто. Произрастает она как на обсохших мелководьях, так и на глубине 60—90 см на илистых и песчано-илистых грунтах. Травостой развит хорошо, проективное покрытие от 80 до 100%. На суше он представлен 3 ярусами, на глубине 30—90 см — двумя. 2-й ярус состоит из ряски малой, сальвинии и водной формы горца земноводного, который нередко сплошным ковром покрывает всю свободную поверхность. Из погруженных видов растет рдест блестящий. Общее количество видов — 18, среднее на площадку — 5.4, число постоянных видов — 2, коэффициент общности — 28.9%. Все говорит о том, что в зависимости от затопления эта ассоциация может проявляться в виде 2 субассоциаций — наземной и водной.

Остальные растительные сообщества с доминированием рогоза узколистного на водохранилище встречаются реже и большего значения в процессе зарастания водоема в настоящее время не имеют. За 17-летний период существования Куйбышевского водохранилища образовался целый ряд ценозов с доминированием рогоза узколистного. Неоднократные изменения экологических условий местообитания могут даже в течение одного вегетационного периода приводить к значительным сдвигам как в видовом составе ассоциаций, так и в ее структуре. Несмотря на это, основа фитоценоза, его эдификатор, сохраняется. Он обладает способностью образовывать сходные растительные сообщества в самых различных экологических условиях.

Все сказанное позволяет прийти к выводу о том, что резкие изменения уровня воды в водохранилище приводят к образованию экологических вариантов ассоциаций — субассоциаций, в которых может изменяться содоминант, однако доминантный вид всегда остается прежним.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Белавская А. П. Береговая и водная растительность Куйбышевского водохранилища в первый год после наполнения. — Бюлл. Ин-та биол. водохр., 1953, 2.
2. Голубева И. Д. Водная растительность Сараловского побережья Волжско-Камского заповедника. — Тр. Волжско-Камск. заповед., 1968, 1.

3. Г о л у б е в а И. Д. Сезонные изменения основных доминантов растительного покрова мелководий водохранилища. — Тр. Волжско-Камск. заповед., 1972, 2.
4. Л у к и н А. В. Первые годы существования Куйбышевского водохранилища и условия формирования в нем стада промысловых рыб. — Тр. Татарск. отд. ГосВНИОРХ, 1958, 8.
5. Э к з е р ц е в В. А. Некоторые закономерности в распределении зарослей гигрофитов на мелководьях Куйбышевского водохранилища. — Бюлл. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1959, 4.
6. Э к з е р ц е в В. А. Растительность зоны временного затопления южной части Куйбышевского водохранилища. — Тр. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1960, 3 (6).

Институт биологии  
Казанского филиала АН СССР

---

Е. Б. П а в е л ь е в а

### УТИЛИЗАЦИЯ НАЧАЛЬНЫХ ЗВЕНЬЕВ ТРОФИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПЛАНКТОННЫМИ РАКООБРАЗНЫМИ

Изучение продукционного процесса любой экосистемы предполагает тщательный количественный анализ ее параметров на всех, различных по своей природе, звеньях. В основе трофических связей в водоеме лежат особенности питания водных животных. Величина потребления и усвоения корма ракообразными связана с рядом факторов и в значительной степени зависит от концентрации кормового объекта в водной среде [15]. Как известно [14, 16, 19], в глубоких водоемах существует вертикальное расслоение пищевых объектов зоопланктона. Первопричина этой слоистости — продуцирование органического вещества водорослями в процессе фотосинтеза в эвфотической зоне. Отмирание фитопланктона способствует массовому развитию бактерий и простейших, которые концентрируются в эпи- и металимнионе и вместе с водорослями служат кормом беспозвоночным животным. Бактерии, кроме того, образуют скопления и в придонном слое, когда в конце лета отмерший, почти разложившийся фитопланктон опускается вниз, где подвергается дальнейшей бактериальной деструкции. Детрит как пищевой материал также имеет тенденцию скапливаться в зоне термоклина: нижележащие, более плотные холодные слои воды поддерживают взвесь в металимнионе.

Наличие суточных вертикальных миграций зоопланктона характерно для многих глубоких водоемов [1, 3, 4, 6, 9]. Мигрирующий зоопланктон в течение суток находится в неодинаковых условиях питания при различных концентрациях пищевых объектов. Допуская, что суточная ритмика питания пелагических зоопланктеров обусловлена преимущественно их миграциями, мы сделали попытку рассчитать потребление начальных звеньев трофической

цепи ракообразными оз. Дальнего. В расчетах использованы данные о миграциях дальнеозерского зоопланктона [3], сезонной динамике биомасс различных видов консументов и результаты экспериментов по питанию рачков [10, 12].

Дафнии обитают преимущественно в слое 0—15 м, где концентрация корма достаточно высока. Диапомусы и циклопы поло-

Сопоставление величин биомассы и продукции кормовых организмов с рационами их потребителей

Дата	Водоросли, бактерии, бесцветные, жгутиковые, мг С/м²		Мирный зоопланктон, мг С/м²		Рацион, мг С/м²				Детрит, мг С/м²
	P <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	дафний и диагомусов	циклопов		общий	
						копелодитов	взрослых.		
6 VI	365	391	0	780	378	395	0	773	6480
15 VI	820	1134	10	1739	675	3380	0	4055	16740
25 VI	4510	6018	37	1307	395	4350	0	4745	15430
14 VII	810	5643	131	1576	326	6300	0	6626	4080
27 VII	2059	2426	129	3747	1419	252	0	1671	4550
11 VIII	688	2748	327	10024	3740	0	672	4412	5880
24 VIII	1327	3076	243	8115	3355	0	87	3442	5510
9 IX	569	3452	147	6057	2425	0	114	2539	1130
27 IX	738	2091	247	7997	3213	0	150	3363	3280
8 X	870	2795	86	3278	1277	0	156	1433	4970
Сумма за сезон, С/м²	174	—	18	—	246	293	539	—	

вину суток проводят в аналогичных условиях, вторую — при более низком содержании кормовых объектов. Основываясь на собственных и литературных [7, 8, 17] данных по питанию ракообразных и учитывая концентрацию корма в слоях воды, мы приняли среднесуточный рацион дафний равным 50, а диапомусов и циклопов — 30%. Расчетное количество потребленной зоопланктонным сообществом пищи сопоставлено с продукцией и биомассой кормовых объектов и с содержанием детрита под 1 м<sup>2</sup> [11] в течение всего периода вегетации (см. таблицу). Как правило (исключая конец июля), рачки-фильтраторы не могут удовлетворить свои пищевые потребности за счет суммарной продукции водорослей, бактерий и бесцветных жгутиковых (P<sub>1</sub>). В состав их рациона входит также детрит растительного и животного происхождения, кроме того, выедается наличная биомасса фитопланктона, бактерий и жгутиконосцев (B<sub>1</sub>). Хищники — взрослые циклопы, потребляют продукцию мирного зоопланктона: коловраток, инфузорий, науплиев, дафний и диапомусов (P<sub>2</sub>), а в некоторые периоды и часть его биомассы (B<sub>2</sub>).

Приняв, что средняя усвояемость рачков-фильтраторов в пресных водоемах составляет 60, а хищников — 80% [5, 10, 12, 13], можно рассчитать ориентировочную величину рассеиваемой в водной среде части рациона. За весь период вегетации (150 дней) 1971 г. потенциальное количество потребленного корма под 1 м<sup>2</sup> поверхности озера, согласно расчетам, оказалось равным 539 г С. Фильтраторы (дафнии и диаптомусы) используют на рост и обмен 147, а циклопы — 232 г С/м<sup>2</sup>. Таким образом, около половины утилизированного зоопланктоном корма трансформируется в результате их жизнедеятельности в детрит фекальной природы, а также рассеивается в экосистеме в виде растворенных форм.

Отношение прироста ракообразных к потребленной или усвоенной пище может служить показателем эффективности функционирования сообщества, его воспроизведения. Эти отношения представляют собой коэффициенты использования пищи на рост I и II порядка по В. С. Ивлеву [2] в масштабе целого зоопланктонного сообщества. Для оз. Дальнего  $K_1$  оказался равным 6.3 за весь сезон, а  $K_2$  составил 9.2%, что хорошо согласуется с показателями эффективности звеньев трофической цепи (5—17%), приведенными Л. В. Слободкиным (18).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Б е л о у с о в а С. П. Суточные миграции планктонных ракообразных в оз. Азабачьем. — Изв. ТИНРО, 1968, 64, с. 69—179.
2. И в л е в В. С. О превращении энергии при росте беспозвоночных. — Бюлл. МОИП, отд. биол., 1938, 47 (4), с. 267—275.
3. К о ж е в н и к о в Б. П. К вопросу о суточных вертикальных миграциях зоопланктона оз. Дальнего. — Изв. ТИНРО, 1968, 64, с. 139—150.
4. К о ж о в М. М. О вертикальных миграциях массовых видов планктона в оз. Байкал. — Тр. Всесоюз. гидробиол. об-ва, 1959, 9, с. 114—174.
5. К р ю ч к о в а Н. М. Эффективность использования пищи зоопланктоном. — В кн.: Биопродуктивность озер Белоруссии. Минск, 1971, с. 114—133.
6. М а з е п о в а Г. Ф. Вертикальное распределение байкальского циклопа (*Cyclops baicalensis*) в оз. Байкал. — Изв. биолого-географ. ин-та при Иркутск. ун-те, 1952, 13, 2, с. 17—21.
7. М о н а к о в А. В. О питании свободноживущих пресноводных веслоногих (*Copepoda*). — В кн.: Трофология водных животных. Л., «Наука», 1973, с. 171—182.
8. М о н а к о в А. В., С о р о к и н Ю. И. Количественные данные о питании дафний. — Тр. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1961, 4 (7), с. 151—161.
9. Н о с о в а И. А. Суточные миграции *Cyclops scutifer* (*Copepoda*, *Cyclopoida*) в Курильском озере (Камчатка). — Зоол. ж., 1972, 51, 10, с. 1457—1467.
10. П а в е л ь е в а Е. Б. Эффективность утилизации корма *Daphnia longirostris* в сравнении с некоторыми другими представителями ветвисторусых ракообразных. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, 20, с. 17—20.
11. П а в е л ь е в а Е. Б. Вертикальное распределение, сезонная динамика sestона и роль детрита в экосистеме оз. Дальнего (Камчатка). — Гидробиол. ж., 1974, 10, 3, с. 70—75.

12. Павельева Е. Б., Сорокин Ю. И. Изучение питания пелагического зоопланктона оз. Дальнего на Камчатке. — В кн.: Биол. и физиол. пресноводных организмов. Л., «Наука», 1971, с. 56—63.
13. Печень-Финенко Г. А. Эффективность усвоения пищи зоопланктонными ракообразными. — Экол., 1971, 3, с. 64—72.
14. Сорокин Ю. И., Павельева Е. Б. К количественной характеристике экосистемы пелагиали оз. Дальнего на Камчатке. — В кн.: Органич. вещество и элементы гидрологич. режима воляжских водохр. Л., «Наука», 1972, с. 24—38.
15. Сорокин Ю. И., Павельева Е. Б., Васильева М. И. Продукция фитопланктона в оз. Дальнем на Камчатке. — Ж. общ. биол., 1974а, 35, 6, с. 145—158.
16. Сорокин Ю. И., Павельева Е. Б., Васильева М. И. Характеристика роли микрофлоры в продуктивности оз. Дальнего. — Ж. общ. биол., 1974б, 35, 7, с. 98—112.
17. Шущкина Э. А. Рационы питания популяции циклопов в озерном зоопланктоне. — Научн. докл. высшей школы. Биол. науки, 1964, 4, с. 25—31.
18. Slobodkin, L. Preliminary ideas for a predictive theory of ecology. — American naturalist, 1961, 95, p. 147—153.
19. Vinogradov M. E., Gitelzon I. I., Sorokin Ju. I. The vertical structure of a pelagic community in the tropical ocean. — Marine Biol., 1971, 6, 3, p. 187—194.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Н. И. Ширкина

## БИОЛОГИЯ И ПАТОГЕННОСТЬ НЕКОТОРЫХ АМЕБ ГРУППЫ *LIMAX*

Амебы группы *Limax* — свободноживущие мелкие организмы, обитающие в воде, влажной почве, в навозе. В последние годы стало известно, что некоторые виды амеб этой группы могут быть факультативными паразитами, патогенными для человека и животных, вызывающими такие заболевания, как, например «первичный амебный менингоэнцефалит» (ПАМ) [1—3]. Заражение происходит во время купания в прудах и закрытых плавательных бассейнах. По данным чешских ученых [4], в 1 л воды, взятой из плавательного бассейна, насчитывается от 100 до 10000 амеб. Кроме того, они могут образовывать пленку на поверхности субстрата.

Целью настоящей работы было выделение штамма амеб группы *Limax* из природного водоема, изучение его биологии и патогенности для лабораторных животных. В качестве контроля служили штаммы А=1, уже известный как патогенный.

Наблюдения над живыми амебами производились в висячей капле. Структура ядра и характер деления изучались на препаратах, окрашенных гематоксилином Гейденгайна, патогенность — на беспородных белых мышах.



Животных заражали интрапазально и интрацеребрально суспензией 72-часовой культуры амев. Заболевших и погибших мышей немедленно вскрывали и кусочки мозга и легких высевали на стерильную агаровую среду с *Aerobacter aerogenes*. Остальную часть легких и мозга фиксировали в формалине, заливали в парафин и приготавливали срезы толщиной 5—7 мкм.

Штамм Н. Амебы этого штамма выделены из природного водоема (пруд около с. Водоватово Горьковской обл. Арзамасского района). Они

Размерные характеристики амев

Штамм амев	Цисты, мкм	Вегетативные особи		Ядра, мкм	Нуклеолы, мкм
		длина, мкм	ширина, мкм		
Н	12.5—17.5	10—40	8.8—23.8	2.5—5.5	1.2—2.5
Среднее	14.8±1.8	25±7.1	12.2		
А-1	—	10—56	7.5—23.8	2.5—6	1.1—2.5
Среднее		30±12.1	12.0		

культивировались как на жидкой пептонной, так и на плотной агаровой средах при температуре 22 и 37°. В жизненном цикле исследованных амев имеются 2 стадии — амебоидная и цистная. Движение амев моноподиальное, поступательное с образованием одной широкой лобоподии и тонких микропсевдоподий, часто разветвляющихся у основания на 2 или 3. В зернистой эндоплазме расположено ядро с центральной нуклеолой (изредка встречаются двуядерные особи), обнаруживается 1, редко 2 сократительные вакуоли и множество пищеварительных. Цисты одноядерные, неправильной многоугольной формы. Складчатый эктоцист может свободно прилегать к эндоцисту. В оболочке цист хорошо видны круглые поры с крышечками. Размножаются амевы бинарным делением, ядро делится митотически.

Амебами штамма Н было заражено 8 мышей, в том числе 2 интрацеребрально. Заболело и погибло 4, из них одна после введения амев в мозг. Мыши, зараженные интрапазально, погибали в сроки от 8 до 19 дней. Средний срок гибели животных после заражения — 11 дней. При вскрытии у мышей обнаруживались изменения мозга и легких. Методом культуры амевы чаще выявлялись в мозге. Одна из зараженных в мозг мышей погибла с явлением паралича через 22 дня. Вторая была забита для проверки через 60 дней. При посеве кусочков органов на агаровую среду амевы были встречены как в мозге, так и в легких. У незаболевших мышей амевы не обнаружены.

Штамм А-1. Амебы данного штамма, служившие в качестве контроля, выделены из культуры ткани зеленой мартишки в 1958 г. в США. Морфология амев штамма А-1 подобна морфологии амев штамма Н, хотя они несколько отличаются по размерам (см. таблицу).

Основное отличие заключается в неспособности к образованию амевы штамма А-1 цистной стадии, что связано, вероятно, с их долгим культивированием.

Амебами штамма А-1 было заражено 24 мыши, в том числе 2 в мозг. Заболело и погибло — 16. Сроки гибели животных при интрапазальном заражении колебались от 6 до 27 дней, чаще — через 14 дней, тогда как при заражении в мозг средний срок гибели составлял 5.5 дней. При вскрытии был обнаружен отечный мозг. При посеве кусочков мозга и легких на агаровую среду развивались многочисленные амевы. При этом из мозга амевы выделялись чаще, чем из легких. При исследовании контрольных (не зараженных) мышей, амевы ни в мозге, ни в легких не были обнаружены.

Таким образом, сопоставление морфологических признаков амёб штамма Н, выделенных из природного водоема, и амёб патогенного штамма А-1, позволило обнаружить их значительное сходство. По морфологическим особенностям оба штамма исследуемых амёб относятся к роду *Hartmannella* сем. *Hartmannellidae* [5].

Амебы штамма Н патогенны для мышей при интраназальном и интрацеребральном введении. Несмотря на то что наблюдения имели целью получение первой ориентировочной, а потому преимущественно качественной характеристики штамма, полученные результаты позволяют заключить, что амебы штамма Н при заражении в мозг менее патогенны, чем амебы штамма А-1 (сроки гибели мышей после заражения в 4 раза более продолжительны). При интраназальном заражении средние сроки гибели мышей, зараженных амебами штамма Н, меньше, чем для штамма А-1. Амебы обоих исследованных штаммов обладают тропизмом к мозговой ткани.

Следует указать на необходимость дальнейшего изучения амёб группы *Limax* из природных водоемов в целях создания эффективных профилактических и клинических методов борьбы с возбудителями опасных заболеваний.

#### ЛИТЕРАТУРА

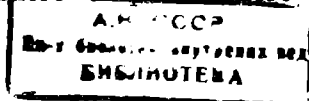
1. Гордеева Л. М. Первичный амёбный менингоэнцефалит, вызываемый свободноживущими амёбами родов *Hartmannella*, *Acanthamoeba* и *Naegleria*. — Мед. паразитол., 1970, 39, 2, с. 227—237.
2. Дрейзин Р. С., Боровкова Н. М., Клицунова Н. В., Дмитриев Г. И. Амёбы типа «*Limax*» как возможный этиологический фактор острых респираторных заболеваний у детей. — Вопр. охраны материнства и детства, 1972, 4, с. 39—43.
3. Дрейзин Р. С., Боровкова Н. М., Авакян А. А., Клицунова Н. В. Выделение от больных пневмонией цитопатического агента, оказавшегося амёбой типа «*Limax*». — Вопр. вирусол., 1972, 6, с. 736—742.
4. Cervá L. Studies of limax amoebae in a swimming pool. — Hydrobiol., 1971, 38, 1, p. 141—161.
5. Singh B. Classification of amoebae belonging to the order Amoebozoa with special reference to pathogenic free-living forms. — Current Sci., 1972, 41, 11, p. 395—403.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

В. Г. Давыдов

ЗАПАСНЫЕ ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА НА ВСЕХ ФАЗАХ  
ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЦЕСТОДЫ *TRIAENOPHORUS*  
*NODULOSUS*

В последнее время большое внимание уделяется гистохимическому изучению гельминтов, в частности ленточных червей [1, 3—7]. Важную роль при этом играет изучение локализации и динамики основного энергетического вещества — гликогена,



32.194

являющегося показателем функционального состояния паразита, и экскреторного жира, образующегося в результате вторичного синтеза из жирных кислот — продуктов анаэробного расщепления гликогена. Большинство работ отечественных и зарубежных авторов посвящено гистохимическому изучению отдельных этапов развития ленточных червей преимущественно на взрослой фазе. Такой подход не позволяет судить о динамике гликогена и жира в онтогенезе цестод. В связи с этим нами была поставлена задача подробно изучить локализацию и динамику гликогена и жира на всех фазах жизненного цикла *T. nodulosus*.

Для определения гликогена использовалась PAS-реакция, фиксатором и одновременно реактивом на жир служила смесь Шампи, содержащая осьмий.

В желточных клетках яйца, окружающих зародыш, довольно много гликогена в виде мелких гранул. В самом зародыше очень незначительное количество мельчайших его гранул.

Весь жир сосредоточен в желточных клетках.

Корацкий — свободноплавающая личинка, состоящая из зародыша (онкосферы) и окружающей его ресничной оболочки. Продолжительность жизни его в воде равна 2.5 — 3 суткам [2].

Гликоген корацидия в возрасте 12 час. представлен немногочисленными мелкими гранулами, локализованными в ресничной оболочке. В зародыше гликогена очень мало. Ресничная оболочка 1-суточных корацидиев содержит уже значительно меньшее количество гликогена, а у 2-суточных он почти исчезает. Следов гликогена у корацидия в возрасте 3 суток обнаружить не удалось.

Включения жира у 1-суточного корацидия в незначительном количестве локализованы в толще ресничной оболочки. Зародыш совершенно лишен жира. У 2—3-суточных личинок локализация и количество жира остаются прежними, можно говорить лишь о незначительном его уменьшении.

Первая паразитическая личинка — процеркоид локализуется в полости тела копепода. Полное формирование паразита наступает на 8—9-е сутки развития [2]. На 2-е сутки развития гликоген представлен мелкими гранулами в виде редких скоплений, равномерно распределенных в паренхиме. Исследование процеркоида на 6-й день развития показывает незначительное увеличение количества гликогена. У 10—12-дневных процеркоидов количество гликогена резко увеличивается. При этом вся паренхима заполнена крупными и мелкими гранулами. Относительно свободной остается только область субтегумента и церкомер.

Жир в виде мелких включений и в очень небольшом количестве обнаружен только у сформированного процеркоида в области субтегумента.

Вторая паразитическая личинка — плероцеркоид из печени окуней исследована на разных стадиях развития. Полное формирование плероцеркоида наступает через 40—45 дней после попадания в хозяина [2].

