

06  
ИБВВЗ

АКАДЕМИЯ  
НАУК  
СССР

**БИОЛОГИЯ  
ВНУТРЕННИХ  
ВОД**

**№**

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ**

**29**

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

# БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ  
№ 29



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
Ленинград • 1976

Ответственный редактор  
докт. биол. наук *Б. А. ВАЙНШТЕЙН*

## БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 29

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

Редактор издательства *Л. М. Маковская*  
Технический редактор *Н. А. Мяготина*  
Корректор *З. В. Гришина*

Сдано в набор 24/X 1975 г. Подписано к печати 2/II 1976 г. Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага № 2. Печ. л. 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub> = 4,5 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 4,79. Изд. № 6285. Тип. зак. № 701. М-30036. Тираж 900. Цена 32 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

Б  $\frac{21009-508}{055(02)-76}$  Без объявления

© Институт биологии  
внутренних вод АН СССР, 1976

## **СИМПОЗИУМ «ИТОГИ СОВЕТСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МЕЖДУНАРОДНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЕ»**

10—12 декабря 1974 г. в Ленинграде состоялся заключительный симпозиум по МБП. В его работе принимало участие около 200 человек из 29 городов, в том числе из зарубежных стран. На заседаниях присутствовала лишь небольшая часть исследователей, принимавших участие в программе: по меткому замечанию одного из выступающих, «надводная часть айсберга».

На 6 заседаниях симпозиума заслушано 30 сообщений. Большинство докладов было посвящено вопросам продуктивности наземных сообществ в широком диапазоне от тундры до зоны пустынь, от болот до высокогорных районов. Отдельные выступления касались закономерностей фотосинтеза, деятельности микроорганизмов, фиксации молекулярного азота и других проблем.

Отмечено, что в процессе работы по МБП произошло совершенствование методов исследований, распространился и окреп биоценологический подход к изучению явлений, расширились контакты между сотрудниками различных учреждений.

Продуктивность тундровых биоценозов (В. Д. Александрова) оценивается в пределах 2—10 т сухого вещества с 1 га за год, при этом подземная фитомасса в 5—10 раз превышает надземную. Фитомасса лесов — кедра, липы, березы (Г. Б. Гортинский, Э. П. Ярошевич, Х. Н. Гасанов) — составляет примерно 160 т/га с приростом за год в 5.2 т/га, фитомасса подстилки — 3—5 т/га. Масса крон одинаковых пород деревьев в далеко отстоящих зонах выражается близкими величинами. Наиболее продуктивны ельники Валдая и Эстонии — биомасса до 200—250 т/га.

В ряде докладов говорилось о методических трудностях при оценке биомассы корней лесных сообществ, которая по этой причине пока еще точно не определена.

Травянистые биоценозы (Н. И. Базилевич) в районе Курска дают урожай 5.6 т/га, в районе Тамбова — 6 т/га, что соответствует

урожаю прерий Соединенных Штатов Америки. При этом прирост корней составляет 5—10 т/га, на некоторых лугах он достигает 35 т/га. Продуктивность пустынных биоценозов (Л. Е. Родин, И. Г. Рустамов) оценивается в 5—34 т/га, из которых на долю корней приходится 75%, фотосинтезирующих органов — 5—10%, мертвой подстилки — 0.6—5 т/га. Первичная продукция наиболее продуктивных озер оценивается в 10 т сухой биомассы водорослей с 1 га.

Приведены данные по выеданию растительной донными животными продукции фитоценозов (Л. Н. Добрынский). Животными используется лишь 10% растительной массы, а остальное разрушается через детрит, т. е. через микробиологическое звено. В некоторых случаях в тундре (Н. Н. Данилов) лемминги перерабатывают  $1/4$  годичной подстилки.

Микробиологи (Т. В. Аристовская и О. Ф. Паринкина) сообщили, что биомасса почвенных бактерий составляет 2—3 т/га, при этом большинство микроорганизмов живые, мертвые обычно составляют всего 3—5% (результаты получены путем окраски по Пешкову), лишь в болотах их численность достигает 80%. Предприняты первые попытки оценить интенсивность размножения бактерий в почвах по изменению их численности при очень частых наблюдениях с многочисленными повторностями. По предварительным данным, в ряде случаев время удвоения численности бактерий составляет 7—14 час., но иногда — в зависимости от условий — оно достигает нескольких дней и даже недель.