Гликоген у плероцеркоида в возрасте 2 недель довольно равномерно заполняет паренхиму. Значительно увеличивается его количество у 3-недельного паразита. Вся паренхима заполнена крупными гранулами и только в субтегументе обнаруживается небольшое количество мелких гранул. В возрасте 1 месяца у плероцеркоида продолжается накопление гликогена. От паренхимы четко отграничена область субтегумента, содержащая небольшое количество мелких гранул. На стадии полного формирования паренхима паразита сплошь заполнена гликогеном, только сколекс содержит небольшое его количество. Обращает на себя внимание существенная разница между содержанием гликогена в тканях паразита и в паренхиме печени хозяина, которая дает лишь слабую диффузную PAS-реакцию. На поверхности тела плероцеркоида располагается слой кислых мукополисахаридов, сохраняющийся и на последующих стадиях развития, локализация и количество гликогена остаются прежними. У некоторых плероцеркоидов в возрасте 2 лет отмечено значительное снижение гликогена. Крупные, редко расположенные гранулы равномерно распределены по всей паренхиме. Однако уменьшение гликогена наблюдается далеко не у всех паразитов. У многих из них сохраняется почти такое же количество гликогена, как и у 1,5—3-месячных плероцеркоидов. Часть 3—4-летних паразитов полностью дегенерирована. В сохранившихся плероцеркоидах гликогена мало, гранулы его мелкие и равномерно распределены по всей паренхиме.

Жир, содержащийся в тканях плероцеркоида, локализован в области субтегумента. На всех стадиях развития локализация и количество жира остаются постоянными, лишь у 2—4-летних плероцеркоидов количество его в субтегументе увеличивается, появляется он и в паренхиме.

Взрослая фаза развития *T. nodulosus* протекает в кишечнике щуки. Созревание и органогенез стробилы осуществляется на протяжении длительного времени.

Начало заражения происходит осенью, развитие, органогенез и созревание падают на осенне-зимний период, дестробилизация червей наступает в мае [2].

Локализация гликогена у молодых червей, недавно попавших в кишечник, та же, что и у вполне сформированного плероцеркоида, однако количество его значительно меньшее. В период интенсивного органогенеза области формирования гонад содержат незначительное количество гликогена. Сформированные семенники и сумка цирруса совершенно свободны от него. В области субтегумента наблюдаются немногочисленные мелкие гранулы и лишь окружающая гонады паренхима интенсивно заполнена гликогеном.

В паренхиме, окружающей гонады в период их формирования, имеется очень большое количество жира, в сколексе и шейке жир отсутствует.

Гликоген в виде мелких гранул довольно интенсивно заполняет внешнюю паренхиму половозрелого паразита. Во внутренней паренхиме содержится небольшое количество крупных и мелких гранул. В половых железах гликоген отсутствует. Большое его количество переходит из паренхимы в многочисленные яйца, заполняющие матку [1]. Паренхима дестробилированных червей пронизана многочисленными мускульными волокнами, среди которых локализуются мелкие гранулы гликогена в очень незначительном количестве.

Весь жир половозрелых червей сосредоточен в желточниках и выводится из организма с яйцами. Сколекс и шейка жира не содержат. Таким образом, основным энергетическим веществом развивающихся яиц служит жир.

В корацидии количество запасных питательных веществ незначительно, они локализованы главным образом в ресничной оболочке.

У процеркоида в период его формирования количество гликогена невелико. При завершении морфогенеза паренхима интенсивно заполняется гликогеном.

Развитие плероцеркоида сопровождается накоплением гликогена. Максимум его приходится на стадию полного формирования паразита. С возрастом гликоген расходуется и плероцеркоиды дегенерируют.

В процессе формирования половозрелых червей большое количество гликогена и жира сосредоточено в паренхиме в области гонад. У половозрелых особей гликогена мало. Основная масса его переходит в яйца. Жир сосредоточен в желточных клетках. В паренхиме червей, оставшихся после дестробиляции, гликогена и жира нет, что связано, видимо, с потерей способности к питанию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Г п н е ц и н с к а я Т. А., П а л ь м В., Б е с е д и н а В. В., Т и м о ф е е в а Т. А. Закономерности отложения запасных питательных веществ в желточниках плоских червей. — Паразитол., 1971, 5, 2, с. 147—154.
2. К у п е р м а н Б. И. Ленточные черви рода *Triaenophorus* — паразиты рыб. Л., «Наука», 1973, с. 3—207.
3. Л у т т а А. С. Динамика запасных питательных веществ у паразитических червей в зависимости от цикла их развития. — В кн.: Уч. зап. ЛГУ, 1939, 43, сер. биол., 11, с. 129—171.
4. М а р к о в Г. С. Динамика запасных питательных веществ у паразитических червей в искусственных средах. — Зоол. ж., 1943, 22, 1, с. 3—18.
5. B r a n d T. Parasitenphysiologie. Jena, 1972.
6. B o g i t s h B. Histochemical studies on *Hymenolepis microstoma* (*Cestoda: Hymenolepididae*). — J. parasitol., 1963, 49, 6, p. 989—997.
7. W a i t A., J a m e s S. Histochemical studies of four cyclophyllidean cestodes. — J. parasitol., 1964, 50, 2, p. 271—277.

О СОСТАВЕ ФАУНЫ ОЛИГОХЕТ (*OLIGOSCHAETA*)  
В ИВАНЬКОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Малошетинковые черви Иваньковского водохранилища ранее специально не изучались. К настоящему времени из этого водохранилища известно 29 видов олигохет, найденных при количественных исследованиях бентоса [3, 4, 8].

В 1973 г. производились обширные исследования макрозообентоса в мелководных и русловых участках водохранилища, мейобентоса и фауны зарослей мелководной зоны в районе влияния подогретых вод Конаковской ГРЭС.

В результате обработки этих сборов было обнаружено еще 20 видов олигохет (см. таблицу), не указываемых для Иваньковского водохранилища.<sup>1</sup>

Особый интерес представляют еженедельные сборы мейо- и макробентоса в большом Корчевском заливе, в которых были найдены редкие для Иваньковского водохранилища виды: *Specaria josinae*, *Arcteonais lomondi*, *Amphichaeta leydigi*, *Dero dorsalis*, *Tubifex smirnovi*, *Rhyacodrilus coccineus* и некоторые другие.

Как показали материалы стационарных исследований в большом Корчевском заливе, частые повторные сборы на одном биотопе разными методами дают гораздо больше для изучения фауны, чем разовые сборы в аналогичных биотопах по всему водохранилищу.

**Олигохеты зарослей.** В зарастающем мелководье найдены почти все виды олигохет, указанные для всего водохранилища. Наибольшее видовое разнообразие наблюдалось на растительных остатках и заиленных песках среди зарослей. Собственно на растениях обнаружено небольшое число видов. Массовыми видами оказались *Nais barbata*, *Stylaria lacustris*, виды родов *Chaetogaster*, *Pristina*.

**Олигохеты мейобентоса.** Состав олигохет мейобентоса на илистых грунтах чрезвычайно разнообразен как на участках с естественным температурным режимом, так и в зоне подогрева сбросными водами Конаковской ГРЭС [6]. Постоянно встречающимися видами были *Vejdovskyella intermedia*, *Chaetogaster langi*, *Ch. setosus*, виды родов *Aeolosoma* и *Pristina*, молодь тубифицид и мелкие виды рода *Aulodrilus*.

Большой интерес представляет нахождение в зоне подогрева *Aeolosoma travancorense*. Этот вид был известен из Индии, Польши [10] и из небольшого озера близ р. Даугавы (Зап. Двина) [9]. Поскольку в многочисленных пробах мейобентоса из других участков водохранилища *A. travancorense*

<sup>1</sup> Пользуюсь случаем поблагодарить З. Н. Чиркову, Е. С. Величко, Н. Н. Жгареву и Г. И. Биочино за предоставленный материал.

Виды	Мейобентос	Макробентос	Заросли
Сем. <i>Aeolosomafidae</i>			
<i>Aeolosoma hemprichi</i> Ehrenberg . . . .	+	—	—
<i>Ae. quaternarium</i> Ehrenberg . . . .	+	—	—
<i>Ae. niveum</i> Leydig * . . . . .	—	—	+
<i>Ae. travancorensis</i> Aiyer * . . . . .	+	—	—
<i>Ae. headleyi</i> Beddard * . . . . .	+	—	—
Сем. <i>Naididae</i>			
<i>Stylaria lacustris</i> (Linnaeus) . . . .	+	—	+
<i>Arcteonais lomondi</i> (Martin) * . . . .	+	—	—
<i>Vejdovskyella comata</i> (Vejdovsky) . .	—	—	+
<i>V. intermedia</i> (Bretscher) . . . . .	+	—	—
<i>Slavina appendiculata</i> (Udekem) . . .	+	—	—
<i>Dero dorsalis</i> Ferroniere * . . . . .	+	—	—
<i>D. obtusa</i> Udekem * . . . . .	+	—	—
<i>Nais pseudobtusa</i> Piguet . . . . .	—	—	+
<i>N. barbata</i> Müller . . . . .	+	—	+
<i>N. communis</i> Piguet . . . . .	—	—	+
<i>N. elinguis</i> Müller . . . . .	+	—	+
<i>N. variabilis</i> Piguet . . . . .	+	—	—
<i>Specaria josinae</i> (Vejdovsky) . . . .	+	—	—
<i>Ophidonais serpentina</i> (Müller) . . .	—	—	+
<i>Uncinais uncinata</i> (Oersted) * . . . .	—	+	—
<i>Amphichaeta leydigi</i> Tauber * . . . .	+	—	—
<i>Chaetogaster diastrophus</i> (Gruithuisen)	+	—	—
<i>Ch. diaphanus</i> (Gruithuisen) . . . .	+	—	+
<i>Ch. langi</i> Bretscher * . . . . .	+	—	—
<i>Ch. limaei</i> Baer . . . . .	+	—	—
<i>Ch. setosus</i> Svetlov . . . . .	+	—	—
<i>Pristina foreli</i> Piguet * . . . . .	+	—	—
<i>P. longiseta</i> Ehrenberg * . . . . .	+	—	+
<i>P. aeguiseta</i> Bourne * . . . . .	+	—	+
<i>P. amphibiotica</i> Lastočkin * . . . . .	+	—	—
Сем. <i>Tubificidae</i>			
<i>Aulodrilus limnobius</i> Bretscher . . . .	+	—	—
<i>Au. pigueti</i> Kowalevski * . . . . .	+	—	—
<i>Phyacadrilus coccineus</i> (Vejdovsky) *	—	+	—
<i>Isochaetides newaensis</i> (Michaelsen) . .	+	+	—
<i>Limnodrilus udekemianus</i> Claparede . .	—	+	—
<i>L. helveticus</i> Piguet . . . . .	—	+	—
<i>L. hoffmeisteri</i> Claparede . . . . .	+	+	—
<i>L. claparedeanus</i> Ratzel . . . . .	—	+	—
<i>Potamothrinx hammoniensis</i> (Michaelsen)	+	+	—
<i>P. moldaviensis</i> Vejdovsky et. Mrazek .	+	+	—
<i>Psammoryctides albicola</i> (Michaelsen)	+	+	—
<i>Ps. barbatus</i> (Grube) . . . . .	—	+	—
<i>Tubifex tubifex</i> (Müller) * . . . . .	—	+	—
<i>T. smirnovi</i> Lastočkin * . . . . .	—	+	—
<i>Ilyodrilus templetoni</i> (Southern) * . . .	—	+	—
<i>Pelosclex ferox</i> (Eisen) . . . . .	+	+	—

Виды	Мейобентос	Макробентос	Заросли
Сем. <i>Enchytraeidae</i>			
<i>Propappus volki</i> Michaelsen *	+	—	—
<i>Enchytraeidae</i> g. sp. ( <i>Enchytraeus</i> sp.)	+	+	—
Сем. <i>Lumbriculidae</i>			
<i>Lumbriculus variegatus</i> (Müller)	—	+	—
<i>Rhynchelmis limosella</i> Hoffmeister	—	+	—

Примечание. Звездочкой обозначены виды, впервые указываемые для Ивановского водохранилища.

не был найден, можно предположить, что это новый вселенец зоны подогрева Ивановского водохранилища.

Олигохеты макрозообентоса. В бентосных сборах доминируют тубифициды (сем. *Tubificidae*). К списку ранее известных тубифицид нами добавлено 5 видов. Наибольший интерес представляют *Rhyacodrilus coccineus* и *Tubifex smirnovi*. *Rh. coccineus* не характерен для водохранилищ Верхней Волги. Он впервые указан нами для Рыбинского водохранилища [5]. В Ивановском водохранилище *Rh. coccineus* встречается единично, что связано или с начальным этапом его вселения в этот водоем, или с периодическим осушением грунтов мелководий, где он может обитать (до 2 м). *T. smirnovi* был впервые описан Д. А. Ласточкиным [1] из оз. Плещеево, затем И. И. Малевичем [2] указан для Московской и смежных с нею областей. Нами этот вид впервые найден в Сибири [7]. Можно думать, что он более широко распространен в Палеарктике, но вследствие малой величины, по-видимому, недоучитывается в бентосном материале.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ласточкин Д. А. Материалы к фауне *Oligochaeta limicola* России. 3. Фауна *Oligochaeta limicola* Ивано-Вознесенской и Владимирской губерний. — Изв. Ивано-Вознесенск. политехн. ин-та, 1927, 10, с. 65—76.
2. Малевич И. И. Малошетинковые черви (*Oligochaeta*) Московской области. — Уч. зап. Моск. гор. пед. ин-та им. Потемкина, 1956, 61, с. 402—439.
3. Поддубная Т. Л. Донная фауна Ивановского водохранилища в районе сброса теплых вод Конаковской ГРЭС. — В кн.: Биол. и продуктивность пресноводных организмов. М.—Л., «Наука», 1971, с. 96—103.
4. Поддубная Т. Л. Состояние донной фауны Ивановского водохранилища на 32-й год его существования. — В кн.: Флора, фауна и микроорганизмы Волги. Рыбинск, 1974, с. 143—153.



5. Семерной В. П. К фауне малощетинковых червей (*Oligochaeta*) Рыбинского водохранилища. Сообщение 2. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод. АН СССР, 1974а, 23, с. 37—39.
6. Семерной В. П. Некоторые данные по *Oligochaeta* зоны влияния подогретых вод Конаковской ГРЭС. — Матер. II симпози. по влиянию тепловых электростанций на гидрол. и биол. водоемов. Борок, 1974, с. 157—140.
7. Семерной В. П., Томилов А. А. Малощетинковые черви (*Oligochaeta*) оз. Еравно-Харгинской системы (Бурятская АССР). — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, 20, с. 39—43.
8. Феилюк В. Ф. Донная фауна Ивановского и Угличского водохранилища. — Тр. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1959, 1 (4), с. 139—160.
9. Чекановская О. В. Водные малощетинковые черви фауны СССР. М.—Л., Изд. АН СССР, 1962.
10. Kasprzak K. Notatki o faunie scaposzczetow (*Oligochaeta*) Polski. — Fragm. faunist. PAN, Inst. Zool., 1973, 18, 21, с. 405—434.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

С. С. Зозуля,  
Ф. Д. Мордухай-Болтовской

#### К МОРФОЛОГИИ И СИСТЕМАТИКЕ РОДА *BYTHOTREPHES* (*CLADOCERA*)

Описанные более ста лет назад 2 вида широко распространенного в Палеарктике рода церкопагид *Bythotrephes* — *B. longimanus* Leydig 1860 и *B. cederstroemi* Schoedler 1863, как известно, не могут быть отчетливо отграничены друг от друга и связаны переходными формами. Впервые это было замечено еще Н. Пенго [7], считавшей эти виды тождественными. Однако позднее Лилльеборг [11] в своей известной монографии по кладоцерам, хотя и признавал мнение Пенго вполне обоснованным, все же привел описания обоих видов, выделив в каждом из них 3 варьетета. Это, очевидно, оказало влияние на последующих авторов. Во всех определителях кладоцер, включая новейшую сводку Флэсснера [8], и во многих специальных работах авторы указывают оба эти вида, хотя многие выражают сомнение в их самостоятельности. Ишрейт [9, 10] даже возводит некоторые формы до видового ранга, увеличивая число видов в роде до 5.

Основным признаком, отличающим *B. cederstroemi*, считается наличие на хвостовом придатке покрытого шипиками изгиба, отсутствующего у *B. longimanus*. Между тем этот признак подвержен настолько сильной изменчивости, что им невозможно пользоваться для определения. Непригодность этого признака как видового была окончательно доказана Э. Д. Мордухай-Болтовской [4], которая при разведении битотрефов в лаборатории

получила от самок типа *cederstroemi* потомство типа *longimanus* и наоборот, а иногда самки одного типа давали потомство обоих типов. Таким образом, была подтверждена правильность мнения Пенго, по существу поддержанного Лилльеборгом, согласившимся, что в природе встречаются все переходы между 2 видами.

Морфологические признаки *Bythotrephes* из водоемов  
Волго-Балтийской системы

Водоем	Общая минерализация, мг/л	Изгиб на хвостовом придатке	Длина тела, мм	Длина хвостового придатка, длина тела	Длина хвостовых когтей III пары	Направление концов когтей
Ладожское озеро	55—60	Есть	2.3—2.9	2.6—3.8	0.8—1.2	Вперед
Онежское озеро	45—65	»	1.8—3.0	2.4—4.0	0.3—0.7	»
		Нет	2.0—2.9	2.0—3.2	0.15—0.4	Разное
Белое озеро . .	> 100	»	1.4—2.0	2.5—3.2	0.17—0.35	Назад
Рыбинское водохранилище . .	> 100	Есть	1.7—2.4	2.4—3.6	0.4—0.75	Вперед
		Нет	1.5—2.3	2.2—3.0	0.15—0.35	Разное
Пруд около Борка	Около 150	»	2.2—3.2	2.0—2.5	0.15—0.3	Назад

Признавая существование только одного вида, который по праву приоритета должен именоваться *Bythotrephes longimanus*, необходимо подчеркнуть его необычайную полиморфность. Описанные Лилльеборгом 6 «вариететов», к которым Ишрейтом было прибавлено 3, а А. Л. Бенингом [1] еще один, образуют ряд, крайние члены которого настолько отличаются друг от друга, что с трудом могут быть отнесены к одному роду, а не то что к виду. На одном конце ряда находится *B. longimanus* v. *arcticus* — очень крупные (с длиной тела до 6 мм) рачки с прямым и чрезвычайно коротким (не длиннее тела) хвостовым придатком, со сближенными парами хвостовых когтей, направленных концами назад, и длинным абдоменом. На другом конце ряда — форма, называвшаяся *B. cederstroemi* v. *cederstroemi* — мелкие (длиной 1.7—2.5 мм) рачки с длинным (в 3—4 раза длиннее тела) хвостовым придатком, несущим явственный изгиб и далеко расставленные длинные когти, направленные концами впереди.

Заметим, что крайняя полиморфность свойственна всему сем. *Cercopagidae*: многие виды каспийского рода *Cercopagis* тоже с трудом отграничиваются друг от друга, и возможно, должны быть соединены [5].

Но что представляют собой многочисленные формы *B. longimanus*? Только ли проявления индивидуальной изменчивости — модификации в смысле Б. С. Кузина [3] или также географические и экологические формы? Выяснению этого вопроса, кроме литературных данных, могут способствовать результаты обработки

битотрефов, собранных в 1973 г. в водоемах Волго-Балтийской системы (см. таблицу).

Как видно, формы типа *cederstroemi* с изгибом хвостового придатка не могут считаться подвидами (географическими расами), так как встречаются в одном водоеме с формами без изгиба. Упомянутый выше var. *arcticus*, который был найден сначала на севере Скандинавии, позже оказался и в Западной Сибири [13], а также в Турции (в оз. р. Чалдырь).

Больше оснований связывать формы битотрефа с экологическими условиями, считая их морфами. А. Х. Мяэметс [6], рассматривая распространение битотрефов в озерах Эстонии, заключает, что «вид» *B. cederstroemii* обитает главным образом в олиготрофных водоемах, в слабо минерализованных водах, бедных кальцием, со средним или повышенным количеством гуминовых веществ. Однако, как видно, эти формы встречаются и в мезотрофных средне-минерализованных водах Белого озера и Рыбинского водохранилища; кроме того, они живут и в сильно минерализованной (400 мг/л и более) воде Цимлянского водохранилища [2].

Э. Д. Мордухай-Болтовская [4] показала, что в Рыбинском водохранилище количество форм *cederstroemi* возрастает, а *longimanus* убывает с прогревом воды от июня к августу и, таким образом, имеет место сезонная изменчивость.

Не оспаривая влияния температуры в пределах одного водоема, необходимо признать, что формообразование определяется и другими факторами. Еще Лилльеборг указывал, что вариетет *arcticus* обитает не в озерах (как другие формы вида), а в маленьких мелководных водоемах («лужах» — *Tümpeln*), что подтвердил и Сарс [13]. Битотрефы, обитающие в мелком пруду в районе Борка (см. таблицу), также отличаются укороченным хвостовым придатком и большими размерами. При этом замечено, что прудовая популяция битотрефа, ежегодно формирувавшаяся из выловленных в водохранилище обоих «видов», всегда (в течение 3 лет) приобрела один и тот же облик. Видимо, образование форм типа *arcticus* происходит под влиянием специфических условий обитания в малых водоемах (незначительная глубина, освещенность всей толщи воды, отсутствие устойчивой стратификации, повышенная концентрация пищи), оказывающих более сильное воздействие, чем повышение температуры.

Труднее сказать, почему при этом наблюдается увеличение размеров и укорочение хвостового придатка. Изгиб хвостового придатка, по всей видимости, связан с его длиной. Из таблицы видно, что изгиб имеется только в тех случаях, когда хвостовой придаток не менее чем в 2.4—2.3 раза длиннее тела рачка. При меньшей относительной длине он всегда прямой, хотя бывает прямым и при большей длине. Самые длинные хвостовые придатки, превосходящие тело более чем в 3—3.2 раза, всегда имеют

изгиб. Эта зависимость замечается уже и в описаниях Лилльборга. Здесь проявляется, очевидно, та же закономерность, что и у видов *Cercoragis*, у которых характерный для этого рода двойной изгиб хвостового придатка появляется только в тех случаях, когда придаток в 4—5 раз длиннее тела [12]. Возможно, что у обоих родов этот изгиб служит приспособлением для погашения сильных колебаний (взмахов) хвостового придатка при плавании, происходящем посредством ударов вторых антенн.

Сам хвостовой придаток, очевидно, представляет собой стабилизатор, обеспечивающий быстрое прямолинейное движение животного. Можно предположить, что в мелких водоемах уменьшается потребность в долгих пробегах по прямой линии. С другой стороны, длинный хвостовой придаток с изгибом (покрытым шипами) и сильно развитыми расставленными когтями должен увеличивать плавучесть тела. Это свойство может оказаться полезным в условиях более глубоких, термически стратифицированных водоемов для облегчения пребывания животного в определенных слоях. Повышение плавучести нужно также при уменьшении вязкости воды с повышением ее температуры.