В обширном докладе по фиксации молекулярного азота (Е. Н. Мишустин) подведены итоги многолетних исследований. Показано, что с урожаем полей выносятся примерно 110 млн т азота, при этом за счет химических удобрений восполняется 30 млн, а за счет деятельности микроорганизмов — остальные 80 млн т. Отмечено также, что на проверку предположения М. И. Волжского о способности всех живых организмов фиксировать свободный атмосферный азот израсходовано 150 000 р., при этом гипотеза не подтвердилась.

В сообщении по общим вопросам фотосинтеза (А. А. Ничипорович) говорилось о современном состоянии вопроса. При урожае 10 т наземной фитомассы и зерна с гектара (4 т зерна и 6 т соломы) растениями используется 3000 т воды, 20 т углекислоты, для чего требуется  $2 \cdot 10^9$  ккал. солнечной энергии. По мнению докладчика, возникает задача получения программированных урожаев, так как энергия,  $\text{CO}_2$  и другие факторы явно недоиспользуются растениями. Математическому моделированию фотосинтеза был посвящен доклад Ю. К. Росса.

В некоторых выступлениях обсуждались вопросы адаптации человека к экстремальным условиям (З. И. Барабошова), а также медико-генетические исследования изоляции человека (В. Ф. Михеева и Н. Л. Артемчук), возрастные изменения работоспособ-

ности и гормональный механизм приспособления (А. А. Виру). На одном из 6 заседаний было заслушано 6 сообщений по гидробиологическим проблемам. С итоговым докладом по продуктивности пресноводных сообществ выступил Г. Г. Винберг. Он обобщил вопросы продукции главнейших гидробионтов в широких пределах — от олиготрофных озер тундры до высокоэвтрофных водохранилищ на Днестре. Отмечено, что полученные большим коллективом исследователей данные по водоемам разного типа укладываются в рамки разумных допущений, несмотря на большие методические трудности. Рассчитанные по этим результатам коэффициенты  $K_1$  и  $K_2$  не слишком отклоняются от экспериментальных данных, а случаи отклонений объяснимы определенными причинами. В целом коллектив гидробиологов проделал большую работу. По объему полученной информации советские гидробиологи занимают первое место в мире. С этим сообщением можно ознакомиться в журнале «Известия АН СССР» (сер. биол., № 6 за 1975 г.).

Микробиологическим процессам в водоемах, численности бактерий в водоемах разного типа, скорости их размножения и продукции бактериальной биомассы был посвящен доклад В. И. Романенко. Говорилось об усовершенствовании методов, которые вызывают трудности даже при определении биомассы бактерий. Р/В коэффициенты для бактерий, по всей вероятности, сильно занижены или являются условными в результате того, что основная продукция бактериальных ценозов состоит из каких-то групп интенсивно размножающихся бактерий; кроме того, в составе микробиоценозов значительная часть организмов инертна. Все эти проблемные вопросы требуют дальнейшей разработки.

В исследованиях (Д. Дыкийова и Я. Квет) по структуре тростниковых экосистем на прудах Чехословакии обратил на себя внимание любопытный способ аэрофотосъемки: в воздух поднималась крошечная действующая модель самолета с фотоаппаратом, производившим съемки на цветную фотопленку. Самолет удерживался и приземлялся с помощью линура.

Изучению биологической продуктивности морских пелагических экосистем были посвящены доклады Т. С. Петипа и В. Н. Грезе, а морских донных экосистем — Е. А. Яблонской и А. А. Нейман.

Некоторые сообщения касались математического моделирования процессов в экосистемах (В. Сукацкае, Т. Гильманов). По-видимому, математикам пока еще не по плечу выражение и описание столь сложных явлений, как биологические процессы и взаимосвязь между тысячами организмов. Получаемая исследователями информация в этом плане несовершенна, как это отметил в прениях Н. И. Калабухов, и строить на ее основании модели рано.

В резолюции отмечена большая работа, проделанная многими коллективами научных работников. Было обращено внимание на усилившуюся связь с зарубежными учеными. В процессе выполнения МБП разработано много новых методов, а также ус-

вершенствованы старые. Указывалось на необходимость преемственности между МБП и новой программой — ЧИБ (Человек и биосфера).