Насколько эти предположения справедливы и какие факторы еще определяют необыкновенно своеобразное и изменчивое строение битотрефа и других церкопагид, могут выяснить только экспериментальные исследования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Б е н н и г А. Л. Кладоцера Кавказа. Тбилиси, Грузмедгиз, 1941, с. 1—384.
2. Г л а м а з д а В. В. О полифемидях Цимлянского водохранилища. — Гидробиол. ж., 1969, 5, с. 97—98.
3. К у з и н Б. С. О низших таксономических категориях. — В кн.: Вопр. общ. зоол. и мед. паразитол., М., Медгиз, 1, 1962, с. 138—154.
4. М о р д у х а й - Б о л т о в с к а я Э. Д. К вопросу о систематике рода *Bythotrephes* Leydig. — Бюлл. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1959, 4, с. 29—32.
5. М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д. Отряд ветвистоусых, *Cladocera*. — Атлас беспозв. Каспийского моря. М., Пищепром., 1968, с. 120—160.
6. М я з м е т с А. Х. Ветвистоусые (*Cladocera*) Эстонской ССР. — Автореф. дисс., Тарту, 1961, с. 1—24.
7. П е н г о Н. О. *Bythotrephes*. Азовского моря и о видовых признаках этого рода вообще. — Тр. Харьковск. об-ва испыт. природы, 1880, 13, с. 9—20.
8. F l ö s s n e r D. Kiemen und Blattfusser, *Branchiopoda*. — Tierwelt Deutschlands, 1972, 60 Teil, p. 2—408.
9. I s c h r e y t G. Ein Beitrag zur vergleichenden Morphologie und Systematik der Polyphemiden. — Z. wiss. Zool., 1934, 146, p. 236—282.
10. I s c h r e y t G. Über den *Bythotrephes* subalpiner Seen. — Arch. Hydrobiol., 1939, 34, p. 105—129.
11. L i l l j e b o r g W. *Cladocera* Sueciae. — Nova acta Regiae soc. scient. upsaliensis, 1901, 19, p. 1—701.

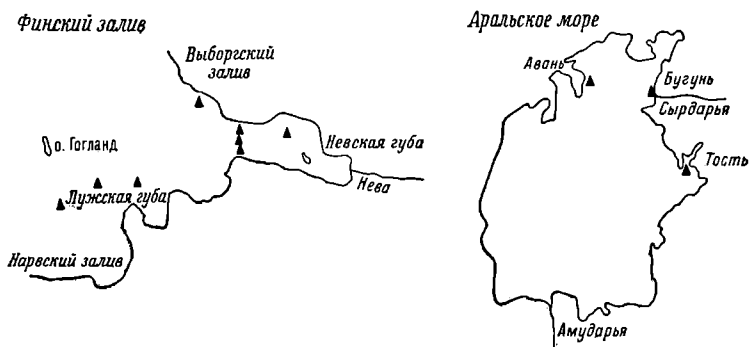
12. Mordukhai-Boltovskoi Ph. D. On the *Polyphemidae*.—Crustaceana, 1968, 14, 2, p. 197—209.
13. Sars G. O. On the crustacean fauna of Central Asia. — Ежегодн. Зоол. музея имп. Акад. наук, 1963, 8, 2, с. 157—232.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

Л. Г. Буторина, В. Н. Сергеев,  
Т. А. Картунова

### О НАХОЖДЕНИИ *POLYPHEMUS PEDICULUS* (L.) В СОЛОНОВАТЫХ ВОДАХ

*P. pediculus* — единственный пресноводный представитель рода. Он встречается в прибрежной зоне рек, озер, прудов, водохранилищ [1, 3—5, 7, 9, 11, 12, 14], во временных водоемах [8], лесных и луговых лужах [10, 15] и болотах [6].



Распространение *Polyphemus pediculus*.

Недавно рачок был обнаружен в Финском заливе Балтийского моря при солености до 5‰ и в прибрежной зоне Аральского моря при 2—10‰. Места нахождения полифемов представлены на рисунке. Отбор проб производился сетью Джудея с диаметром входного отверстия 25 см. В Аральском море рачки были обнаружены лишь в августе 1959 г. в незначительном количестве на глубинах, не превышающих 1 м (табл.1).

В Финском заливе полифемус встречается в массе периодически над глубинами 18—27 м. Подобная глубоководность *P. pediculus* впервые отмечалась в 1966 г. Макнотом для особей из оз. Мичиган [13]. По данным этого автора, рачок обитает над глубинами 32 м. Амплитуда его суточных вертикальных миграций в указанном озере составляет 13 м. Полифем в Фин-

ском заливе опускается несколько глубже, и амплитуда его миграций достигает 20 м.

При сравнении обнаруженных форм с пресноводным полифемом из прибрежья Рыбинского водохранилища удалось установить следующее. Существенных морфологических различий в связи с изменением места обитания у рачков не наблюдается.

Т а б л и ц а 1

Условия обитания и максимальная численность  
*Polyphemus pediculus*

Водоем	Глубина, м	Темпера- тура, °С	Соленость, ‰	Численность, экз./м³
Финский залив	0—20.0	8.0—19.5	1.1—5.9	7140
Аральское море	0.7—1.0	20.0—27.0	1.9—10.4	7
Рыбинское водо- хранилище . .	0—2	1.0—27.0	0	2173000

Размер тела особей (без хвостового стебля), форма, длина члеников и щетинок антенны I, члеников и щетинок ног не меняются. Они одинаковы у солоноватоводных и пресноводных форм. У особей, обитающих в солоноватых водах, происходит некоторое удлинение хвостового стебля, антенны II и их щетинок.

Формы из Финского залива подверглись значительно большим изменениям, чем рачки из Аральского моря. У них заметно увеличен хвостовой стебель, основание, членики и щетинки антенны II, а также щетинки и оперение экзоподитов ног. Подобное отклонение от обычных размеров (в пределах 0.05—0.07 мм) наблюдается постоянно как у самцов, так и у самок на протяжении всего жизненного цикла. Хвостовой стебель и основание антенн II возрастают на  $\frac{1}{4}$  своей длины, членики антенн II — на  $\frac{1}{3}$ , основания антенн II и щетинки экзоподитов ног — на  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  длины, а бичи щетинок антенн II — вдвое. При сопоставлении размеров отдельных частей тела лишь соотношение длины антенн II, верхушечных щетинок и тела выходит за пределы максимальных значений для пресноводных форм [2] вследствие значительного увеличения щетинок плавательных антенн. Изменение других частей тела происходит в пределах вариаций пресноводных полифемов (табл. 2). Причины, вызывающие удлинение антенн, хвостового стебля и их щетинок у солоноватоводных форм, еще не ясны.

Максимальное увеличение этих частей тела наблюдается у каспийского полифема (*P. exiguus*), обитающего над глубинами свыше 30 м при солености 12—13‰ [2].

У рачков из Аральского моря происходит лишь некоторое удлинение бичей верхушечных щетинок и основания антенны II. Однако эти отклонения настолько малы (не более 0.03 мм), что

особи из Аральского моря существенно не отличаются от пресноводного полифема Ярославской обл. Это подтверждается соотношением размеров антенн II и хвостового стебля с размерами тела (табл. 2). Их величины не выходят за пределы максимальных значений для *P. pediculus* Рыбинского водохранилища [2].

Т а б л и ц а 2

Соотношение длины отдельных частей тела у *Polyphemus pediculus* в зависимости от места обитания

Водоем	Антенна II/тело		Хвостовой стебель/тело		Антенна II		
	со щетинками	без щетинок	со щетинками	без щетинок	членики/основание	бпч основание щетинок	
						верхушечных	боковых
Рыбинское водохранилище	0.81	0.61	1.02	0.46	0.864	1.17	1.86
Финский залив . . . . .	1.10	0.79	1.10	0.55	0.893	1.86	1.50
Аральское море . . . . .	0.90	0.66	0.99	0.46	0.760	1.67	1.57

Таким образом, можно предположить, что существует особая солоноватоводная форма *P. pediculus*, приспособившаяся к жизни в Финском заливе Балтийского моря. В Аральском море полифем, очевидно, не живет, а занесен сюда течением из дельты Сырдарьи.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Б у т о р и н а Л. Г. Некоторые данные по распределению и жизненному циклу *Polyphemus pediculus* (L.) — В кн.: Биол. аспекты изуч. водохр., Л., «Наука», 1963, с. 144—152.
2. Б у т о р и н а Л. Г. К морфологии *Polyphemus exiguus* Sars. — В кн.: Физиол. водных организмов и их роль в круговороте органич. вещества. Л., «Наука», 1969, с. 137—157.
3. 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. Я. Фауна прибрежной зоны Рыбинского водохранилища. — Тр. Биол. ст. «Борок», 1958, 3, с. 142—194.
4. A g n e m o R. Limnological Studies in Hyttodammen. 3. Zooplankton. — Rept. Inst. Freshw. Res., Drottningholm, Lund, 1965, report 46, p. 234—235.
5. A x e l s o n J. Zooplankton of impoundment of two lakes in northern Sweden. — Rept. Inst. Freshw. Res., Drottningholm, Lund, 1961, p. 84—168.
6. B e a u c h a m p P. Sur la repartition de *Polyphemus pediculus* (*Cladocera*). — C. R. Ass. franc., 1928, 52, p. 641—642.
7. B e r g K. Biological studies on the rives Susaa. — Folia limnol. scand., 1948, 4, p. 15—17.
8. F a b r i c i u s J. Entomologia systematica, 1775, 2, p. 1—502.
9. G u e r n e J., R i c h a r d J. Entomostraces recueillis par M. Charles rabot en Russie et en Sibirie. — Bull. Soc. zool. France, 1891, 16, 8, p. 232—246.

10. H a b e r b o s c h P. Die Süßwasser Entomostracen Grönlands. — Z. Hydrologie, 1, 1/2, 1920, p. 136—184, 245—349.
11. H e a l O. W. Note on a swarm of zooplankton. — Irish Naturalists' J., 1962, 14, 2, p. 42—43.
12. L ö t m a r k e r T. Studies on planktonic crustacea in thirteen lakes in northern Sweden.—Rept. Inst. Freshw. Res., Drottningholm, 1964, 45, p. 113—189.
13. M c N a u g h t G. Depth control by planctonic Cladocerans in lake Michigan — Great Lakes — Res. Division. The University Michigan, 1966, 15, p. 25—28.
14. P e s t a O. Studien über die Entomostrakenfauna des Neusiedler Sees. — Wiss. Arb. Burgenland, 1954, 2, p. 74—75.
15. S c o u r f i e l d D. J. A key to the British species of fresh-water Cladocera. — Freshwater Biol. Assoc., 1958, 5, p. 1—55.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

П. В. Тузовский

**НИМФА ВОДЯНОГО КЛЕЩА *PARATHYAS*  
*THORACATA* (PIERSIG, 1896) (*HYDRYPHANTOIDEA*,  
*ACARIFORMES*)**

Краткое описание нимфы имеется в работах Пирзига [2] и Фитса [3], но оно неполно — некоторые органы вообще не описывались, поэтому мы считаем целесообразным сделать переописание нимфы.

Цвет красный. Длина тела 760—1000 мкм. Передний дорсальный щит округлый, неправильной 5-угольной формы (рис. 1, А), находится между рядами теменных и затылочных щетинок. Первая пара дорсоцентральных щитков крупнее 3 последующих. Наибольшей величины достигает последняя пара дорсоцентральных щитков, расположенная в задней части тела. Дорсолатеральные щитки довольно крупные, овальной формы. На дорсальной поверхности все щетинки, за исключением ботридиальных ТВ и ЗВ, снабжены кожными железами. В работе используется ранее разработанная нами номенклатура щетинок [1]. Теменные внутренние щетинки перистые, остальные гладкие.

На всех коксальных щитах (рис. 1, Б) по 3 щетинки. Половой орган с 4 присосками. На генитальных створках по 3—4 щетинки. Прегенитальный щиток (*преген*) мелкий, округлой формы. Постгенитальный щиток (*постген*) крупнее прегенитального. Под половыми створками находится довольно крупный продолговатый генитальный щиток (*ген*). Экскреторное отверстие окружено кольцеобразным анальным щитком (*ан*). По обе стороны экскреторного отверстия в направлении к задней части тела расположена пара наиболее крупных на вентральной поверхности вентроцентральных щитков (*вц*). Первая пара вентролатеральных щит-



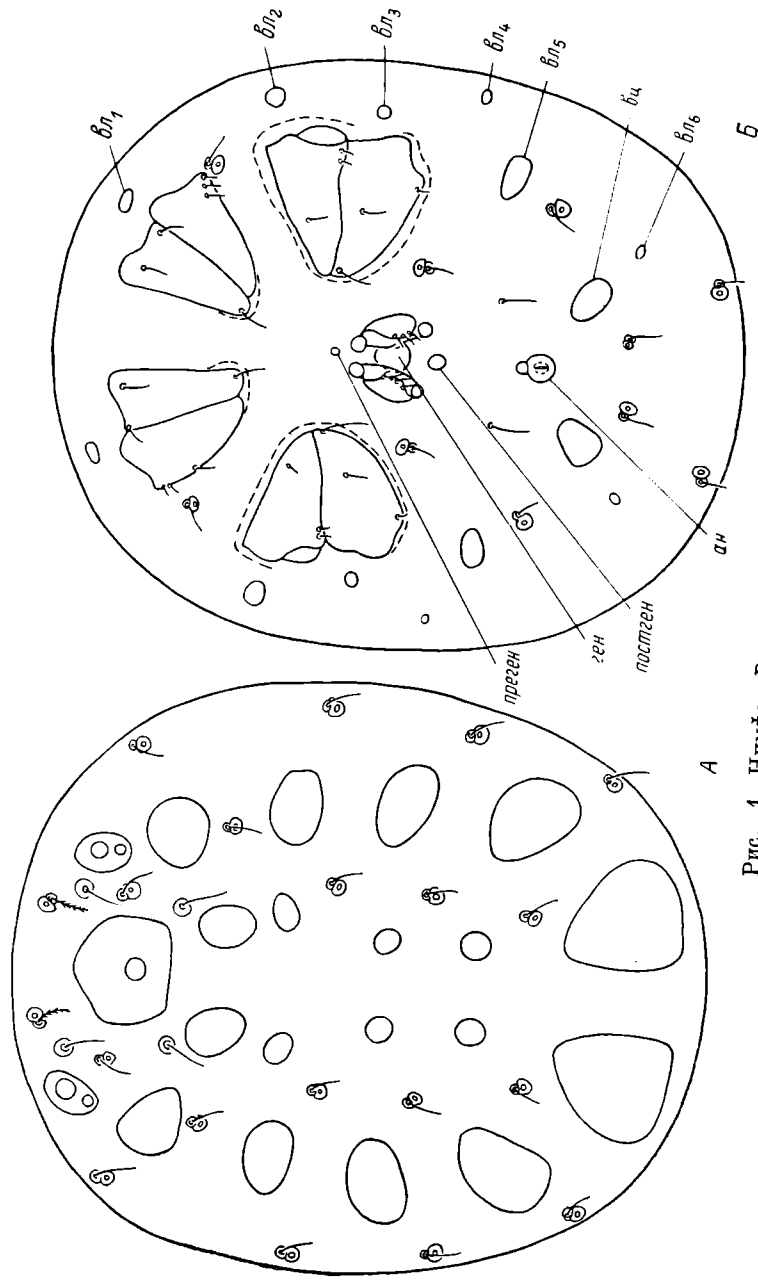


Рис. 1. Нимфа *Parathyas thoracata*.

А — сверху, Б — снизу. Обозначение ventralных щитков см. в тексте.

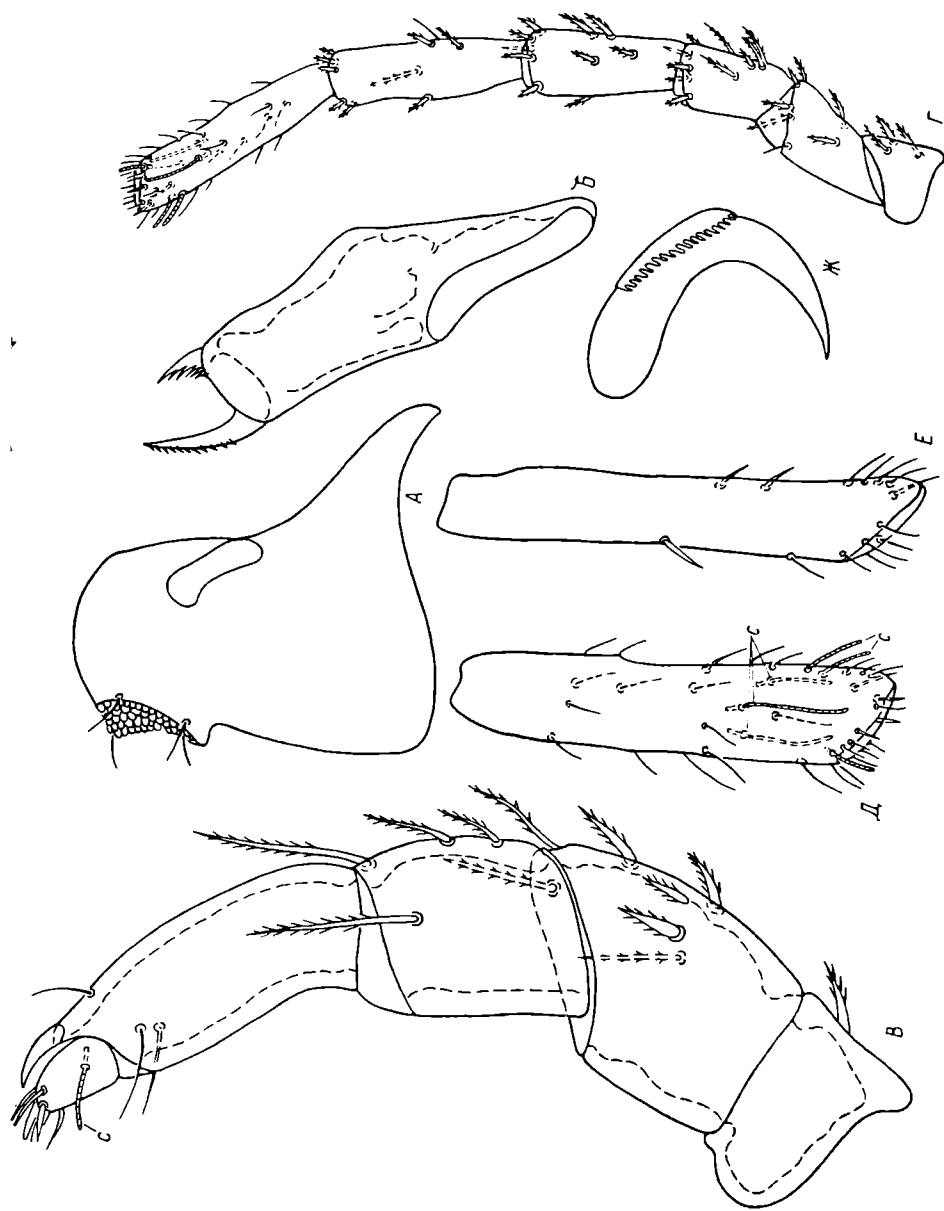


Рис. 2. Нимфа *Paratithyas thogacata*. Детали строения.

А — гиносом сбоку, В — хелипера, Г — педипальпа, Г — нога I, Д — лапка ноги I, Е — лапка ноги IV, Ж — ноготок, З — солений.

ков ( $вл_1$ ) в виде короткой поперечной полоски расположена на уровне латерального края I и II кокс, 2-я и 3-я ( $вл_2, вл_3$ ) — соответственно на уровне III и IV кокс. Из всех вентральных щитков самая мелкая 4-я пара ( $вл_4$ ). Пятая пара щитков ( $вл_5$ ) по величине почти такая же, как вентроцентральная, но несколько смещена назад и лежит конутри от  $вл_4$ . Последняя пара вентролатеральных щитков ( $вл_6$ ) находится на уровне внутренних хвостовых щетинок (ХВ). На вентральной стороне из туловищных щетинок только постанальные (ПА) без кожных желез.

Гипостом (рис. 2, А) с 2 парами примерно равных по величине щетинок. Присоски в проксимальной части гипостома мелкие, расположены тесно одна к другой, образуя присасывательный диск. Почти под прямым углом к продольной оси гипостома присасывательный диск развернут на вентральную поверхность.

Подвижный палец хелицер (рис. 2, Б) заострен и зазубрен с выпуклой стороны. Основной членик хелицер почти в 3 раза длиннее подвижного пальца. На месте редуцированного неподвижного членика хелицер расположен зубчатый гиалиновый отросток.

На 1-м членике педипальпы (рис. 2, В) — 1, на 2-м — 5—7, на 3-м — 4 перистых щетинки, на 4-м — 3 гладких дистальных щетинки и 1 мощный изогнутый дорсодистальный шип. На голени педипальпы в ее проксимальной части с наружной стороны 1 солений (рис. 2, В, с). Длина члеников пальпы, измеренная по дорсальной стороне, соответственно составляет 35, 75, 55, 85 и 30 мкм. Ноги вооружены многочисленными перистыми и гладкими щетинками (рис. 2, Г). Общее число щетинок на ходильных конечностях следующее.

Нога	Всего щетин	Бедро I	Бедро II	Колено	Голень	Лапка
I	3	7—8	10—11	11	10—12	32—36
II	3	7—9	8—9	12	12—14	23—30
III	2—3	6—7	9—10	12—13	10—12	21—23
IV	4—5	4—6	9—11	12—14	11—12	12—14

Число щетинок, как правило, возрастает по направлению к конечным членикам. Наибольшее число щетинок обнаружено на последнем членике I—III ног. На лапке ноги I кроме тактильных щетинок выявлено 4—6 солений (рис. 2 Д, с). В несколько меньшем количестве (2—5) они обнаружены на лапке II. На остальных лапках солений отсутствуют. Наиболее бедны хетомом лапки IV ноги (рис. 2, Е). Помимо надкоготковых и подкоготковых щетинок они снабжены 1 дорсальной и 2 вентральными шиповидными щетинками.

Коготки (рис. 2, Ж) простые, заостренные. На выпуклой стороне коготков расположена надкоготковая пластинка, обрамленная рядом мелких зубчиков.

Нимфа отличается от взрослых клещей меньшими размерами, строением полового органа, обедненным хетомом педипальп и ходильных конечностей.

1. Вайнштейн Б. А., Тузовский П. В. Туловищный хетом водных клещей, его онтогенез и эволюция. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1974, 25 (28), с. 230—269.
2. Piersig G. R. *Acarina, Hydrachidae*. — In: Piersig u. Lohmann. *Acarina, Hydrachnidae und Halacaridae*. Tierreich, Berlin, 1901, 13, p. 18—336.
3. Viets K. *Wassermilben oder Hydracarina*. — Tierwelt Deutschlands, 1936, 31—32, p. 1—574.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

Р. А. Родова

**САМКИ ХИРОНОМИД (*DIPTERA, CHIRONOMIDAE*).  
XV. *CHIRONOMUS ANTHRACINUS* ZETT., 1860**

Вид довольно широко распространен [6], но самка описана очень кратко [1, 4, 5, 7]. Подробное описание дается впервые.

Длина 6.0—6.5 мм. Темно-коричневая. Мезонотальные полосы и мезостернум черные. Теменные щетинки многочисленные, лобные штифты относительно крупные, покрыты волосками (см. рисунок, А).

Антенны 6-члениковые (см. рисунок, В), коричневые. 2—5-й членики с более или менее удлинненной шейкой и 2 утолщениями. Дистальные утолщения без щетинок, небольшие. Весь последний членик покрыт многочисленными мелкими сенсиллами, у его вершины одна прямая щетинка.

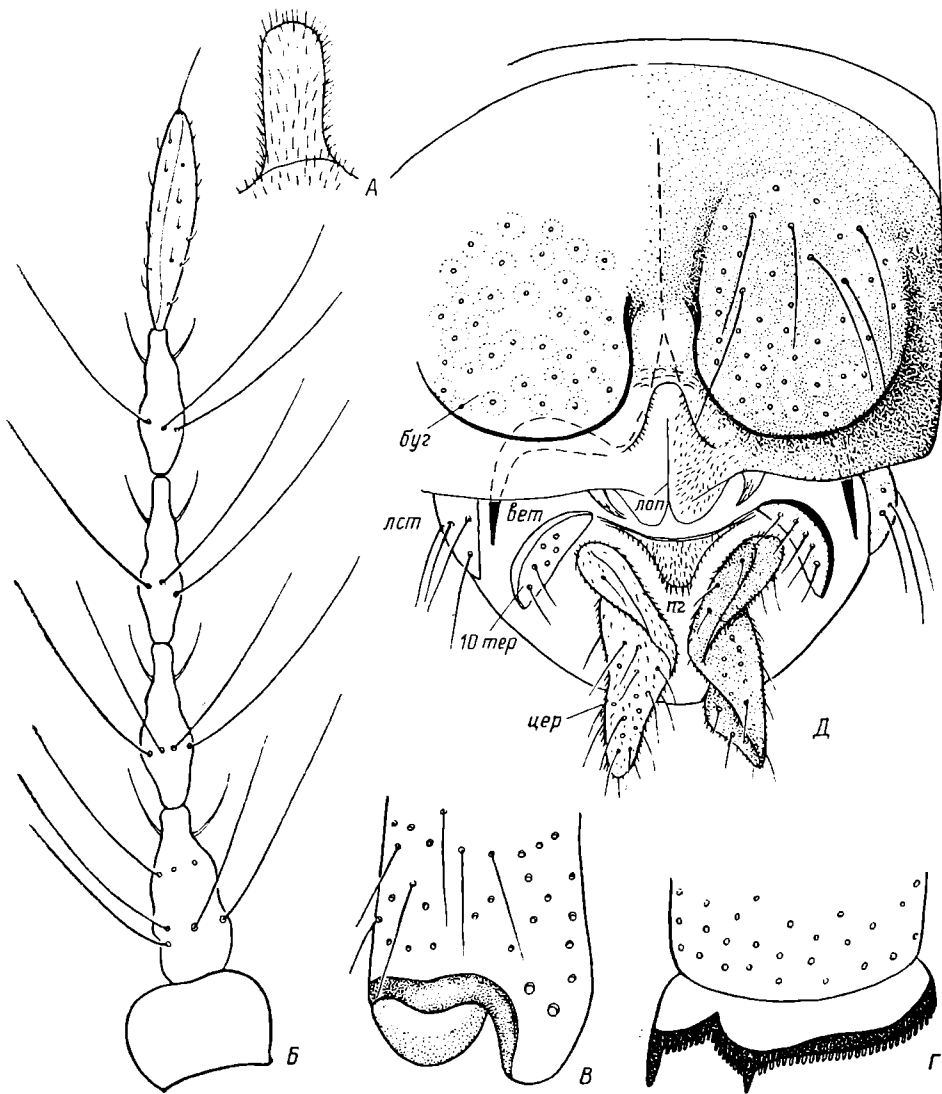
Основание постклипеуса и тормы черные.

Хетотаксия среднеспинки: дорсомедиальных щетинок 18—33, дорсолатеральных 50—65, преалярных 8—12, посталярных 1—2. Щиток коричневый, с многочисленными щетинками (55), расположенными в 3 неправильных ряда. Передний край щитка широко затемнен, задний с черной узкой полосой. Передняя треть постнотума коричневая, остальная часть черная.

Ноги коричневые. Передние голени (см. рисунок, В) на вершине с закругленным выступом, средние и задние (см. рисунок, Г) с черными гребешками и 2 небольшими шпорами.

Крылья с коричневыми передними жилками (С, R, R<sub>1</sub>, R<sub>4+5</sub>, М, r-m), вокруг r-m темное пятно. Рукоятка радиальной жилки коричневая, посередине затемнена, с 3 щетинками и обычными группами пор [3]. Крыловая чешуйка с многочисленными волосками. Жужжальце с зеленой головкой и коричневой ножкой. Крыловая и грудная щетки коричневые, хорошо развиты [2].

Брюшко темно-коричневое, стерниты светлее тергитов. 8-й стернит (см. рисунок, Д, 8 ст) с крупными буграми, на которых



Детали строения *Chironomus anthracinus* Zett.

А — лобный штифт, Б — антенна, В — вершина передней голени, Г — вершина задней голени, Д — конец брюшка; буг — бугры 8-го стернита, вет — ветвь аподемы, лоп — лопасть выреза, лст — латеростернит, пг — постгенитальная пластинка, 8 ст — 8-й стернит, 10 тер — склерит 10-го тергита, цер — церки.

разбросанно сидят щетинки, вокруг их тек светлые пятна. Задний край бугров окантован узкой черной полосой. 8-й стернит перед вырезом, между буграми, светло окрашен. Лопасты, ограничивающие вырез, нежные, покрыты многочисленными шипиками (см. рисунок, *Д, лоп*). По бокам лопастей расположены небольшие щеточки. Латеростерниты (9-й стернит) с несколькими щетинками (см. рисунок, *Д, лст*), склериты 10-го тергита по переднему краю черные, с многочисленными щетинками (см. рисунок, *Д, 10, тер*). Постгенитальная пластинка (см. рисунок, *Д, пг*) крупная. Церки лопастевидные, изогнутые (см. рисунок, *Д, цер*). Сперматеки шаровидные. Аподема (9-й стернит) с широкими черными ветвями (см. рисунок, *Д, вет*).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Линевиц А. А., Ербаева Э. А. К систематике рода *Chironomus* Meig. из водоемов Прибайкалья и Западного Забайкалья. — Изв. биолого-геогр. НИИ Иркутск. Гос. ун-та, 1971, 25, с. 127—190.
2. Родова Р. А. Аппарат закрепления крыльев в покоящемся положении комаров-хирономид (*Diptera, Chironomidae*). — Энтомол. обозр., 1968, 47, 4, с. 824—825.
3. Родова Р. А. Радиальная жилка крыла хирономид (*Diptera, Chironomidae*). — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1969, 3, с. 30—32.
4. Соос R. L. Family Chironomidae. — In: Handbooks for the Identification of British Insects. Roy. Entomol. Soc., London, 1950, 9, 2, p. 121—216.
5. Coetghebuer M. *Tendipedidae—Tendipedinae*. — In: Lindner. Die Fliegen der palaearktischen Region, 1937, 107, 13, p. 1—73.
6. Fittkau E. J., Schlee D., Reiss F. Limnofauna Europaea Chironomidae. Stuttgart, 1967, p. 346—381.
7. Strenzke K. Revision der Gattung *Chironomus* Meig. I. Die Imagines von 15 norddeutschen Arten und Unterarten. — Arch. Hydrobiol., 1959, 56, 1/2, p. 1—42.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

В. Е. Матей

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ГИПОТАЛАМО-ГИПОФИЗАРНОЙ НЕЙРОСЕКРЕТОРНОЙ СИСТЕМЫ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ ПРИ ОСТРОМ ТОКСИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Существует большое количество работ, посвященных действию разнообразных стрессорных факторов среды на гипоталамо-гипофизарную нейросекреторную систему (ГГНС) рыб. Во многих из них рассматривается функциональная активность ГГНС осетровых в стрессорных ситуациях, однако эти работы

в основном касаются взрослых рыб, исследования ГГНС этих видов на ранних этапах онтогенеза немногочисленны [4, 10].

В нашей работе изучалось действие стрессорного агента химической природы — фенола на функциональную активность ГГНС молоди осетровых рыб.

Объектом исследования служили 50 мальков белуги в возрасте 65 дней, выращенных из икры в прудах Усть-Куринского осетрового завода. Вес рыб достигал 2 г, длина 7 см. Рыбы были помещены в аквариумы с температурой 18,5°, где содержались в течение 2 дней до начала эксперимента. Особи контрольной группы находились в чистой воде. В опытный аквариум вносился фенол в концентрации 50,0 мг/л, летальной для данного вида рыб [3].

Материал для гистологических исследований брался через 1, 2, 4, 6 и 9 час. с начала токсического воздействия. Мозг и гипофиз рыб фиксировались по Буэну, парафиновые срезы толщиной 5—7 мкм окрашивались паральдегид-фуксином по Гомори—Габу с докраской азокармином. Для определения функционального состояния ГГНС в контроле и эксперименте производилась оценка количества нейросекрета в нейросекреторных клетках преоптического ядра, преоптической нейросекреторной контактной области и в нейрогипофизе по 5-балльной шкале на полной серии срезов. Объемы тел клеток и ядер вычислялись по формуле эллипсоида вращения. Результаты экспериментов статистически обрабатывались.

**К о н т р о л ь.** Нейросекреторное вещество во всех отделах ГГНС белуг окрашивалось интенсивно и распределялось равномерно. Количество нейросекрета в контроле было умеренным (см. таблицу).

Функциональная активность ГГНС молоди белуг при остром отравлении фенолом

Время воздействия, часы	Количество нейросекрета, баллы			Объем НСК, условные ед.	Объем ядер, условные ед.
	ПЯ	НГ	ПНКО		
Контроль	3.0±0.2	3.4±0.3	2.5±0.4	17.1±0.2	12.6±0.4
1	2.8±0.4	4.5±0.5	1.8±0.2	18.0±0.4	12.8±0.5
2	2.4±0.2	3.1±0.3	1.4±0.3	18.6±0.5	13.4±0.7
4	2.0±0.1	2.2±0.4	1.0±0.2	28.7±0.2	14.2±0.3
6	1.0±0.2	0.9±0.3	0.7±0.1	25.1±0.2	13.7±0.5
9	0.6±0.1	0.5±0.2	0.6±0.1	22.8±0.7	13.1±0.4

П р и м е ч а н и е. Объяснение сокращений — в тексте.

Реакция ГГНС молоди белуг на стрессорное токсическое воздействие может быть разделена на 3 фазы.

1-я фаза (1 час токсического воздействия). Количество нейросекрета, вырабатываемого в нейросекреторных клетках (НСК) преоптического ядра (ПЯ) подопытных рыб, существенно не меняется (см. таблицу), хотя судя по изменению окраски нейросекрета и некоторому увеличению объемов тел клеток и их ядер, имеется тенденция к активации гипоталамических центров. Секрет в количествах, близких к контрольному, выводится в оба

нейрогемальных отдела ГГНС рыб. Нейросекреторное вещество, поступающее в нейрогипофиз (НГ), депонируется в нем, количество его резко возрастает по сравнению с контролем (см. таблицу). Однако выброс нейрогормонов из системы гипоталамус—гипофиз не прекращается. Интенсивное выведение их продолжается через преоптическую нейросекреторную контактную область (ПНКО). Количество нейросекрета в ПНКО уменьшается, секрет окрашивается менее интенсивно (см. таблицу).

В поведенческих реакциях подопытных рыб также наблюдаются определенные отклонения от нормы. Первоначальная реакция их на внесение фенола очень сильна — вплоть до нарушения рефлекса равновесия у отдельных рыб. Однако это состояние быстро сменяется бурной двигательной активностью. Рыбы интенсивно перемещаются от дна к поверхности аквариума, совершают беспорядочные движения, т. е., по всей видимости, находятся на 1-й фазе отравления фенолом [9].

2-я фаза (2—4 часа токсического воздействия). Система гипоталамус—гипофиз находится в состоянии функционального напряжения. Количество нейросекрета во всех отделах системы значительно снижается по сравнению с контролем (см. таблицу). НСК преоптического ядра увеличены почти в 2 раза, сильно вакуолизированы, увеличен объем клеточных ядер (см. таблицу). И в нейрогипофизе, и в ПНКО содержится очень малое количество нейросекрета, что может косвенно свидетельствовать об интенсивном выведении его из обоих нейрогемальных отделов ГГНС подопытных рыб. В нейрогипофизе слабо окрашены мелкие гранулы секрета располагаются только в дистальной части. Через 4 часа с начала токсического воздействия отмечается значительная гиперемия мозга и гипофиза белуг, разрыхление нервной ткани и неравномерность ее окраски, что по-видимому, может считаться началом деструктивных изменений, вызванных действием токсиканта.

У подопытных рыб нарушается координация движений, частично утрачивается рефлекс равновесия, что соответствует 2-й фазе отравления фенолом.

3-я фаза. ГГНС находится в состоянии полного функционального истощения. Все отделы системы лишены нейросекреторного вещества (см. таблицу). Рыбы зафиксированы на 3-й фазе отравления в положении на спине, дыхательные движения редки и нерегулярны.

Таким образом, действие фенола на молодь белуг вызывало в их ГГНС типичную стресс-реакцию. Сравнивая наши данные с материалами, полученными при исследовании действия солиности воды на ГГНС молоди осетровых [4, 10], мы обнаруживаем принципиальное сходство результатов. Общий характер реакции подтверждается ее однотипностью с ответом ГГНС взрослых осетровых [2] и костистых рыб [5, 6] на стрессорное токсичное воздействие.



Действие стрессорных агентов различной природы (фенол, соль) на рыб разных таксономических групп вызывает в ГГНС ответ, состоящий в уменьшении количества нейросекрета в системе, интенсивном выведении нейрогормонов, что приводит к ее полному опустошению и гибели подопытных рыб. Это еще раз служит подтверждением того, что система гипоталамус—гипофиз осуществляет реализацию защитно-приспособительных реакций организма на всех этапах постнатального онтогенеза [1, 7, 8,].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Войткевич А. А. Нейросекретия. Л., «Медицина», 1967.
2. Гарлов П. Е. Функциональная морфология нейрогемальных отделов ГГНС у осетровых. — Автореф. канд. дисс., Л., 1971.
3. Кокоса А. А. Динамика устойчивости осетровых рыб к фенолу на ранних этапах онтогенеза. — В кн.: Вопр. водной токсикол., М., 1970, с. 168—171.
4. Комачкова З. К. Морфо-функциональная характеристика ГГНС, тиреотропных клеток гипофиза и щитовидной железы мальков Волжского и курийского осетра. — Автореф. канд. дисс., Баку, 1972.
5. Матей В. Е. Гипоталамо-гипофизарная нейросекреторная система группы при хроническом отравлении фенолом. — Ж. эволюц. биохимии и физиол., 1973, 9, 5, с. 481—487.
6. Матей В. Е., Поленов А. Л. О влиянии гипертонической среды и фенольной интоксикации на ГГНС группы. — Ж. эволюц. биохимии и физиол., 1972, 8, 4, с. 388—394.
7. Поленов А. Л. Гипоталамическая нейросекретия. Л., «Наука», 1968.
8. Поповиченко Н. В. Роль гипоталамической нейросекреторной системы в приспособительных реакциях организма. Киев, «Наукова думка», 1973.
9. Флеров Б. А. Экспериментальное исследование фенольного отравления рыб. — Автореф. канд. дисс., Киев, 1965.
10. Яковлева И. В., Комачкова З. К. Нейрогипофиз и щитовидная железа осетровых при содержании рыбы в воде различной солености. — ДАН СССР, 1969, 186, 2, с. 481—483.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

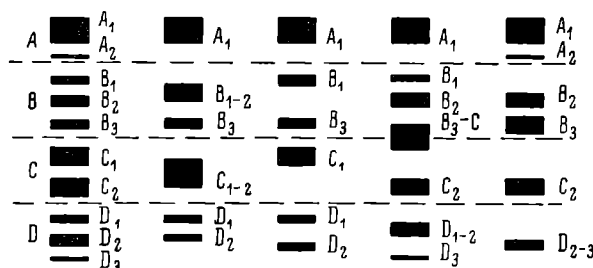
Н. Ф. Силкин, В. Р. Микряков

#### ПОЛИМОРФИЗМ СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ КРОВИ ЛЕЩА ГОРЬКОВСКОГО И КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ

Полиморфизм белков крови — один из объективных показателей функционального состояния и генетических особенностей живого организма. Знание многообразия сывороточных белков крови рыб имеет значение при решении ряда вопросов биохимической систематики, физиолого-биохимической разнокачественности внутривидовых группировок, селекции рыб и т. д.

Настоящая работа посвящена исследованию полиморфизма сывороточных белков крови леща. Цель — определить с помощью электрофореза сыворотки рыб в агаровом геле количество белковых компонентов и типы их сочетаний. Выбор данного объекта исследования обусловлен тем, что сведения о разнокачественности белков сыворотки леща в литературе отсутствуют.

Материалом для исследования послужила сыворотка крови, полученная от половозрелых лещей, имеющих размеры 30—40 см и вес 600—1200 г. Материал собирался в сентябре 1973 г. Разделение белков производилось не позднее 10 суток после взятия крови по методу Грабар и Буртен [1] в течение 3 час. в мединал-вероналовом буфере с pH 8.6 при силе тока 28—30 ма и напряжении 70—80 в. Для электрофореза использовали агаровые пластины размером 12×17 см, толщиной 1.5 мм, приготовленные из отечественного агара в специально приспособленных камерах [2]. Процентный состав каждой фракции определялся весовым методом после предварительной регистрации их плотностей на микрофотометре G=2. Идентификация белковых фракций проведена путем сравнения электрофореграмм с таковыми человека.



Типы белковых фракций сыворотки крови леща.

В результате проведенных исследований установлено, что сывороточные белки крови леща Горьковского водохранилища разделяются на 6—8, Куйбышевского — на 6—11 фракций. По характеру распределения белковые фракции у рыб на электрофореграмме, как и у человека, подразделяются на 4 зоны. Первая зона соответствует альбуминам, 2-я —  $\alpha$ -, 3-я —  $\beta$ -, 4-я —  $\gamma$ -глобулинам человека, которые нами условно обозначены как белки «А», «В», «С», «Д» (см. рисунок).

Белки зоны «А» при электрофорезе разделяются на 1 ( $A_1$ ) — 2 ( $A_1A_2$ ) фракции. Компонент  $A_1$  обоих сочетаний существенно не отличается и составляет 26.7, 29.8% от общего количества белка. Между тем на долю 2-го компонента  $A_2$  приходится 3.8% белка. В сыворотке крови рыб Горьковского водохранилища в этой зоне обнаружен белок  $A_1$ , тогда как у лещей Куйбышевского —  $A_1$  и  $A_1A_2$  (см. таблицу).

Белки второй зоны «В» представлены 6 типами сочетаний:  $B_1B_2B_3$ ,  $B_{1-2}B_3$ ,  $B_1B_2$ ,  $B_1B_3$ ,  $B_1B_2B_3-C$ ,  $B_2B_3$ .  $B_1B_2B_3$  состоит из 3 фракций, где доля каждого компонента составляет 9, 12, 11% общего белка. Сочетание  $B_{1-2}B_3$  — 2-компонентное, 1-я фракция  $B_{1-2}$  по величине на электрофореграмме и по содержанию

общего белка почти в 2 раза больше (около 19%), чем 2-я — 11%. В компоненте  $B_1$  сочетания  $B_1B_2$  белка около 11%, а во 2-й фракции  $B_2$  — 18%.  $B_1B_3$  состоит из 2 фракций с общим белком 14 и 11%. Тип сочетания  $B_2B_3$  включает фракции с уровнем общего белка у  $B_2$  — 18%, а  $B_3$  — 19%.  $B_1B_2B_3$ —C — 3-ком-

Частота встречаемости сочетаний белковых компонентов  
в сыворотке крови леща

Зона белка	Типы сочетаний	Горьковское водохранилище		Куйбышевское водохранилище	
		%	число рыб	%	число рыб
«А»	$A_1$	100	37	85	61
	$A_1A_2$	0	0	15	11
«В»	$B_1B_2B_3$	35	13	50	36
	$B_{1-2}B_3$	51	19	29	21
	$B_1B_3$	0	0	3	2
	$B_2B_3$	0	0	1.5	1
	$B_1B_2$	0	0	1.5	1
	$B_1B_2B_3$ —C	14	5	15	11
«С»	$C_1$	5	2	14	10
	$C_2$	22	8	21	15
	$C_1C_2$	43	16	26	19
	$C_{1-2}$	16	6	24	17
	$B_3$ — $CC_1$	3	1	8	6
	$B_3$ — $CC_2$	11	4	7	5
	$D_1$	60	22	40	29
	$D_1D_2$	32	12	21	15
«D»	$D_1D_{2-3}$	5	2	4	3
	$D_{2-3}$	3	1	0	0
	$D_1D_2D_3$	0	0	18	13
	$D_{1-2}D_3$	0	0	13	9
	$D_{1-2}$	0	0	4	3

понентное сочетание, где на  $B_1$  приходится 9,  $B_2$  — 13,  $B_3$ —C — 28% общего белка. Лещи Горьковского водохранилища отличаются от рыб Куйбышевского меньшим числом сочетаний белковых компонентов зоны «В». В сыворотке крови рыб Горьковского водохранилища выявлено 3 типа сочетаний, а Куйбышевского — 6.