По МБП в мировой литературе опубликовано около 50 книг. В 1975—1976 гг. по результатам исследований в СССР выйдет из печати трехтомное издание «Ресурсы биосферы», на которое уже сейчас можно высылать заказы в «Академкнигу». Результаты работы по МБП во всех странах будут оформлены в виде много- томного издания на английском языке.

С 31 декабря 1974 г. МБП прекратила свою деятельность.

*В. И. Романенко*

## КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ САМАРСКОЙ ЛУКИ

В настоящее время верхний участок Саратовского водохранилища от плотины Волжской ГЭС им. В. И. Ленина до г. Сызрани, именуемый Самарской лукой, привлекает к себе пристальное внимание водохозяйственных, коммунальных, санитарных, проектных и других организаций. Здесь расположены Куйбышев, Тольятти, Новокуйбышевск, Чапаевск и Сызрань с сотнями промышленных предприятий и населением в общей сложности около 2 млн человек, причем Самарская лука для этих городов служит почти единственным источником водопользования.

В последнее время в связи с зарегулированием Волги и близким соседством 2 гидроэлектростанций (им. В. И. Ленина — на Куйбышевском водохранилище, им. Ленинского комсомола — на Саратовском) в пределах Самарской луки создавалась сложная обстановка, требующая тщательных всесторонних исследований и разработки мероприятий, регулирующих водопользование в пределах этого района в ближайшие годы и в перспективе.

По инициативе Госплана СССР Куйбышевский филиал института «Гидропроект» им. С. Я. Жука совместно с рядом научно-исследовательских и проектно-изыскательских организаций с 1973 г. приступил к разработке «Комплексной схемы использования и охраны р. Волги на участке Самарской луки».

Перед «Схемой» поставлены следующие задачи.

1. Анализ современного состояния использования водных ресурсов всеми отраслями народного хозяйства.

2. Изучение современного состава воды и санитарного состояния Волги и ее притоков по всем показателям, выяснение источников загрязнения, объемов и характеристик сточных вод, сбрасываемых в Волгу и ее притоки.

3. Установление зависимости гидрологических параметров Волги и устьевых участков притоков от режима работы ГЭС им. В. И. Ленина и им. Ленинского комсомола и степени его влияния на процессы перемешивания и самоочищения воды и ее качество.

4. Разработка мероприятий по отводу и очистке ливневых вод в населенных пунктах, возвратных вод с полей орошения и смывных вод сельскохозяйственных угодий.

5. Разработка мероприятий по водообеспечению населенных пунктов, промышленных предприятий, водного транспорта и других водопотребителей до 2000 г.

6. Разработка перспективных мероприятий по сохранению необходимых гидробиологических условий и прогноза качества воды в Волге и ее притоках при наличии существующих ГЭС и в случае строительства Переволокской ГЭС-ГАЭС.

7. Разработка рекомендаций по параметрам и режимам работы Переволокской ГЭС-ГАЭС, обеспечивающих решение задачи по усиленной охране Волги на участке Самарской луки.

В «Схеме» предполагается рассмотреть следующие этапы, для которых будут рассчитаны условия комплексного использования и охраны водных ресурсов: современное состояние; первый этап — 1980 г. — полная готовность очистных сооружений и осуществление других мероприятий по охране водоемов; второй этап — 1990 г. — возможность и условия строительства Переволокской ГЭС—ГАЭС; перспектива на 2000 г. — уровень развития народного хозяйства в этот период с учетом переброски стока северных рек.

Сложный комплекс проблем, которые должны быть рассмотрены в «Схеме», требует проведения разнообразных натурных и лабораторных исследований и многоцелевых проектных проработок. Высокий уровень и специальный характер научно-исследовательских и проектных работ заставили привлечь в качестве участников многие учреждения: институты Союзводоканалпроект и ВОДГЕО, Таллинский политехнический институт, Куйбышевский НИИ гигиены Минздрава РСФСР, Всесоюзный НИИ гигиены и токсикологии пестицидов, полимеров и пластмасс Минздрава СССР, Всесоюзный НИИ по охране вод Минводхоза СССР, Институт биологии внутренних вод АН СССР, Куйбышевский пединститут и другие.