Белки зоны «С», как и «В», образуют 6 типов сочетаний:  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_{1-2}$ ,  $B_3$ — $CC_1$ ,  $C_1C_2$ ,  $B_3$ — $CC_2$  с уровнем общего белка 20, 20, 26, 28, 42, 48%. Первые три типа белковых сочетаний состоят из одного компонента, остальные из 2 фракций. В сочетании  $C_1C_2$  на долю 1-го компонента приходится 12%, второго — 16% общего белка. Общий белок 1-й фракции сочетания  $B_3$ — $CC_1$  составляет 28, 2-й — 12%. В последнем типе сочетания белка содержится соответственно по компонентам 28 и 20%. Лещи

в исследуемых водоемах по типам сочетаний этих белков не отличаются.

Четвертая зона белков при электрофорезе разделяется на 2 или 3 компонента. Среди рыб Куйбышевского водохранилища выявлено 6 сочетаний:  $D_1$ ,  $D_1D_2$ ,  $D_1D_2D_3$ ,  $D_{1-2}D_3$ ,  $D_1D_{2-3}$ ,  $D_{1-2}$ , а Горьковского — 4:  $D_1$ ,  $D_1D_2$ ,  $D_1D_{2-3}$ ,  $D_{2-3}$  с уровнем общего белка от 3 до 14 %. Белки этой зоны среди рыб обоих водохранилищ чаще всего встречаются в виде одного компонента  $D_1$ . Типы сочетаний  $D_1D_2D_3$ ,  $D_{1-2}D_3$ ,  $D_{1-2}$  обнаружены в сыворотках рыб Куйбышевского водохранилища,  $D_{2-3}$  — Горьковского. Таким образом, электрофоретический анализ сыворотки крови леща Горьковского и Куйбышевского водохранилищ показал, что сывороточные белки по электрофоретическим свойствам и числу фракций неоднородны. У рыб Горьковского водохранилища они образуют 14 типов сочетаний, Куйбышевского — 20.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Грабар П., Буртэн П. Иммуноэлектрофоретический анализ. М., ИЛ, 1963, с. 9—138.
2. Силкин Н. Ф., Микряков В. Р. Камера для приготовления агаровых пластин для электрофореза в экспедиционных условиях. Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1974, 25, с. 00.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Ю. В. Л а р и о н о в

#### О СКОРОСТИ РАЗЛОЖЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ФИТОПЛАНКТОНА И ДЕТРИТА

Распад органического вещества прижизненных выделений планктона и его отмирающих остатков лежит в основе круговорота веществ в водоемах. Об интенсивности разложения органического вещества планктона можно судить по скорости накопления минеральных соединений азота и фосфора и по потреблению кислорода на дыхание микроорганизмов. Обработка результатов экспериментальных исследований показала, что этот процесс протекает с убывающей скоростью и может быть описан уравнением реакции первого порядка [8, 10]. Как известно, эта закономерность ранее была установлена применительно к процессу распада органического вещества хозяйственно-бытовых сточных вод.

Константу скорости потребления кислорода ( $K_{\text{БПК}}$ ) рассчитывают по формуле.

$$K_{\text{БПК}} = \frac{1}{t} \log \frac{D_1}{D_2 - D_1},$$

где  $D_1$  и  $D_2$  — потребление кислорода за  $t$  и  $2t$  дней. Величины  $K_{\text{БПК}}$  при 20° в опытах по разложению органического вещества составляют 0.1—0.3 для разбавленных хозяйственно-бытовых стоков [9, 14], 0.02—0.17 — для взвесей, содержащих фитопланктон [1, 5, 6, 10, 12], 0.01—0.24 — для природных вод [11], 0.002—0.32 — для илов [7].

Известно, что константы скорости разложения отдельных органических соединений в природной воде 20° существенно различаются [2, 13]. Для биохимически нестойких веществ они выше, чем для стойких [2]. Поэтому приведенное выше различие величин констант, очевидно, обусловлено разнообразием находящихся в исследованных водоемах легкоусвояемых соединений. Кроме того, в природных водах имеются стойкие органические вещества, на разложение которых также расходуется кислород. При их относительно большом содержании в воде константы скорости БПК обычно имеют низкие значения и расчет по ним полного БПК дает сомнительные результаты [11].

Нами проведены исследования с целью сравнения констант разложения легко- и трудноокисляемого взвешенного органического вещества водоемов на примере водорослей *Chlorella vulgaris* и старого детрита планктонного происхождения.

Водоросли и детрит в воздушно-сухом состоянии выделяли из воды путем фильтрации через мембранный фильтр № 2 со слоем измельченной двуокиси кремния [4]. Собранную взвесь вместе с  $\text{SiO}_2$  помещали в склянки объемом около 100 мл с артезианской водой, которая предварительно хранилась в темноте при комнатной температуре около 3 недель для окисления остатков нестойкого органического вещества. После 2, 3, 4, 6, 8 суток инкубации проб в темноте при 20° определяли БПК и содержание в воде аммиака и нитритов. По результатам определения БПК были рассчитаны  $K_{\text{БПК}}$  (см. таблицу).

Константы скорости БПК при разложении фитопланктона и детрита

$K_{\text{БПК}}$	Содержание вещества (воздушно-сухой вес), мг/л				
	водоросли			детрит	
	4.0	8.5	17.0	53.0	114.0
На 2—4-й день	0.30	0.29	0.21	0.15	—
3—6-й » . .	0.15	0.20	0.15	0.08	0.07
4—8-й » . .	0.08	—	0.08	0.09	0.06

Примечание. Нитрификация началась на 3-й день разложения водорослей; прочерки — отрицательные величины под знаком логарифма.

Как следует из таблицы, константы БПК при разложении водорослей, составляющие 0.21—0.30 в начале опыта, умень-

шаются до 0.08 в конце. Последняя величина характерна для детрита. По результатам экспериментов разложения органического вещества фитопланктона чистыми культурами бактерий [3] нами вычислены такие же значения  $K_{\text{БПК}}$ . Подобное уменьшение величин констант БПК уже отмечалось и для сточных вод [14]. Примечательно, что количество органического вещества водорослей и детрита в указанных пределах не влияет на ход процесса.

Определение в пробах содержания аммиака и нитритов показало, что эти соединения практически не образуются при разложении старого детрита. В склянках, содержащих 1.7 мг водорослей, после 2, 3, 4, 6, 8 суток инкубации найдено аммиака 0.01, 0.02, 0.01, 0.01, 0.00 мг N/л и нитритов соответственно 0.001, 0.003, 0.057, 0.150, 0.065 мг N/л. Нитриты появились в воде уже на второй день и к 6-му достигли максимальной концентрации. Содержание нитратов в этот день составило 0.16 мг N/л. Затем наблюдался спад нитрификации. В склянках с меньшим содержанием хлореллы отмечено меньшее количество азота аммиака и нитритов. Снижение интенсивности минерализации после 6-го дня инкубации указывает на то, что основная масса нестойкого органического вещества водорослей подверглась разложению. Процесс дальнейшего распада более стойких органических соединений замедляется и выражается более низкими величинами  $K_{\text{БПК}}$ .

Запас растворенного в воде кислорода на 8-й день в опытах с хлореллой составлял 60—81%, с детритом — 80—90% от насыщения.

Таким образом, в результате проведенных экспериментов показано, что константы скоростей потребления кислорода при разложении водорослей непостоянны и в течение 8 дней уменьшаются с 0.30 до 0.08. Последняя величина характерна для детрита. Максимум нитрификации отмечен на 6-й день разложения органического вещества фитопланктона. При разложении детрита процессы нитрификации практически отсутствуют.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Драчев С. М. О величине атмосферной реэрации в Учинском водохранилище. — Водоснабжение и санитарная техника, 1938, 6, с. 34—41.
2. Каплин В. Т. Превращение химических веществ в природных водах. — Автореф. дисс., Иркутск, 1973.
3. Кудрявцев В. М. О способности бактерий в минерализации органического вещества водорослей. — Гидробиол. ж., 1972, 8, с. 67—71.
4. Ларионов Ю. В., Скопинцев Б. А. Полное выделение органических взвесей из природных вод. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, 19, с. 68—71.
5. Остапеня А. П. Биохимическое потребление кислорода. — В кн.: Функционирование пелагических сообществ тропических районов океана. М., «Наука», 1971, с. 250—254.

6. Остапеня А. П. Соотношение между легко- и трудноокисляемыми органическими веществами сестона озер разного типа. — Тр. Х научн. конф. по изучению внутр. водоемов Прибалтики, 1972, с. 12—15.
7. Семенович Н. И. Исследование химического обмена между дном и водной массой озера. — Тр. Лаб. озеровед., 1960, 11, с. 3—47.
8. Скопинцев Б. А. О скоростях регенерации биогенных элементов (N и P) при распаде морских планктонных организмов. — Микробиол., 1938, 7, 6, с. 755—765.
9. Скопинцев Б. А. Органическое вещество в природных водах. — Тр. ГОИН, 1950, 17, с. 1—290.
10. Скопинцев Б. А., Брук Е. С. Исследование окислительных процессов, протекающих в воде при разложении фитопланктона в аэробных условиях. — Микробиол., 1940, 9, 6, с. 595—607.
11. Скопинцев Б. А., Бакулипа А. Г., Мельникова Н. И. Органическое вещество в воде Онежского озера и некоторых водоемов Волго-Балтийского водного пути летом 1968 г. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1972, 23 (26), с. 54—61.
12. Финенко З. З. Детрит и его значение в море. — В кн.: Проблемы морской биол., Киев, 1971, с. 214—218.
13. Ojima N., Goton T. Decomposition of dissolved carbohydrates derived from diatoms of lake Yuno-ko. — Internat. Rev. gesamen Hydrobiol., 1974, 59, 1, p. 39—47.
14. Standard methods for the examination of water and wastewater. New York, 1960.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Ю. В. Ларионов, Б. А. Скопинцев

### НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛАБИЛЬНОГО И СТОЙКОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ВЗВЕСЕЙ ОЗЕР РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ТРОФИИ

Выяснение соотношения между содержанием лабильного и стойкого органического вещества взвешенных частиц водоемов необходимо для решения многих гидрохимических и гидробиологических вопросов. Наши исследования относятся прежде всего к изучению количественных критериев лабильного и стойкого органического вещества взвесей озер разной степени трофии. Для оценки степени лабильности органического вещества взвесей был использован ряд методов, которые успешно применялись при соответствующем изучении почв [2], илов [4], растворенного органического вещества водоемов [1, 6].

Нами определялись органический углерод и азот [1], их легкогидролизуемые составляющие [4], белок (белковоподобные соединения) методом Лоури [3], перманганатная и бихроматная окисляемость, БПК за 5 и 20 суток при температуре 20° с параллельным контролем процессов аммонификации и нитрификации [1] и некоторые другие показатели. Взвешенное вещество вы-

деляли фильтрацией природных вод через мембранный фильтр № 2 со слоем измельченной двуокиси кремния [5]. Микроскопический анализ был использован для выявления разнообразия форм и состояния взвешенных частиц и для их приближенной количественной оценки.

Материал собран в период 1972—1973 гг. на озерах Ярославской обл.: высокоэвтрофном — Неро, мезотрофном — Плещеево и дистрофном — Большое.

Наибольшим содержанием взвешенных частиц в течение года характеризуется оз. Неро: зимой 14—18, летом до 58 мг/л (воздушно-сухой вес). В оз. Плещеево зимой их количество равно 3—6, летом возрастает до 11 мг/л, в оз. Большое зимой — 2—5, летом — до 7 мг/л.

В оз. Неро массовое развитие фитопланктона (от 50 до 95% от общего количества взвесей) наблюдается в течение всего вегетационного периода. В озерах Плещеево и Большое отмечены отдельные всплески его развития в июне и октябре. В зимнее время количество фитопланктона в оз. Неро составляет 15—50%, в оз. Плещеево — 0—30% от общего числа взвесей. Взвешенное вещество оз. Большое в это время представлено «старым» детритом и торфянистыми частицами.

Сезонные изменения биомассы бактерий в общем повторяют динамику развития фитопланктона. Число бактерий в оз. Неро зимой колеблется от 2 до 5, летом достигает 14 млн/мл, в оз. Плещеево зимой — 0.7—1.0, летом — до 2.8 млн/мл. Для оз. Большое получены следующие величины: 0.2—0.5 зимой и до 2.7 млн/мл летом.

Отмеченные различия количества и состава взвешенных частиц в водоемах разной степени трофии можно проследить в их химических и биохимических показателях.

Содержание взвешенного органического углерода в оз. Большое в расчете на воздушно-сухой вес не превышает 21—33 летом и 30—37% зимой, в оз. Плещеево оно равно 18—24 летом и 16—19% зимой, в оз. Неро 20—27 летом и 22—24% зимой. Количество органического азота в течение года колебалось от 0.9 до 1.3% в оз. Большое, от 1.0 до 1.8% в оз. Плещеево и от 1.7 до 2.7% в оз. Неро, т. е. относительное содержание взвешенного органического азота возрастает с трофностью водоемов. Естественно, что величины отношения  $C_{орг.}/N_{орг.}$  изменялись в обратном порядке: в оз. Большое — 19—32 летом, 35—41 зимой, в оз. Плещеево — от 11 до 18, в оз. Неро — от 8 до 12.

Содержание во взвесах легкогидролизуемого органического углерода в периоды максимального развития фитопланктона достигало 44% в оз. Большое, 42 в оз. Плещеево и 54% от общего содержания углерода в оз. Неро. Содержание легкогидролизуемого органического азота во взвесах в это время соответственно составляло 45, 48, 66%. Зимнее содержание легкогидролизуемого



углерода и азота во взвесах озер Большое и Плещеево не превышало 10—15%, в оз. Неро было 30—50%.

Из приведенных данных следует, что относительное содержание легкогидролизуемого органического углерода и азота во взвесах исследованных озер изменяется соответственно численности фитопланктона и бактерий и дает представление о количестве лабильного органического вещества.

Максимальное содержание белка в течение года отмечено в оз. Неро — 17—33% от органического вещества взвесей, в оз. Плещеево — 11—25, в оз. Большое — 3—18%. Изменение количества белка во взвесах также соответствует сезонному распределению фитопланктона в озерах. В оз. Большое даже в периоды максимального развития фитопланктона его сравнительно мало. Минимум белка во взвесах всех озер приходится на зимний период.

Биохимическое потребление кислорода за 5 суток при разложении взвешенного вещества оз. Большое изменялось в течение года от 0.1 зимой и 1.5 мг/л в периоды максимального развития фитопланктона. Для озер Плещеево и Неро соответствующие изменения составляют 0.2—0.9 и 1.9—7.6 мг/л. Величины БПК<sub>20</sub> сохраняют эту тенденцию: 0.2—2.9 мг/л в оз. Большое, 0.3—1.5 в оз. Плещеево, 3.1—18.6 мг/л в оз. Неро. Однако при максимальном содержании фитопланктона в пробах величины БПК за 5 суток могли быть занижены, так как до 70% клеток оставалось целыми. На 20-е сутки инкубации встречались лишь отдельные целые клетки водорослей, обычно диатомовых. Очевидно, для характеристики полного разложения лабильного органического вещества фитопланктона можно использовать результаты БПК только за 20 суток. О количестве лабильного органического вещества взвесей можно судить по отношению БПК<sub>20</sub>/бихроматная окисляемость. Для взвесей оз. Большое это отношение изменяется от 14—21% зимой до 44% летом, в оз. Плещеево колебания составляют от 29% в зимнее время до 43% летом. В оз. Неро лабильная часть органического вещества взвесей возрастает от зимы к лету с 34 до 55%.

Определение содержания аммиака и нитритов в инкубированной воде со взвесями через 5 и 20 суток показало, что эти соединения практически не образуются при разложении взвешенного вещества озер Большое и Плещеево. Это, очевидно, обусловлено небольшим количеством взвесей в этих водоемах. Интенсивность минерализации взвесей оз. Неро довольно значительна: содержание аммиака и нитритов на 20-е сутки достигало соответственно 0.12 мг N/л (14% от N орг.) и 0.16 мг N/л (19% от N орг.).

Для оценки лабильности и природы органического вещества взвесей использована различная степень окисления перманганатом калия биохимически стойких гумусовых соединений и нестойких веществ, таких как белок и углеводы: первые окисляются

значительно более полно [6]. Весьма показательна эта характеристика в виде отношения к органическому углероду и к кислороду бихроматной окисляемости. Величины отношения перманганатной окисляемости к органическому углероду для взвесей оз. Большое изменяются от 0.81 летом до 0.94 зимой. Для взвесей оз. Плещеево и Неро соответственно от 0.56 до 0.78 и от 0.57 до 0.68. Приведенные результаты указывают на более полное окисление перманганатом калия органического вещества взвесей дистрофного оз. Большое по сравнению с другими. Примечательно, что в периоды максимального развития фитопланктона в озерах Плещеево и Неро величины отношения снижаются до 0.6. Подобные значения приводятся для нефильтрованных вод эвтрофных озер [6].

Отношение перманганатной окисляемости к бихроматной подчеркивает количественную разницу окисления перманганатом калия биохимически стойких и нестойких органических взвесей. В экспериментах с частично разрушенными клетками хлореллы величина этого отношения составила 29, для «старого» детрита — 35, для торфянистых частиц — 53%. Во взвесах оз. Большое это отношение изменяется от 27% летом до 48% зимой, для оз. Плещеево соответственно от 18 до 27% и для оз. Неро от 18 до 23%. Наименьшие значения этого показателя (меньше 30%) для всех озер обусловлены содержанием во взвесах лабильных органических веществ планктонного происхождения.

Таким образом, в озерах разной степени трофии соотношение отдельных составляющих взвешенных частиц живого фитопланктона, детрита, гумифицированных растительных остатков и соответственно степень лабильности взвешенного органического вещества различны. Используемые методы химического, биохимического и биологического анализа позволили получить относительную оценку лабильности их органической фракции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алехин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л., Гидрометеоиздат, 1973.
2. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М., Изд. МГУ, 1970.
3. Богданов Ю. А., Григорович Ю. А., Шапошникова М. Г. Определение белка в водной взвеси. — Океанол., 1968, 8, 6, с. 1087—1090.
4. Кузнецов С. И., Сперанская Т. А., Коншин В. Д. Состав органического вещества в иловых отложениях различных озер. — Тр. Лимнол. ст. в Косине, 1939, 22, с. 75—104.
5. Ларионов Ю. В., Скопинцев Б. А. Полное выделение органических взвесей из природных вод. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, 19, с. 68—71.
6. Скопинцев Б. А. Органическое вещество в природных водах. — Тр. ГОИН, 1950, 17 (29), с. 1—290.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

**ОСОБЕННОСТИ КИСЛОРОДНОГО РЕЖИМА  
ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА  
В ПОДЛЕДНЫЙ ПЕРИОД**

Иваньковское водохранилище, расположенное на р. Волге, относится к водоемам с зимней сработкой уровня воды. Так, к концу марта 1964—1969 гг. уровень в нем понижался на 6.0—4.29 м, а в 1970—1973 гг. на 3.01—2.62 м (см. таблицу). В этот период происходило значительное сокращение акватории водохранилища и минимальные площади наблюдались в марте. В летние месяцы уровень воды колебался незначительно.

Минимальное содержание кислорода ( $\frac{\text{мг/л}}{\% \text{ насыщения}}$ ) зимой  
1964—1973 гг. в воде Иваньковского водохранилища

Год	Максимальная обработка уровня, м	Верхневолжский плёс		Шошинский плёс		Средневолжский плёс		Нижневолжский плёс	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1964	6.00	—	—	—	—	<u>2.03</u>	<u>1.34</u>	<u>2.54</u>	<u>0.87</u>
						—	—	—	—
1965	5.59	—	—	—	—	—	<u>0.55</u>	<u>6.33</u>	<u>1.43</u>
							—	—	—
1966	4.29	<u>9.11</u>	<u>7.40</u>	<u>7.79</u>	<u>6.32</u>	<u>3.85</u>	<u>3.66</u>	<u>12.4</u>	<u>3.34</u>
		<u>62.0</u>	<u>51.0</u>	<u>54.0</u>	<u>44.0</u>	<u>27.0</u>	<u>26.0</u>	<u>84.0</u>	<u>22.0</u>
1967	4.47	<u>3.49</u>	<u>3.29</u>	<u>1.41</u>	<u>0.50</u>	<u>2.87</u>	<u>1.39</u>	<u>0.32</u>	<u>0.75</u>
		<u>24.0</u>	—	<u>10.0</u>	—	<u>19.0</u>	<u>9.0</u>	<u>2.0</u>	<u>5.0</u>
1968	4.50	<u>4.26</u>	<u>3.08</u>	<u>0.78</u>	<u>0.43</u>	<u>1.75</u>	<u>1.08</u>	<u>0.62</u>	<u>3.56</u>
		<u>29.0</u>	<u>21.3</u>	<u>5.4</u>	<u>3.0</u>	<u>11.9</u>	<u>7.5</u>	<u>4.5</u>	<u>26.1</u>
1969	4.45	<u>1.21</u>	<u>0.17</u>	<u>1.09</u>	<u>0.11</u>	<u>1.33</u>	<u>0.82</u>	<u>8.54</u>	<u>8.50</u>
		<u>8.3</u>	<u>1.2</u>	<u>7.5</u>	<u>0.7</u>	<u>9.0</u>	<u>5.0</u>	<u>60.0</u>	<u>65.0</u>
1970	3.01	<u>4.58</u>	<u>4.44</u>	<u>1.35</u>	<u>0.53</u>	<u>3.61</u>	<u>1.88</u>	<u>4.70</u>	<u>6.21</u>
		<u>31.1</u>	<u>30.2</u>	<u>9.2</u>	<u>3.6</u>	<u>24.5</u>	<u>13.5</u>	<u>34.7</u>	<u>46.4</u>
1971	2.95	<u>5.32</u>	<u>4.0</u>	<u>4.96</u>	<u>5.12</u>	<u>4.96</u>	<u>4.00</u>	<u>9.76</u>	—
		<u>36.0</u>	<u>27.0</u>	<u>34.0</u>	<u>35.0</u>	<u>34.0</u>	<u>29.0</u>	<u>64.0</u>	—
1972	2.83	<u>6.07</u>	<u>3.54</u>	<u>0.54</u>	<u>0.27</u>	<u>2.69</u>	<u>1.91</u>	<u>5.39</u>	<u>6.26</u>
		<u>48.0</u>	<u>25.0</u>	<u>3.6</u>	<u>1.8</u>	<u>18.3</u>	<u>13.2</u>	<u>39.0</u>	<u>47.3</u>
1973	2.62	<u>6.21</u>	<u>6.32</u>	<u>3.41</u>	<u>0.37</u>	<u>3.83</u>	<u>2.88</u>	<u>9.39</u>	<u>9.10</u>
		<u>42.2</u>	<u>43.2</u>	<u>23.1</u>	<u>2.5</u>	<u>26.0</u>	<u>20.0</u>	<u>76.0</u>	<u>72.6</u>

Примечание. 1 — поверхность, 2 — дно.

Изучение газового режима Иваньковского водохранилища, проведенное ранее [1,5—7] и в 1964—1973 гг. Верхневолжским отделением ГосНИОРХ, позволило установить, что в результате снижения уровня для водных масс всех его плёсов типично уменьшение содержания кислорода к концу ледостава. Напряженность кислородного режима особенно проявлялась в феврале—марте при снижении горизонта воды на 6.0—4.3 м (см. таблицу).

Сработка водохранилища в большей мере сказывалась на Шошинском плёсе с его обширной зоной мелководий и незначительной проточностью. Площадь его уменьшалась в 12 раз [7]. Содержание кислорода здесь минимально. В устьевой части плёса даже при понижении уровня на 2.62—3.01 м наблюдался резкий дефицит кислорода — 0.54—0.27 мг/л (3.6—1.8% насыщения) во всей толще воды (см. таблицу). При падении уровня на 4.45 м содержание кислорода было еще ниже — всего 0.11 мг/л (0.7% насыщения). Известно, что у большинства рыб нормальная жизнедеятельность наблюдается только в водоемах с содержанием кислорода не ниже 3—4.5 мг/л. В столь обедненной воде, какой оказалась вода Шошинского плёса к концу ледостава, даже рыбы с малой чувствительностью к содержанию кислорода погибают. Это положение усугубляется еще тем, что на ухудшении кислородного режима плёса сказывается болотное питание рек, впадающих в плёс, поскольку вода болот нередко характеризуется полным отсутствием кислорода. Так, в первой декаде февраля 1973 г. концентрация кислорода в устье Шошинского плёса у поверхности составляла 11.49 мг/л (78.0%), в то время как в устьях рек, питающих плёс, Ламе и Шоше, наблюдалась напряженность кислородного режима соответственно 1.82 (12.4%) и 2.16 мг/л (14.7%).

Средневолжский плёс менее подвержен влиянию зимней предполоводной сработки. Он отличается значительной проточностью и малой площадью заливов и мелководий. Зимний кислородный режим этого плёса формируется в результате взаимодействия сливающихся при сработке уровня водных масс Волжской и Шошинской ветвей [3]. Содержание растворенного в воде кислорода в Средневолжском плёсе, ниже впадения Шошинской ветви, при понижении горизонта воды на 6.0—4.3 м в поверхностных слоях не превышало 3.85 мг/л (27.0%), а в ряде случаев достигало всего 1—2 мг/л (9—12%), в придонных слоях концентрация кислорода была еще ниже — 5—8% насыщения (см. таблицу).

В Верхневолжском плёсе, не испытывающем влияния Шошинского, при понижении горизонта воды на 4.5—4.3 м концентрация кислорода была выше, чем в других плёсах водохранилища, и в нижних слоях не падала ниже 3.08 мг/л (21.3%) (см. таблицу). Зимой 1969 г. напряженностью газового режима отличался и этот плёс, где содержание кислорода равнялось 1.21 мг/л (8.3%) у поверхности и 0.17 мг/л (1.2%) у дна. Насколько напряжен был кислородный режим в других плёсах водохранилища в этот период можно видеть из таблицы. Возможно, что причиной такого ост-

рого дефицита кислорода на большей части водохранилища послужила очень суровая зима 1969 г.: продолжительность ледостава — 154 суток, толщина льда — около 1 м, что также способствовало уменьшению объема водных масс. Кроме того, дефицит растворенного кислорода в воде связан с поступлением большого объема промышленных и бытовых сточных вод г. Калинина. При увеличении сработки уровня воды с 3 до 5 м объем водной массы Ивановского водохранилища снижался на  $0.19 \text{ км}^3$  [1]. При этом разбавление суточного выпуска сточных вод г. Калинина ( $475860 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ) уменьшалось примерно в 2 раза.

В Верхневолжском плёсе, где в феврале 1969 г. отмечен резкий дефицит кислорода, наблюдалось накопление аммонийного азота, минерального растворенного фосфора, общего железа и нитритов в 4—4.5 раза большее по сравнению со Средневолжским плёсом.

Вода Нижневолжского (Иваньковского) плёса при снижении уровня на 6.0—4.3 м также характеризовалась некоторым дефицитом в содержании кислорода. В разные годы оно колебалось от 3.34 до 0.32 мг/л (22.0—2.0% насыщения) (см. таблицу).

Таким образом, при снижении горизонта воды на 6.0—4.3 м на большей части Ивановского водохранилища для водных организмов, особенно для рыбного населения, сложились неблагоприятные условия. В результате этого в отдельные годы наблюдалась массовая гибель рыбы. По ориентировочным данным, зимой 1963/64 г. в водохранилище погибло 1500 ц рыбы [4, 5].

В последующие (1970—1973) годы при меньшей сработке уровня вода Ивановского водохранилища в подледных условиях также характеризовалась дефицитом кислорода. Наименьшее его содержание отмечалось в Шошинском плёсе во всей толще воды в 1972 г. (см. таблицу). В Средневолжском плёсе в эти годы концентрация кислорода была несколько выше, чем в 1964—1969 гг., в поверхностных слоях она не падала ниже 2.69 мг/л (18.3%), в придонных — ниже 1.91 мг/л (13.2%). В Верхневолжском плёсе при снижении горизонта на 2.6—3.0 м содержание кислорода достигало 6.21 мг/л (42.2%), причем в верхних и нижних слоях благодаря интенсивному водообмену оно было примерно одинаковым (см. таблицу). В Нижневолжском (Иваньковском) плёсе при данных отметках горизонта воды кислородный режим оставался вполне благоприятным для жизнедеятельности водных организмов (см. таблицу). Некоторое улучшение кислородного режима водохранилища объясняется, во-первых, меньшей сработкой уровня воды в зимний период, во-вторых, воздействием сбросных теплых вод Конаковской ГРЭС, которые интенсивно аэрируются на трассе водовыпуска [2, 4] и препятствуют образованию ледяного покрова на значительной части Нижневолжского плёса [8].

Ниже приведены данные о содержании кислорода (мг/л) по потоку сбросных вод в марте 1972 г.

	Ст. 30	Ст. 46	Ст. 47	Ст. 24	Ст. 22	Ст. 18
Поверхность . . .	2.69	5.08	5.93	9.67	9.72	5.39
Дно . . . . .	1.91	—	—	—	9.67	6.26

Можно заметить, что наблюдается существенное увеличение содержания кислорода в сбросных водах (ст. 46, ст. 22) и повышенное количество его в водохранилище в районе распространения подогретых вод (ст. 18) по сравнению с водозабором (ст. 30).

Исходя из вышеизложенного, можно заключить, что понижение уровня до 6.0—4.3 м значительно ухудшало кислородный режим всех плёсов Иваньковского водохранилища и неблагоприятно сказывалось на состоянии ихтиофауны, вызывая массовые передвижения рыб из водохранилища в нижний бьеф и канал им. Москвы и гибель их при прохождении через агрегаты гидроствора. Уменьшение предполоводной сработки уровня водохранилища до 3.0—2.6 м привело к некоторому улучшению кислородного режима отдельных плёсов, исключило массовые заморные явления, хотя на некоторых участках в отдельные годы частичные заморы рыб могут наблюдаться.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Денисов Л. И., Мейснер Е. В. Иваньковское водохранилище. — Изв. ГосНИОРХ, 1961, 50.
2. Курдина Т. Н., Девяткин В. Г. О влиянии подогретых вод Конаковской ГРЭС на содержание кислорода и развитие фитопланктона в Иваньковском водохранилище в зимний период. — Гидробиол. ж., 1972, 8, 4.
3. Мейснер Е. В. Зимний кислородный режим Иваньковского водохранилища и канала им. Москвы в связи с годовыми различиями в их эксплуатации. Волга-1. — Матер. I конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. Куйбышевское кн. изд-во, 1971.
4. Сапко Л. М. Основные черты режима растворенных газов Иваньковского водохранилища. — Гидробиол. ж., 1973, 9, 5.
5. Себенцов Б. М., Биск Д. И., Мейснер Е. В. Режим и рыба Иваньковского водохранилища в первые два года его существования. — Тр. Воронежск. отд. ВНИИПРХ, 1940, 3, 1.
6. Трифопова Н. А. О зимнем гидрохимическом режиме Иваньковского водохранилища. — Тр. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1960, 3 (6).
7. Трифопова Н. А. Гидрохимический режим Иваньковского водохранилища. — Тр. Всесоюз. совещ. по биол. основам рыбовод. освоения водохр., М., 1961.
8. Флейс М. Л. Влияние подогретых вод Конаковской ГРЭС на температурный режим Иваньковского водохранилища. — В кн.: Рыбовод. изуч. внутр. водоемов. Л., 1972, 8.

Верхневолжское отделение  
ГосНИОРХ

ПОЛУЧЕНИЕ БЕЗБАКТЕРИАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ  
*OSCILLATORIA SPLENDIDA* GREW.

Получению безбактериальных культур водорослей посвящено много работ [1—12].

В 1897 г. Тишуткин [3] впервые очистил культуру водорослей от микрофлоры, разработав метод многократных пересевов. Но эти работы не были своевременно опубликованы и сейчас принято считать автором метода Прингсхейма, получившего тем же путем безбактериальную культуру водорослей в 1913 г. [3].<sup>1</sup>

Метод многократных пересевов широко применяется и сейчас. Обычно жидкие среды сменяются твердыми (агаровыми или силикатными гелями). Так как многократные пересевы требуют длительного времени, многие исследователи ведут поиски других, более быстрых способов очистки водорослей от бактерий-спутников. Испытывались ультрафиолетовое облучение [4, 6, 8, 10], антисептики и бактериостатические средства [1, 2], антибиотики [4, 12], повышенное давление [11], электролиз [7]. Часто основу очистки составляло не влияние каких-либо реагентов, а подбор определенных стадий развития самих водорослей [9] или принцип неравномерности роста водорослей и бактерий [5].

Мы использовали несколько методов. Метод многократных пересевов с жидкой среды на твердую и обратно с применением голодного агара оказался успешным. Однако рост водорослей после подобной очистки происходит очень медленно, не обеспечивая получения требуемого количества стандартного материала.

Была сделана попытка произвести очистку по методу Колер [7], основанному на различии в электрических зарядах водорослей, якобы идущих к катоду, и бактерий, оседающих на аноде. Электрический ток силой в 1 ма и напряжением 500 в пропускается в течение 5—10 мин. через среду Чу-10 с культурой водорослей. В асептических условиях водоросли извлекались шприцем через специальную воронку в области катода и переносились в стерильную среду. Во всех вариантах опытов достигалось снижение численности бактерий, но не полное освобождение от них.

Таковыми же безуспешными оказались попытки очистки водорослей от бактерий по методу Прингсхейма [3], основанному на фототаксисе.

Производилось ультрафиолетовое облучение лампой ПРК-4 на расстоянии 24 см от покрывающего чашки Петри кварцевого стекла при постоянном помешивании на магнитной мешалке. Слой взвеси водорослей равнялся 1 см. В разных вариантах опытов длительность облучения варьировала от 30 сек. до 15 мин. с интервалами в 1 мин. Численность бактерий быстрее снижалась с уве-

<sup>1</sup> Цит. по С. В. Горюновой.

личением экспозиции, однако полного очищения водорослей не достигалось. По-видимому, этому мешало частичное экранирование бактерий комочками водорослей, образующимися при встряхивании во время получения культуральной взвеси.

Этот недостаток устранялся путем облучения взвеси, полученной фильтрованием культуры водорослей через стеклянный фильтр № 1. Прошедшая через фильтр взвесь состояла из молодых более нежных трихом, не собирающихся в агрегации. Взвесь облучалась лампой БУФ-30 на расстоянии 40 см при тех же условиях. Полная очистка водорослей достигалась при экспозиции 10 мин., однако полученные культуры росли очень медленно, поэтому метод не мог быть использован в опытах, требующих массового материала. Далее для очистки были использованы различные антисептики — риванол, перекись водорода, брусничный экстракт. Пленки водорослей помещались в растворы с различными концентрациями антисептиков. Затем они отмывались стерильной средой. От концентраций риванола, равных 0.5, 1.0, 1.5% при суточной экспозиции, погибали как водоросли, так и бактерии. При обработке культур перекисью водорода (0.5, 1.0, 1.5, 2.0 и 2.5%) с экспозицией 30 мин. водоросли погибали во всех вариантах. Лишь в экстракте брусники были получены полностью очищенные водоросли, однако после этого воздействия они не росли.

Самая многочисленная серия опытов была проведена с применением антибиотиков. Работа велась в 3 этапа: сначала определялись бактерицидные дозы для бактерий-спутников, выращенных на среде Лазаревой, потом эти дозы испытывались на водорослях и, наконец, культуры подвергались воздействию антибиотиков в различных концентрациях. Бактерицидными (при экспозиции, равной 1 часу) оказались следующие дозы: пенициллин — 100 000, стрептомицин 40 000 ед./мл и тетраолеан — 2.5 мг/мл. Когда эти дозы были применены к неочищенным культурам водорослей, бактерии оставались живыми независимо от длительности воздействия антибиотиков, а повышение доз последних вызывало гибель водорослей. Безуспешными оказались и эксперименты с многочисленными вариациями сочетаний антибиотиков (пенициллин+стрептомицин, пенициллин+стрептомицин+левомицетин и т. п.) — бактерицидные дозы всегда оказывались палиндромными.

Чистые культуры были получены после того, как вместо водорослей пленок в качестве исходного материала брались отфильтрованные гормогонии. При испытании смеси пенициллина (50 ед./мл) со стрептомицином (5 ед./мл) получены бактериально чистые, но медленно растущие водоросли.

Таким образом, как вытекает из наших экспериментов и из многих литературных источников [6], синезеленые водоросли, в частности *Oscillatoria splendida*, могут быть очищены от бактерий, но это приводит к значительному снижению интенсивности их роста.



1. Гаевская Н. С. О некоторых новых методах в изучении питания водных организмов. IV. Новый метод получения бактериологически чистых культур водорослей в короткие сроки времени. — Бюлл. Моск. о-ва природы, 1946, 51, отд. биол., 2, с. 13—20.
2. Горюнова С. В., Одолевская Н. С., Герасименко Л. М. Некоторые приемы очистки синезеленых водорослей от сопутствующих бактерий. — Микробиол., 1965, 34, 6, с. 1077—1079.
3. Горюнова С. В. Методы получения бактериологически чистых культур синезеленых водорослей. — В кн.: Новое в изучении биол. фиксации азота. М., «Наука», 1971, с. 190—195.
4. Гусев М. В. Отделение и различные способы антибактериальной обработки гормогониев синезеленых питчатых водорослей для получения бактериологически чистых культур. — Вестн. Московск. ун-та. Биол. почвовед., 1963, 1, с. 36—40.
5. Михайлова Е. К. О методике получения бактериологически чистых культур синезеленых водорослей из родов *Oscillatoria* и *Phormidium*. — Узб. биол. ж., 1961, 4, с. 10—14.
6. Рубенчик Л. И., Бершова О. И., Кордюм В. А., Коптева Ж. П., Смирнова М. Н., Канцелярук Р. М., Тапугоренко Е. В. О получении бактериологически чистых культур некоторых синезеленых водорослей. — Гидробиол. ж., 1972, 13, с. 114—118.
7. Таха Мохамед Самех. Выделение чистых культур азотфиксирующих синезеленых водорослей из почвы рисовых полей Египта. — Микробиол., 1963, 32, 3, с. 429—497, 4, с. 582—589.
8. Coler Robert A., Junner Haim B. The isolation of protozoa and algae from thier bacterial contaminants. — Phytol., 1969, 26, p. 191—194.
9. Holton Raymond W. Isolation growth and respiration of a thermophilic blue-green alga. Amer. J. Bot., 1962, 49, p. 1—16.
10. Lateur L. Une technique de culture pour l'*Acetabularia mediterranea*. — Rev. algae, 1963, 7, 1, p. 26—37.
11. Meffert Maria-Elisabeth. Zur Isolierung von *Oscillatoria redekei* van Goor. — Arch. Hydrobiol., 1972, 41, 2, p. 235—241.
12. Middlebrook J. B., Bowman R. O. Preparation of axenic cultures of algae by use of a French press. — Appl. Microbiol., 12, 1, p. 44—45.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

## В. В. Лапкии, А. Г. Поддубный

### К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ТЕРМОГРАДИЕНТНОЙ ЗОНЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОВЕДЕНИЕМ РЫБ

Влиянию температуры воды на различные аспекты жизнедеятельности рыб посвящено значительное число работ. Составлен подробный обзор и дана библиография имеющейся литературы [4—6], показывающие, что большинством исследователей изучалось поведение рыб в условиях плавного изменения температуры воды или небольших ее градиентов. Основное внимание уделялось при этом определению предельных и оптимальных температур.

Работ, посвященных изучению поведения рыб в экстремальных термозонах, практически нет [3].

Между тем в современных условиях такие зоны в связи с сооружением большого числа тепловых и атомных электростанций становятся постоянным элементом среды многих водоемов, оказывают прямое воздействие на их население и могут быть потенциальным источником дешевых средств управления поведением рыб и других гидробионтов.

В данном сообщении рассматриваются результаты ряда экспериментов по выявлению реакций рыб, помещаемых в зоны с резкими перепадами температуры воды.

Опыты производились в июне—июле с годовиками и 2-летками окуня и карпа длиной 70—100 мм, предварительно адаптированными к температуре 18—20°. Нужный градиент температур воспроизводился в продольном аквариуме размером 150×35×35 см, разделенном на 4 секции перегородками с отверстиями, уменьшающими конвекционный теплообмен, но позволяющими рыбе свободно перемещаться по всей длине аквариума. В начале каждого опыта во всех секциях устанавливалась одинаковая и нормальная для того времени года температура (18—20°). При прочих равных условиях рыба в данном случае распределялась по секциям равномерно. Затем в одной из крайних секций вода интенсивно подогревалась или охлаждалась. По мере нарастания температурного градиента рыба постепенно уходила от него и концентрировалась в противоположной крайней секции, где сохранялись прежние условия.

Многочисленные повторения экспериментов показали, что у данных видов рыб четкие и устойчивые отпугивающие поведенческие реакции на температуру воды возникали в крайних секциях при градиенте 15—16° (2—4, 18—20 и 34—36, 18—20°). Перепад температур между соседними секциями составлял 3—6°. Отпугивающей считалась температура воды той секции, в которую рыба входила лишь на время разворота, получив перед этим в секции с нормальной температурой механическое или электрическое раздражение. Выход рыбы из зоны отпугивания сопровождался характерной поведенческой реакцией, похожей на «отряхивание» теплокровных животных от воды. Температура воды в 31—33° для окуня и 36—37° для карпа считается пороговой; даже краткое пребывание рыб в таких условиях приводит их к гибели [1—2]. В наших опытах предварительно адаптированная рыба не погибала даже при нарастании температурного градиента со скоростью 10° в мин. и повышении температуры с 20 до 40°. Все особи успешно реагировали на появление термозоны и быстро уходили в секцию с более холодной водой. Спровоцировать гибель части особей оказалось возможным только в том случае, когда они подвергались температурному шоку в результате пересадки из крайней секции с нормальной температурой в противоположную часть аквариума с температурой 34—36°. Находившиеся в шоковом состоянии особи совершали резкие подвижки по всему аквариуму и через 1—2 мин. погибали. Погибло, однако, только 30% пере-

саженных рыб, а остальные, сразу ушедшие из теплой воды и не делавшие в нее повторных заходов, остались живы.

В опытах с нижней отпугивающей температурой (2—4° против 18—20°) летального исхода не наблюдалось ни в одном из вариантов эксперимента.

Полученные данные убеждают в возможности использования искусственно создаваемых термоградиентных зон как эффективного средства отпугивания рыб и целесообразности проведения в этой области дальнейших исследований и опытно-конструкторских проработок.

Устойчивое отпугивание рыб, адаптированных к летней температуре, проявляется как при ее резком повышении, так и при понижении. Необходимый для абсолютного отпугивания температурный градиент для исследованных видов рыб в лабораторных условиях составляет величину 15°. В природе он может быть меньшим.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Привольнев Т. И. Влияние сбросных вод тепловых электростанций на организм и поведение рыб. — Тр. координац. совещ. по гидротехнике, М.—Л., «Энергия», 1965, 24, с. 39—50.
2. Филои В. В. Изменение верхнего температурного порога выживания плотвы, окуня и красноперки под влиянием тепловых вод Конаковской ГРЭС. — Гидробиол. ж., 1971, 7, 4, с. 81—85.
3. B a d e n h u i z e n T. R. Temperatures selected by *Tilapia mossambica* (Peters) in a test tank with a horizontal temperatures gradient. — Hydrobiol., 1967, 30, 3—4, p. 541—554.
4. S y l v e s t e r J. R. Possible effects of thermal effluents on fish. — Environ. Pollut., 1972, 3, 3, p. 205—215.
5. W a t e r q u a l i t y criteria for European freshwater fish-water temperature and inland fisheries. — Water Res., 1969, 3, 9, p. 645—662.
6. W a t e r q u a l i t y criteria for European freshwater fish. List of literature on the effect of water temperature on fish. — EIFAC Techn. Pap., 1969, 8.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

В. Н. М а л и н и н

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЭРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ РАСЧЕТА СОСТАВЛЯЮЩИХ ВОДНОГО БАЛАНСА РЕЧНОГО БАССЕЙНА

Рассмотрим совместно уравнения баланса для земной (1) и атмосферной (2) ветвей гидрологического цикла речного

$$P - E - R = \Delta S, \quad (1)$$

$$E - P - \operatorname{div} Q = \Delta W \quad (2)$$

бассейна. Здесь  $E$  — среднее испарение с поверхности бассейна,  $P$  — среднее количество осадков,  $R$  — сток на замыкающем створе,  $W$  — влагосодержание атмосферы над бассейном,  $S$  — за-

пасы поверхностных и подземных вод,  $Q$  — вертикально-интегрируемый горизонтальный поток водяного пара. Как известно, в уравнении (1) с достаточно высокой степенью точности определяется лишь сток  $R$ . В уравнении (2) наиболее точно вычисляются  $W$  и  $\text{div } Q$ , причем точность вычисления последней повышается с увеличением площади исследуемой территории и с удлинением интервала, для которого ведется расчет. По мнению ряда авторов [2, 3], для площадей  $F > 0.5 \cdot 10^6 \text{ км}^2$  и периодов времени  $T \geq 1$  мес. можно получить удовлетворительные расчетные значения  $\text{div } Q$ . Поэтому система уравнений (1) и (2) может служить основой для изучения крупномасштабных водных балансов.