С начала 1973 г. на Самарской луке и в устье ее притоков проводятся комплексные исследования. На створах выше и ниже водозаборов, а также ниже крупных выпусков сточных вод в течение недельного цикла ежесезонно определяются гидрологические параметры потока и берутся пробы воды для гидрохимического и бактериологического анализов. В период паводка, летне-осенней межени и зимой (со льда) на всей акватории луки изучается химический состав воды, проводятся бактериологические и гидробиологические исследования.

Куйбышевской станции Института биологии внутренних вод АН СССР поручено проведение гидробиологических исследований на Самарской луке и в устьевых участках ее притоков. В пределах этого района разбита сетка постоянных станций, которые сконцентрированы главным образом близ массивированных сбросов сточных вод, в каждом случае — выше сброса, в его пределах или



в непосредственной близости от него и на разных расстояниях ниже сброса. Помимо этого выделены контрольные станции. Всего установлено 40—45 постоянных станций.

В безледный период 1973 и 1974 гг. ежемесячно во время рейсов на экспедиционных судах Биостанции в исследуемом районе производились сборы интегрированных количественных проб фито- и зоопланктона. Бентос с помощью дночерпателей исследовался не только в медиали реки, но и в рипальной зоне по разрезам на различных глубинах. В программу работ были включены исследования беспозвоночных перифитона на различных плавающих субстратах — буйях, дебаркадерах и т. п. В 1973 г. проведены микробиологические исследования.

Для оценки сапробности вод используется новейшая шкала Сладечка. Поскольку эта шкала не полностью отвечает местным особенностям фауны и флоры, ведется работа по выявлению новых видов — индикаторов сапробности среды, особенно из бентических организмов. Для объективной оценки сапробности отдельных участков используется формула Пантля и Бука.

Собранные материалы обрабатываются и обобщаются.

*Я. С. Киммельман, С. М. Ляхов*

## КОНФЕРЕНЦИЯ ПО МАЛЫМ РЕКАМ

В декабре 1974 г. в Горьковском государственном университете им. Н. И. Лобачевского состоялась региональная конференция по проблеме охраны и рационального использования малых рек Верхнего и Среднего Поволжья.

Конференция была организована Горьковским университетом и Горьковским отделением Всесоюзного гидробиологического общества АН СССР. В ее работе приняли участие более 60 человек из 21 организации городов Поволжья, в числе которых — Институт биологии внутренних вод АН СССР (Борок), Горьковский и Пермский мединституты, Саратовский университет, Костромской пединститут, Верхневолжская бассейновая инспекция, Верхневолжское управление гидрометеослужбы, Теплоэлектропроект, НИИ химии (Горький), Естественно-научный институт (Пермь) и другие.

В 32 докладах обсуждались вопросы санитарного состояния и рыбохозяйственного значения малых рек, гидрохимического режима и биологической продуктивности в условиях комплексного использования этих водоемов, а также мероприятия по их охране и оздоровлению. Особо подчеркивалась роль малых рек как важного природного ресурса, заслуживающего самого бережного отношения.

Уничтожение лесов в истоках рек, малообоснованное высокое потребление воды, спуск недостаточно очищенных сточных вод, молевой сплав леса приводят к обмелению и загрязнению рек, к катастрофической перестройке коренных биоценозов и к полной гибели всего живого.

Отметив возросший за последние годы объем исследований на малых реках, участники конференции считают необходимым создание республиканских координационных советов или секций при существующих Советах по изучению, охране и рациональному использованию малых рек. В качестве первоочередных и не терпящих отлагательства мероприятий на малых реках в принятой резолюции все выступавшие отметили следующие: 1) усиление контроля за санитарно-гигиеническим состоянием рек; 2) повсеместное запрещение молевого лесосплава и спуска в реки токсических для гидробионтов веществ; 3) строгое соблюдение законодательных положений о рубках леса по берегам и в истоках рек, проведение восстановительных лесопосадочных работ на водосборных площадях; 4) усиление контроля за выполнением решений Облисполкомов и Обкомов КПСС по охране заповедных объектов.