С практической точки зрения наибольший интерес представляет расчет тех компонент баланса, определение которых традиционными гидрологическими методами вызывает серьезные затруднения. В первую очередь это относится к величине  $\Delta S$ , определяемой с очень большими случайными ошибками, которые нередко не поддаются количественной оценке [1]. Из уравнений (1) и (2)  $\Delta S$  вычисляется по формуле

$$\Delta S = -\text{div } Q - \Delta W - R. \quad (3)$$

Другой трудноопределяемой компонентой водного баланса является испарение  $E$ . Если среднее количество осадков в бассейне известно, испарение определяется по формуле

$$E = P + \Delta W + \text{div } Q. \quad (4)$$

В зимний период разность  $P - E$  по существу представляет собой величину снегозапасов в бассейне  $P_c$ . Поскольку изменениями влагосодержания атмосферы зимой можно пренебречь, то формула для расчета  $P_c$  приобретает простой вид

$$P_c = -\text{div } Q. \quad (5)$$

Расчет величины  $P_c$  по аэрологической информации также имеет большой интерес, так как ее определение для крупных речных бассейнов чрезвычайно трудоемко и осуществляется со значительными погрешностями.

Входящее в уравнение (2)—(5) значение  $\text{div } Q$  фактически означает разность между притоком и оттоком водяного пара через замкнутую вертикальную стенку, простирающуюся от поверхности земли до верхней границы атмосферы и ограничивающую речной бассейн. Поэтому для расчета  $\text{div } Q$  бассейна необходимо аппроксимировать контуром из аэрологических станций, а величину дивергенции определять через потоки водяного пара, нормальные к контуру

$$\text{div } Q = \frac{1}{F} \oint Q n dL, \quad (6)$$

где  $n$  — единичный вектор, нормальный к контуру,  $dL$  — элемент длины контура,  $F$  — площадь бассейна.

Обозначим угол между меридианом и произвольной стороной контура через  $\beta_i$ , а направление потока влаги через  $\alpha_i$ . Тогда составляющая потока влаги, нормальная к  $i$ -му отрезку контура, определяется как

$$\Phi_i = Q_i \sin(\alpha_i - \beta_i). \quad (7)$$

Предположим, что поток водяного пара между 2 соседними ( $i$  и  $i+1$ ) станциями изменяется линейно, а все станции расположены в углах контура. В этом случае уравнение (6) с учетом (7) приводится к виду

$$\operatorname{div} Q = \frac{1}{2F} \sum_{i=1}^m L_i [\Phi_i + \Phi_{i+1}], \quad (8)$$

где  $m$  — число аэрологических станций,  $L_i$  — длина  $i$ -го отрезка контура. Влагосодержание атмосферы внутри контура может быть получено из уравнения

$$W = \frac{1}{2F} \sum_{i=1}^m L_i [\omega_i + \omega_{i+1}], \quad (9)$$

где  $\omega_i$  — влагосодержание атмосферы на  $i$ -й станции.

Величины  $Q_i$  и  $\omega_i$ <sup>1</sup>, входящие в формулы (7) и (9), для столба воздуха единичной толщины, простирающегося от поверхности земли ( $p=p_0$ ) до верхней границы атмосферы ( $p=0$ ), определяются по формулам

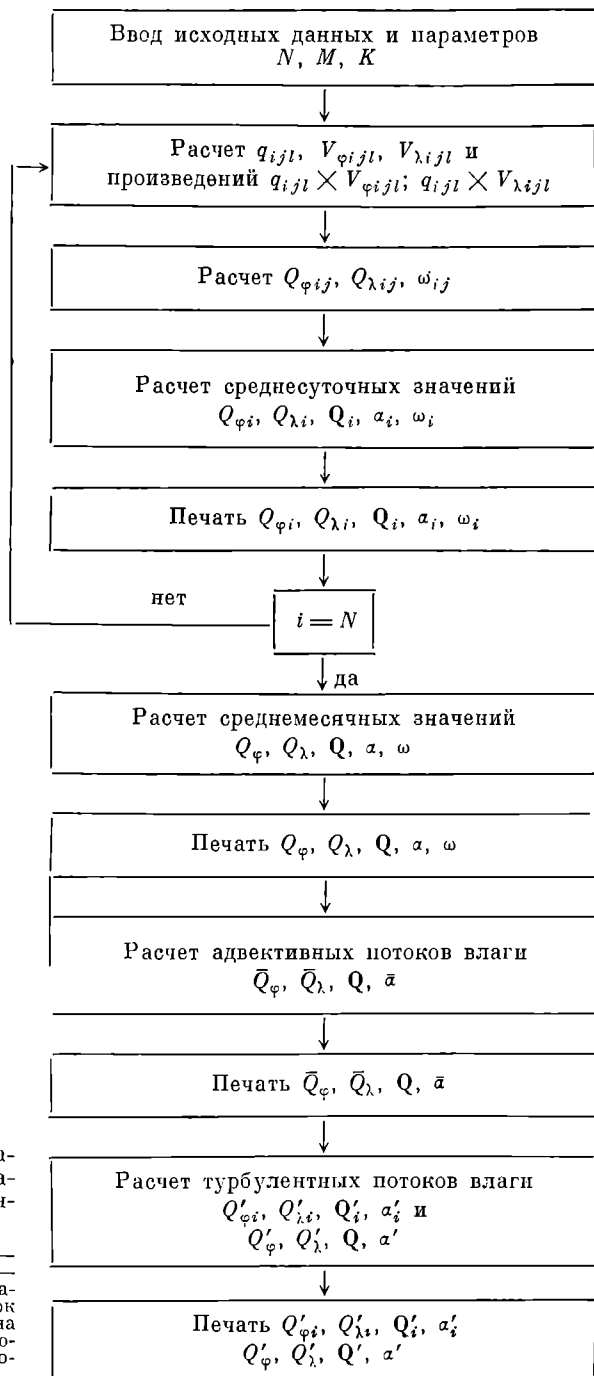
$$Q = \frac{1}{g} \int_0^{p_0} q V dp, \quad (10)$$

$$\omega = \frac{1}{g} \int_0^{p_0} q dp, \quad (11)$$

где  $q$  — удельная влажность,  $g$  — ускорение силы тяжести,  $V$  — горизонтальный вектор ветра.

$Q$  и  $\omega$  могут быть вычислены по данным о температуре, влажности и ветре на основных изобарических поверхностях, снятых с синоптических карт. Поскольку распределение потока водяного пара с высотой, строго говоря, не является линейным, то для интегрирования формул (10) и (11) желательно использовать аэрологическую информацию не только на основных изобарических уровнях, но и на промежуточных. Поэтому для более точных расчетов можно рекомендовать таблицы ТАЭ-16М, в которых для сети станций СССР представлены срочные радиозондовые наблюдения на всех изобарических поверхностях и стандартных высотах относительно уровня моря.

<sup>1</sup> В дальнейшем для простоты индекс  $i$  опустим.



Блок-схема программы расчета потоков водяного пара на аэрологических станциях.

$N$  — число дней в месяце,  $M$  — число наблюдений за сутки,  $K$  — количество уровней на вертикали,  $i$  — день месяца,  $j$  — срок наблюдения,  $l$  — уровень на вертикали,  $\phi\lambda$  — обозначение зональной и меридиональной составляющих векторов.

Интегралы в формулах (10) и (11) вычисляются, как правило, методом трапеций. В качестве нижнего предела интегрирования обычно принимают такую высоту, выше которой запасами влаги можно пренебречь. Для практических целей достаточно ограничиться уровнем 300 мб, выше которого содержится не более 3% от общих запасов влаги.

При расчетах величины  $Q$  за длительный период времени ее можно рассматривать как сумму адвективного  $Q$  и турбулентного  $Q'$  потоков влаги. Адвективный поток  $Q$ , обусловленный упорядоченным движением атмосферы, определяется по средним данным

$$\bar{Q} = \frac{1}{T_g} \int_0^T \int_0^{p_0} q V dp dt. \quad (12)$$

Турбулентный поток влаги находится как разность между полным и адвективным потоком водяного пара

$$Q' = \frac{1}{T_g} \int_0^T \int_0^{p_0} q V dp dt. - \frac{1}{T_g} \int_0^T \int_0^{p_0} q V dp dt. \quad (13)$$

Формулы (8), (9), (10), (11), (12), (13) были положены в основу алгоритма комплексной программы по расчету отдельных характеристик водного баланса атмосферы над речным бассейном, составленной для ЭВМ «Минск»-22. Программа состоит из 2 частей. Блок-схема первой ее части, представляющей вычисление потоков влаги на отдельных станциях, приведена выше.

Блок-схема второй части программы предусматривает вычисление  $\text{div } Q$  и  $W$ . Принцип ее работы достаточно наглядно описывается формулами (8) и (9) и не требует каких-либо пояснений.

Проводимые в настоящее время по изложенной выше методике расчеты составляющих водного баланса бассейна Волги ( $F = 1.22 \cdot 10^6$  км<sup>2</sup>,  $m=10$ ) показывают перспективность ее использования при изучении водного баланса крупных речных бассейнов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Б о ч к о в А. П. Теория и практика расчетов водных балансов речных бассейнов. — В кн.: Матер. конф. по пробл. развития теории и методов расчета водных балансов речных бассейнов, Валдай, 1971, с. 8—31.
2. М а л ь х о т а Г. П. и Б о к П. Водный баланс Северной Америки и ее субрегионов, составленный на основе данных об атмосферном потоке влаги. — В кн.: Вопр. мирового водного баланса. Л., Гидрометеониздат, 1972, с. 211—238.
3. R a s m u s s o n E. M. Atmospheric water vapor transport and the hydrology of North America. Cambridge, Massachusetts, 1966.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

# МОДЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Определение продукционных характеристик отдельных элементов экосистемы Рыбинского водохранилища [1] позволило построить схему энергетических потоков. Сама по себе схема еще не дает представления о взаимном влиянии различных элементов экосистемы.

Для ответа на вопрос, как изменится вылов рыбы или биомассы какого-либо элемента экосистемы при увеличении или уменьшении биомассы ее другого элемента, целесообразно применить метод математического моделирования.

По отношению к каждому элементу экосистемы можно записать балансовое энергетическое уравнение, справедливое для суммарных годовых энергетических потоков, когда можно пренебречь изменениями биомассы, т. е. рассматривать стационарное состояние экосистемы.

$$R_i = H_i + Q + M_i + C_i, \quad (1)$$

где  $R_i$  — энергия потребленной пищи (для водорослей — поглощенная солнечная энергия),  $H_i$  — энергия непереваренной или неусвоенной пищи,  $Q$  — траты на обмен,  $M_i$  — биомасса особей, погибших в результате естественной смертности,  $C_i$  — биомасса особей, съеденных хищниками. Все величины в уравнении (1) выражаются в  $\text{ккал} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$ .

В пределах небольших относительных изменений, биомасс можно считать траты на обмен и естественную смертность пропорциональными биомассе данного элемента экосистемы. Рацион ( $R_i$ ) предполагается линейно зависящим от биомассы жертв или источников питания, а гибель от воздействия хищников ( $C_i$ ) — пропорциональной биомассе хищников. Таким образом, уравнение (1) можно переписать в виде

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} B_j - a_{ii} B_i - \sum_{k=1}^n a_{ki} B_k = E_i, \quad (2)$$

где  $B_i$  — биомасса данного элемента экосистемы,  $B_j$  — биомасса тех элементов экосистемы, которые служат источниками питания по отношению к данному ( $i$ ) элементу,  $B_k$  — биомассы тех элементов экосистемы, которые являются хищниками по отношению к данному элементу,  $E_i$  — внешнее поступление энергии, которое не равно нулю только для водорослей и бактерий (в первом случае это усвоенная световая энергия, во втором — энергия аллохтонного органического вещества),  $n$  — число элементов экосистемы. Коэффициенты  $a$  нетрудно вычислить, зная элементы энергетического баланса экосистемы.



Уравнения вида (2), записанные для всех элементов экосистемы, представляют собой систему линейных алгебраических уравнений, которую можно решить на электронной вычислительной машине. Поочередное изменение диагональных элементов матрицы коэффициентов ( $a_{ii}$ ) имитирует изменение величины естественной смертности каждого элемента экологической системы. Это приводит к увеличению или уменьшению биомассы выбранного элемента, а в результате решения системы уравнений типа (2) можно получить и изменения биомасс всех других элементов экосистемы в предположении о неизменности внешних условий.

Таким образом, над моделью экологической системы проводится своего рода математический эксперимент: искусственно уменьшается или увеличивается биомасса одного элемента экосистемы и наблюдается, к каким изменениям биомасс других элементов экосистемы приводит подобное внешнее воздействие. Результаты такого математического эксперимента удобно представить в виде матрицы коэффициентов связи

$$K_{ij} = \frac{\Delta B_i / B_i}{\Delta B_j / B_j}. \quad (3)$$

Под коэффициентом связи  $i$ -го элемента экосистемы с  $j$ -м элементом той же экосистемы понимается частное от деления относительного приращения биомассы  $i$ -го элемента ( $\Delta B_i / B_i$ ) на относительное приращение биомассы  $j$ -го элемента при условии внешнего воздействия на  $j$ -й элемент. Если увеличение биомассы  $j$ -го элемента влечет за собой уменьшение биомассы  $i$ -го элемента экосистемы, то коэффициент связи становится отрицательным. Для удобства записи будем выражать величины коэффициентов связи в процентах. Как уже сказано выше, имеет смысл рассматривать только небольшие отклонения биомасс элементов экосистемы — не более 5% от средних значений.

Матрица коэффициентов связи для экосистемы Рыбинского водохранилища представлена в таблице. Значения коэффициентов округлены до целых процентов, причем записи в виде  $\pm 0$  или  $-0$  означают, что коэффициент связи имеет величину, меньшую 0.5%, и соответствующий знак. Первый столбец матрицы коэффициентов связи представлен только положительными величинами. Это означает, что с повышением биомассы (а следовательно, и продукции при принятых допущениях) фитопланктона повышаются биомассы всех остальных элементов экосистемы.

Отрицательные величины во 2-м и 3-м столбцах таблицы получились в результате предположения, что увеличение биомассы бактерий ведет за собой увеличение смертности фитопланктона (уравнение 2), а следовательно, и уменьшение возможности прямого потребления фитопланктона животными. В данном случае весь бактериопланктон неправомочно был отнесен ко 2-му трофическому уровню, тогда как в реальном водоеме  $2/3$  его продукции следует отнести к 1-му уровню и суммировать с про-

дукцией фитопланктона. Отмеченная некорректность в постановке задачи относится только к взаимодействию фито- и бактериопланктона. Поэтому полученные результаты в данном отношении аналогичны и заслуживают критического отношения. Однако их ценность как раз и состоит в том, что они *ad absurdum* приводят необходимость суммирования продукции бактерий, продуцируемой за счет аллохтонной органики, с первичной продукцией фитопланктона при расчетах энергетики пресноводных экосистем.

Коэффициенты связи в экологической системе Рыбинского водохранилища

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Фитопланктон . . .	×	-82	-18	+5	-9	-3	-3	-1	+0	+0	+2	-0	-0	+0
Бактериопланктон . . .	+33	×	-4	-5	-10	-0	-0	+1	+0	+0	+1	-0	-0	+0
Бактериобентос . . .	+10	-21	×	+0	-0	-11	-5	-0	+0	-0	+0	+2	-0	+0
Планктонные простейшие . . . . .	+50	+40	-6	×	-10	-1	-0	-13	+0	-0	+7	-0	-2	+0
Коловратки, каланиды, клadoцеры	+72	-32	-9	-10	×	-1	-0	-5	+0	-6	-19	+0	+7	-1
Макробентос . . . .	+50	-95	+64	+2	-24	×	-9	+0	-3	+0	+1	-17	+0	-0
Бентосные простейшие . . . . .	+29	-54	+83	+11	-7	+26	×	+0	-1	+0	+3	-26	+1	-0
Хищный зоопланктон . . . . .	+50	+45	-6	+18	-18	-0	+0	×	+0	-5	-33	+0	+11	-2
Хищный бентос . . . .	+47	-86	+69	+0	+100	+100	+3	×	×	+0	+4	-86	+4	-1
Личинки рыб . . . .	+72	-35	-10	+14	+69	-2	-0	-0	+0	×	-30	-0	-11	+2
Рыбы-планктофаги . .	+68	-18	-11	+8	+85	-2	-1	+11	-0	-11	×	-2	-27	+6
Рыбы-бентофаги . .	+47	-9	+69	+1	+7	+37	+21	-0	+1	-0	-3	×	-6	+12
Хищные рыбы (1) . .	+67	-27	-3	+8	+74	+1	+1	+8	+0	+9	+67	+8	×	-22
Хищные рыбы (2) . .	+67	-27	-3	+8	+74	+1	+1	+8	+0	+9	+67	+8	×	-22
Промысел рыбы . . .	+58	-32	+35	+5	+37	+17	+10	+5	+0	+2	+38	+46	+32	+10

Рассматривая 4-й столбец таблицы, нетрудно заметить, что увеличение биомассы планктонных простейших в Рыбинском водохранилище должно вызвать сокращение биомассы коловраток, каланид и клadoцер ( $K_{5,4} = -10\%$ ), однако в отношении биомасс промысловых рыб суммарный эффект повышения биомассы планктонных простейших оказывается положительным ( $K_{15,4} = +5\%$ ). Существенную роль в рассматриваемой экосистеме играет нехищный зоопланктон в отношении его влияния на рыбопродуктивность. Несколько неожиданными оказались взаимоотношения хищного зоопланктона с рассматриваемой группой животных. С увеличением их биомассы биомасса первого не увеличивается, а уменьшается ( $K_{8,5} = -18\%$ ), что, очевидно, связано с доминирующим положением простейших в его рационе.

Роль бентоса в экосистеме Рыбинского водохранилища заметно слабее роли планктона. Главенствующее положение в отношении влияния на промысел занимает макробентос ( $K_{15,6} = +17\%$ ). Характерно наличие конкурентных отношений между планктонными и бентосными группами животных ( $K_{3,2} = -21\%$ ,  $K_{2,3} = -4\%$ ,  $K_{4,7} = -5\%$ ), причем их интенсивность снижается с

повышением трофического уровня. Личинки рыб в Рыбинском водохранилище — серьезные пищевые конкуренты рыб-планктофагов ( $K_{11,10} = -11\%$ ,  $K_{10,11} = -30\%$ ), причем воздействие последних на личинок рыб более существенно, чем обратное влияние со стороны личинок рыб, что связано с большей биомассой рыб-планктофагов. Конкурентные отношения между рыбами-планктофагами и рыбами-бентофагами значительно ослаблены, очевидно, из-за сложности трофической сети. Повышение биомассы рыб-хищников первого порядка ведет за собой резкое сокращение биомассы рыб-планктофагов ( $K_{11,13} = -27\%$ ), однако при этом биомассы зоопланктонных и бентосных групп животных повышаются ( $K_{8,13} = +11\%$ ). Воздействие хищных рыб 2-го порядка существенно сказывается только на ихтиофауне водохранилища ( $K_{13,14} = -22\%$ ,  $K_{12,14} = +12\%$ ). Дальнейшее распространение по экосистеме влияния изменения ихтиомассы хищных рыб невелико.

Рассмотрение матрицы коэффициентов связи в экосистеме не по столбцам, как это сделано выше, а по строкам дает представление о том, как и какие элементы экосистемы влияют на данный элемент. Например, по данным 11-й строки, можно заключить, что основное положительное влияние на увеличение биомассы рыб-планктофагов Рыбинского водохранилища оказывают коловратки, кладоцеры и каланиды ( $K_{11,5} = +85\%$ ), а значение хищного зоопланктона заметно слабее ( $K_{11,8} = +11\%$ ). Наиболее сильным конкурентом рыб-планктофагов, как уже отмечалось, являются личинки рыб и в меньшей степени рыбы-бентофаги ( $K_{11,12} = -2\%$ ). Увеличение биомассы хищных рыб 2-го порядка положительно сказывается на увеличении биомассы рыб-планктофагов ( $K_{11,14} = +6\%$ ).

Оценивая изложенные результаты, необходимо помнить, что они получены исходя из весьма грубого допущения о стационарности экосистемы и линейности связей между источниками питания и потребления корма (уравнение 2). Однако предложенная методика модельного исследования свойств водных экологических систем, продемонстрированная на примере Рыбинского водохранилища, дает возможность количественно подойти к оценке взаимных связей в достаточно сложной экологической системе. Именно в переходе от констатации продукционных характеристик и потоков энергии в водной экосистеме к оценке зависимости изменения биомасс элементов экосистемы как частей единого целого заключается основной смысл настоящей работы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рыбинское водохранилище и его жизнь. М., Изд. АН СССР, 1972, с. 267—296.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

УСТОЙЧИВОСТЬ МЕТКИ  $^{14}\text{C}$  У ХЛОРЕЛЛЫ

Радиоуглеродный метод, широко применяемый при изучении трофических связей водных животных, не очень трудоемкий и позволяет довольно быстро получать различные характеристики питания гидробионтов [4]. Высокая чувствительность метода дает возможность работать с мелкими объектами, питание которых нельзя определить другими способами. Как и всякий метод, радиоуглеродный имеет ряд недостатков и должен по возможности контролироваться прямыми методами [1].

Основа расчета всех характеристик питания — обратная удельная активность кормовых объектов ( $C_r$ ), поэтому, прежде чем разбираться в возможных неточностях при вычислении величин элементов баланса питания, необходимо выяснить стабильность метки  $^{14}\text{C}$  во времени. Таким образом, целью работы было уловить уменьшение  $C_r$  корма в течение эксперимента.

Опыты проводились следующим образом. Меченная  $\text{C}^{14}$  хлорелла с известной обратной удельной активностью вносилась в одинаковых количествах в равные объемы водопроводной воды, предварительно профильтрованной через мембранный фильтр № 3. Скланки со взвесью водорослей экспонировались при разных температурах (4, 20 и 30°) в 2 повторностях в течение 75 час. За это время несколько раз часть воды бралась на определение содержания органического углерода в клетках водорослей и их радиоактивности. Выделение хлореллы для установления содержания в ней органического углерода производилось осаждением 60 мл взвеси (по 2 повторности) на фильтр № 2 с накладкой слоя  $\text{SiO}_2$  [2]. Осадок снимался с фильтра и подвергался бихроматному окислению [3]. Радиоактивность водорослей из 5 мл определялась на мембранных фильтрах № 5 по 2 параллельные пробы из каждой склянки. Обратная удельная активность хлореллы рассчитывалась 7 раз в течение 3 суток.

Результаты опытов показали (табл. 1), что содержание органического углерода во взвеси водорослей за время экспозиции не меняется. Изменения конечных величин по сравнению с начальными не существенны и находятся в пределах ошибок при параллельных определениях органического углерода. Радиоактивность водорослей постепенно падает. Отклонение конечных величин от начальных в 2—4 раза больше, чем погрешности параллельных определений. Уменьшение радиоактивности достоверно.

При температуре 4° снижение метки  $^{14}\text{C}$  идет вдвое медленнее, чем при 30°. В табл. 2 приведены рассчитанные величины  $C_r$  для хлореллы за разное время инкубации. Очевидно, при температуре 4° (в темноте) разложение водорослей, а следовательно, и потери радиоактивной метки не происходит в течение довольно длительного времени. При комнатной температуре снижение  $C_r$  во взвеси хлореллы составляет 30%. Даже при 30° за 6 час. обратная удельная активность водорослей не меняется, и лишь на 50% падает при 3-суточной экспозиции.

Полученные данные говорят о том, что радиоуглеродная методика, применяемая при изучении питания зоопланктона, вполне может основываться на предпосылке о постоянстве метки кор-

Т а б л и ц а 1

Изменение содержания органического углерода ( $C$ , мкг) во взвеси хлореллы и ее радиоактивности ( $R$ , имп./мин.) за 75 час.

Определяемые величины	4°		20°				30°	
	C	R	на свету		в темноте		C	R
			C	R	C	R		
$t_0$ . . . . .	211	2724	211	2724	211	2724	211	2724
$t_k$ . . . . .	191	2123	216	2081	190	2025	202	1822
Процент отклонений параллельных определений . . . .	0—7	0.7—6.7	0—8	1.2—3.9	0—6.4	0.8—5.3	2—5.3	0.1—7
Процент отклонений конечных величин от начальных . .	2.4	11	0.9	13.4	5.0	14.8	1.9	19.8

Т а б л и ц а 2

Определение обратной удельной активности хлореллы после разных сроков экспозиции при различных температурах

Время экспозиции, час.	$C_T$ при 4°	$C_T$ при 20°		$C_T$ при 30°
		на свету	в темноте	
0	2.7	2.7	2.7	2.7
1	—	3.15	3.1	2.89
4	3.12	2.81	2.8	2.96
6	3.16	2.93	3.73	2.85
10	2.93	3.33	2.93	3.05
24	2.82	3.28	3.05	3.15
30	2.93	3.02	3.48	3.62
50	3.13	3.18	3.65	3.61
75	3.02	3.46	3.13	3.70

мового объекта в течение кратковременного (2—4 час.) опыта. Кроме того, результаты экспонирования проб при низкой температуре позволяют считать возможным хранить меченные  $^{14}\text{C}$  культуры водорослей в холодильнике в течение длительного времени.

1. В и л б е р г Г. Г. Пути количественного изучения потребления и усвоения пищи водными животными. — Ж. общ. биол., 1964, 25, 4, с. 254—266.
2. Л а р п о н о в Ю. В., С к о п и н ц е в Б. А. Полное выделение органических взвесей из природных вод. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, 13, с. 68—71.
3. О с т а п е н я А. П. Полнота окисления органического вещества водных беспозвоночных методом бихроматного окисления. — ДАН СССР, 1965, 9, 4, с. 273—276.
4. С о р о к и н Ю. И. Применение радиоактивного углерода для изучения питания и пищевых связей водных животных. — В кн.: Планктон и бептос внутренних водоемов. Л., «Наука», 1966, с. 75—119.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

П. П. У м о р и н

#### ДОЗИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОТОЧНЫХ КУЛЬТУР

Метод проточного культивирования, в настоящее время широко применяемый в микробиологии, начинает использоваться при работе с простейшими.

Проточные культуры требуют устройств, обеспечивающих постоянную или периодическую подачу свежего субстрата с заданной скоростью. Описанные в литературе проточные системы обычно очень сложны. Здесь предлагается довольно простое устройство для регулирования скорости подачи среды. При постоянной подаче среда из питающего сосуда 1 самотеком поступает в сосуд 2, помещенный на коромысло 3, способное колебаться на опоре 4 (рис. 1). Когда поступившая в сосуд 2 среда уравновесит груз 5 и силу упругости шланга 6, он пережимается коромыслом и ребром 7 и наполнение сосуда 2 прекращается. Из сосуда 2 среда поступает в культиватор 10 через шланг 8 и капилляр 9. По мере расхода среды вес сосуда 2 уменьшается, зажим шланга 6 ослабляется и из питающего сосуда 1 поступают новые порции.

Таким образом, в сосуде 2 держится стабильный уровень и капилляр 9 работает под постоянным гидростатическим давлением. Меняя высоту  $h$  и подбирая капилляр, можно добиться нужной скорости подачи среды (от 1 до 100 мл/час).

При применении управляющего прибора (серийное программное реле времени 2РВМ или часовой механизм с контактами) то же устройство может подавать среду периодически: заданными порциями через определенные интервалы времени (рис. 2). Программное реле подает сигналы на электромагнитный

зажим 9 (магнитный пускатель, контактор или реле), который управляет сразу 2 шлангами — 6 и 8; открывая один, он закрывает другой. При открытом шланге 6 в незаполненный сосуд 2 поступает среда до определенного уровня. Степень заполнения сосуда 2 (сливную порцию  $V$ ) можно задавать, передвигая груз 5 по коромыслу или меняя его вес. При замыкании цепи электро-

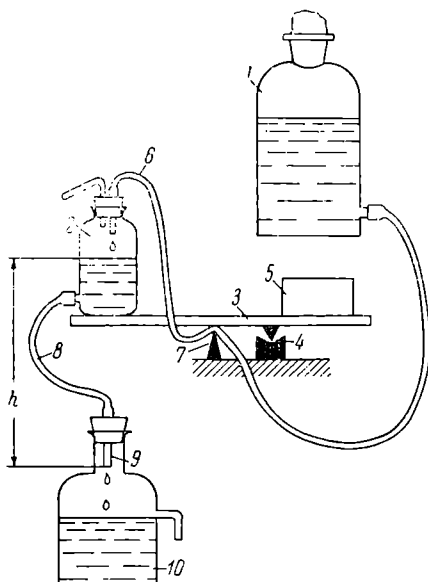


Рис. 1. Схема системы непрерывной подачи среды.

Объяснение условных обозначений — в тексте.

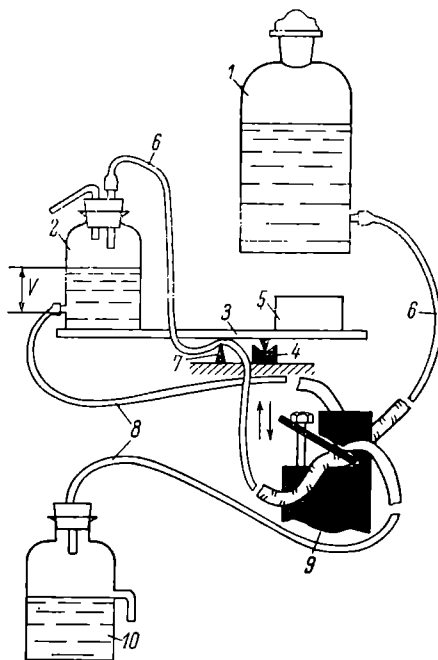


Рис. 2. Схема системы периодической подачи среды.

Объяснение условных обозначений — в тексте.

магнитного зажима программным реле открывается шланг 8 и порция среды поступает в культиватор, при этом шланг 6 закрыт. При размыкании цепи зажима 9 повторяется заполнение дозирующего сосуда 2. В периодическом режиме не нужен капилляр 9 (рис. 1), что позволяет использовать суспензию микроорганизмов в качестве пищевого субстрата. Сосуд 2 может сам использоваться как единственный культиватор или как первая ступень в многоступенчатом культивировании. Описанные проточные системы легко стерилизуются: культиватор в сборе с сосудом 2 и шлангами в автоклаве, шланг 6 стыкуется с сосудом 1 над пламенем или в дезинфицирующей жидкости.

В. К. Лесненко, В. Н. Абросов

**«ОЗЕРА ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ». ПСКОВ, 1973,  
154 стр.**

Значительную часть озерного фонда нашей страны составляют малые водоемы, эффективное использование которых возможно только на основе их всестороннего изучения. К сожалению, до настоящего времени очень мало обобщающих работ по озерам отдельных районов СССР. В этом плане большой интерес представляет рецензируемая книга, предназначенная в качестве пособия по краеведению для студентов педагогических институтов и учителей. В ней даются краткие сведения о строении котловин, элементах гидрологического режима, гидрохимических особенностях, растительном и животном мире, а также о хозяйственном использовании озер Псковской обл. в настоящем и будущем. Половину книги занимают приложения-таблицы, содержащие основные данные по 680 озерам области с площадью более 20 га.

В первой главе «Численность и площади озер, краткая история их изучения» дается представление о количестве водоемов, распределении их по величине площади зеркала и размещении по территории. В этой же главе приводятся данные об изученности озер. Текст иллюстрирован таблицами.

Во второй главе «Происхождение и эволюция озер» рассматриваются генезис и строение озерных котловин, показано изменение водоемов в связи с зарастанием и заилением, охарактеризованы донные отложения. По происхождению авторами выделено 11 типов котловин, из которых на территории области преобладают ледниковые остаточные и подпрудные. Для каждого типа котловин дается характеристика строения, размеров (площадь, глубина), донных отложений, отмечается приуроченность к определенным формам рельефа и приводится распределение по районам области. Далее рассматриваются процессы зарастания и заиления озер, на конкретных примерах показаны особенности этих процессов на территории области.



К сожалению, в рассмотренных главах нет иллюстраций. Следовало бы привести схему распределения основных водоемов по области, планы типичных озер в изобатах.

В главе третьей «Гидрологический режим» описываются водный баланс, колебания уровней воды и термика. Подразделив водоемы на сточные, проточные и бессточные, авторы отмечают, что большинство озер относятся к бессточным (не дают начала водотокам). Подобное подразделение водоемов на сточные и проточные по наличию у последних большого числа притоков неудачно, так как в питании озер и их водообмене играет главную роль не количество впадающих рек, а их водоносность: при большом стоке питающей реки водообмен будет больше, чем при впадении нескольких маловодных притоков. Хотя цифровые данные приведены только по водному балансу Чудско-Псковского озера, главные особенности водного баланса остальных озер отмечены правильно: преобладание в приходной части притока с водосборов, меняющегося в зависимости от соотношения площадей бассейна и зеркала конкретных водоемов, и участие подземных вод в питании глубоких озер. С водным балансом увязаны колебания уровней воды, по которым приведены данные, характерные для различных озер. Подробно рассмотрен термический режим: сезонные колебания температуры воды, их пределы, термическое расслоение. Отмечено влияние размеров озер и перемешивания вод на термику, приведены данные о средней и наибольшей толщине льда.

Глава четвертая «Гидрохимия озер» весьма содержательна. В ней характеризуются общие гидрохимические особенности (минерализация, содержание отдельных ионов), колебания гидрохимических показателей по сезонам и факторы, определяющие их. Отдельно дана краткая характеристика олиготрофных, евтрофных и дистрофных водоемов. Глава иллюстрирована рядом таблиц.

Интересна пятая глава книги «Растительный и животный мир озер». В ней описаны высшая водная растительность, планктон, бентос и рыбное население. Помимо характеристики общих особенностей развития жизни в водоемах приводятся конкретные данные о высшей водной растительности, биомассе, продукции озер различных типов. Большое внимание уделено рыбам: дана классификация водоемов по рыбному населению, показано распределение различных видов рыб по озерам разных лимнологических типов. Текст иллюстрирован таблицами и в отличие от других глав книги содержит рисунки (виды макрофитов и промысловых рыб).

Шестая глава посвящена вопросам современного и перспективного использования в народном хозяйстве рыбного населения, водной растительности, донных отложений (сапропеля) озер, а также их рекреационного значения.

Авторы приводят интересные данные по товарным уловам рыбы, их динамике по Великолукскому рыбокомбинату, указы-

вают на возможность увеличения уловов при рациональном ведении рыбного хозяйства на озерах различных лимнологических и ихтиологических типов, рассматривают перспективы вселения в озера ценных видов рыб — карпа, сазана, пеляди и приводят данные по их акклиматизации. Возможность использования одной растительности в качестве дополнительных кормов для животноводства подтверждается данными о ее большей по сравнению с наземной урожайности и меньшей стоимости. Эффективность реализации макрофитов показана на примерах животноводческих хозяйств области. Запасы сапропеля ориентировочно оцениваются в 5 млрд м<sup>3</sup>. Возможность и результат его применения как минерально-органического удобрения показаны на примерах хозяйств северо-запада РСФСР.

Весьма ценный материал содержится в приложениях книги, включающих таблицы основных данных по 680 озерам области. В таблицах приведены по районам названия озер, их площади, наибольшие и преобладающие глубины, грунты, виды обитающих рыб, разряды по рыбности, количество тонн, лимнологический (по трофической классификации) и ихтиологический (по преобладающему рыбному населению) типы, а в примечаниях — сведения о заморах, появлении отдельных видов рыб и т. п.

Значение книги выходит за рамки пособия. Приводимые в ней данные необходимы для паспортизации озер, составления водного кадастра, физико-географического районирования. Книга несомненно представляет интерес для широкого круга научных и практических работников, связанных с исследованиями и использованием природных водоемов.

*Б. Б. Богословский*

ИНФОРМАЦИИ

	Стр.
Некоторые вопросы комплексного использования водохранилищ (А. С. Литвинов) . . . . .	3
Об экспедиции Института биологии внутренних вод АН СССР и гидро- биологической группы Департамента экологии леса по водо- хранилищам Кубы (В. И. Романенко, А. Г. Поддубный) . . . . .	5

СООБЩЕНИЯ

И. Д. Голубева. Сообщества <i>Typha angustifolia</i> на мелководьях Куйбышевского водохранилища . . . . .	8
Е. Б. Павельева. Утилизация начальных звеньев трофической цепи планктонными ракообразными . . . . .	12
Н. И. Ширкина. Биология и патогенность некоторых амёб группы <i>Limax</i> . . . . .	15
В. Г. Давыдов. Запасные питательные вещества на всех фазах жизненного цикла пестоды <i>Triaenophorus nodulosus</i> . . . . .	17
В. П. Семерной. О составе фауны олигохет ( <i>Oligochaeta</i> ) в Ивань- ковском водохранилище . . . . .	21
С. С. Зозуля, Ф. Д. Мордухай-Болтовской. К мор- фологии и систематике рода <i>Bythotrephes</i> ( <i>Cladocera</i> ) . . . . .	24
Л. Г. Буторина, В. Н. Сергеев, Т. А. Картунова. О нахождении <i>Polyphemus pediculus</i> (L.) в солоноватых водах . . . . .	28
П. В. Тузовский. Нимфа водяного клеща <i>Parathyas thoracata</i> (Piersig, 1896) ( <i>Hudryphantoidea, Acartiformes</i> ) . . . . .	31
Р. А. Родова. Самки хирономид ( <i>Diptera, Chironomidae</i> ). XV. <i>Chi- ronomus anthracinus</i> Zett., 1860 . . . . .	35
В. Е. Матей. Функциональное состояние гипоталамо-гипофизар- ной нейросекреторной системы молоди осетровых рыб при остром токсическом воздействии . . . . .	37
Н. Ф. Силкин, В. Р. Микряков. Полиморфизм сывороточ- ных белков крови леща Горьковского и Куйбышевского водо- хранилищ . . . . .	40
Ю. В. Ларионов. О скорости разложения органического ве- щества фитопланктона и детрита . . . . .	43
Ю. В. Ларионов, Б. А. Скопинец. Некоторые показате- ли лабильного и стойкого органического вещества взвесей озер разной степени трофии . . . . .	46
М. М. Саппо. Особенности кислородного режима Иваньковского водохранилища в подледный период . . . . .	50
А. В. Гончарова. Получение безбактериальной культуры <i>Oscillatoria splendida</i> Grew. . . . .	54
В. В. Лапкин, А. Г. Поддубный. К использованию термо- градиентной зоны для управления поведением рыб . . . . .	56
В. Н. Малинин. Использование аэрологической информации для расчета составляющих водного баланса речного бассейна . . . . .	58
В. В. Меншуткин, Ю. И. Сорокин. Модельное исследование экосистемы Рыбинского водохранилища . . . . .	63
Е. Б. Павельева, В. Н. Михеев. Устойчивость метки $^{14}\text{C}$ у хлореллы . . . . .	67
П. П. Уморин. Дозирующее устройство для проточных культур . . . . .	69

РЕЦЕНЗИИ

В. К. Лесненко, В. Н. Аброров. Озера Псковской обл., Псков, 1973, 154 стр. (Б. Б. Богословский) . . . . .	71
--	----

# CONTENTS

## INFORMATIONS

	Page
Some problems of the complex using of reservoirs (A. S. Litvinov) . . .	3
On the expedition of the Institute of Biology of inland waters. Ac. Sci. USSR and hydrobiological group of the Cuban forest ecology department to the Cuban reservoirs. (V. I. Romanenko, A. G. Poddubnyi) . . . . .	5

## ARTICLES

I. D. Golubeva. The communities of <i>Typha angustifolia</i> on the littoral of the Kuibyshev reservoir . . . . .	8
E. B. Pavelieva. Utilization of primary spans of the trophic chain by planktonic crustaceans . . . . .	12
N. I. Shirkina. Biology and pathogenity of some amoebas of the group <i>Limax</i> . . . . .	15
V. G. Davydov. Storage food substances during all the phases of the life cycle of cestod <i>Triaenophorus nodulosus</i> . . . . .	17
V. P. Semernoi. On the composition of the Oligochaet fauna ( <i>Oligochaeta</i> ) in the Ivankovo reservoir . . . . .	21
S. S. Zozulya, F. D. Mordukhai-Boltovskoi. On the morphology and systematics of the genus <i>Bythotrephes</i> ( <i>Cladocera</i> ) . . . . .	24
L. G. Butorina, V. N. Sergeev, T. A. Kartunova. On the occurrence of <i>Polyphemus pediculus</i> in brackish waters . . . . .	28
P. V. Tuzovskiy. The nymph of water mite <i>Parathyas thoracata</i> (Piersig, 1896) ( <i>Hydryphantoidea</i> , <i>Acariformes</i> ) . . . . .	31
R. A. Rodova. The female of chironomid larvae ( <i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i> ). XV. <i>Chironomus anthracinus</i> Zett., 1860 . . . . .	35
V. E. Matei. Functional conditions of the hypothalamus-hypophysis neurosecretory system in the young of sturgeon fishes under acute toxic action . . . . .	37
N. F. Silkin, V. P. Mikraykov. Polymorphism of blood serum proteins in bream of the Gorkovsk and Kuibyshev reservoir . . .	40
Yu. V. Larionov. On the rate of decomposition of organic matter of phytoplankton and detritus . . . . .	43
Yu. V. Larionov, B. A. Skopintsev. Some indices of labile and stable suspended organic matter in lakes of various trophic grades . . . . .	46
M. M. Sappo. Peculiarities of the oxygen content in Ivankovskoe reservoir in the winter . . . . .	50
A. V. Goncharova. Obtaining of bacteria-free culture of <i>Oscillatoria splendida</i> Grew. . . . .	54
V. V. Lapkin, A. G. Poddubnyi. On using of thermogradient zone for control of fish behaviour . . . . .	56
V. N. Malinin. Using of aerologic information for the estimate of components of a river basin balance . . . . .	58
V. V. Menshutkin, Yu. I. Sorokin. Modelling investigation of the ecosystem of the Rybinsk reservoir . . . . .	63
E. B. Pavelieva, V. N. Miheev. Stability of <sup>14</sup> C label in <i>Chlorella</i> . . . . .	67
P. P. Umorin. A dosage device for continuous culture . . . . .	69

## RECENSIONS

V. K. Lysenko, V. N. Abrosov. The lakes of the Pskov region. Pskov, 1973, pp. 154. (B. B. Bogoslovsky). . . . .	71
---	----

**БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД**  
**Информационный бюллетень № 27**

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

Редактор издательства *Л. М. Маковская*  
Технический редактор *В. В. Шиханова*  
Корректор *А. А. Гинзбург*

Сдано в набор 30 I 1975 г. Подписано к печати  
28 V 1975 г. Формат бумаги  $60 \times 90^{1/16}$ . Бумага  
№ 2. Печ. л.  $4^{3/4} = 4.75$  усл. печ. л. Уч.-изд. л. 5,34.  
Изд. № 6004. Тип. зак. № 58. М-33958. Тираж 900  
*Цена 37 коп.*

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

---

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