В соответствии с рекомендациями научно-исследовательских учреждений предлагается расширить площади охраняемых территорий в долинах рек с уникальными и исчезающими видами растений, растительными сообществами и животными, а также участки рек, имеющие особо важное значение в воспроизводстве ценных гидробионтов. Учитывая значительную роль малых рек в сохранении рыбных ресурсов крупных водоемов, необходимо обеспечить своевременное проведение мелиоративных мероприятий и организацию рыбоводных хозяйств на современном техническом уровне.

Обоснованно прозвучало предложение (основанное на положительном опыте Рязанской обл.) начать под контролем специализированных лабораторий и межобластных советов в пригодных для этого районах Верхнего и Среднего Поволжья каскадное регулирование малых рек с согласованным использованием создаваемых водоемов в интересах различных отраслей народного хозяйства без ущерба природным комплексам.

Резолюция конференции разослана всем заинтересованным организациям.

*А. Г. Поддубный, Р. А. Шахматова*

**КООРДИНАЦИОННОЕ СОВЕЩАНИЕ  
ПО МАТЕМАТИЧЕСКИМ МЕТОДАМ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА  
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД**

26—27 ноября 1974 г. в Институте гидробиологии АН УССР (Киев) проходило координационное совещание по математическим методам моделирования экологических систем.

В работе совещания приняли участие представители Института кибернетики АН УССР, Института гидробиологии АН УССР, Института биологии внутренних вод АН СССР, Лимнологического института СО АН СССР, Всесоюзного научно-исследовательского института по охране вод, Белорусского государственного университета им. В. И. Ленина, Ленинградского инженерно-строительного института и других.

С обзором состояния моделирования водных экосистем выступил А. Г. Ивахненко (ИЖ АН УССР), который проанализировал достоинства и недостатки всех представленных на совещании методов моделирования — детерминистских, регрессионных, имитационных, кибернетических. Особое внимание он уделил вопросам практической ценности математических моделей и их применимости для управления процессами формирования качества поверхностных вод.

Основные доклады были посвящены вопросам учета влияния гидробиологических и гидрохимических факторов, определяющих неконсервативность примеси в процессе самоочищения, способам определения коэффициентов неконсервативности, выбору оптимальной (в смысле сложности) модели, заданию области решений и граничных условий, а также разработке моделей многокомпонентных экологических систем. Обсуждалась специфика задачи управления качеством воды и ряд организационных вопросов, связанных с ее решением. Одно из сообщений было посвящено объективному выбору сети пунктов наблюдения за параметрами водоема. Представитель Белорусского университета доложил результаты изучения роли фотосинтеза фитопланктона в процессах самоочищения вод.

Процесс самоочищения рассматривался в основном как разбавление примеси по законам переноса и турбулентной диффузии. При этом роль биологических факторов учитывалась косвенно — введением в уравнения членов неконсервативности примеси в виде мономолекулярных реакций.

В дискуссии отмечалось, что работы по математическому моделированию водных экосистем, в частности по моделированию процессов формирования качества поверхностных вод, носят все еще поисковый характер. Для успешного решения этих задач признаю целесообразным планировать сбор полевых данных и сами биологические исследования под вполне определенную модель. При этом больше внимания необходимо уделять биологическим факторам процесса самоочищения.

*В. Л. Скляренко, П. П. Уморин*

## О ПЕРВООЧЕРЕДНЫХ ЗАДАЧАХ В ОБЛАСТИ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ВОДОХРАНИЛИЩ

10—11 октября 1974 г. в Институте биологии внутренних вод АН СССР состоялось заседание секции водохранилищ Научного совета «Комплексное использование и охрана водных ресурсов» Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике. В работе секции приняли участие свыше 70 ученых и инженеров различных научных, проектных организаций и вузов страны. Представители учреждений Москвы и Ленинграда, Минска и Киева, Таллина и Петрозаводска, Харькова и Казани, Перми и Новосибирска обсуждали вопрос о путях повышения эффективности использования водохранилищ.

В настоящее время в мире эксплуатируется около 10 тыс. водохранилищ. Суммарный объем их составляет около 5 тыс. км<sup>3</sup>, а площадь водного зеркала — примерно 600 тыс. км<sup>2</sup>. За последние десятилетия как в СССР, так и в зарубежных странах (особенно в США) темпы создания водохранилищ нарастают.

В Советском Союзе к началу 1972 г. находилось в эксплуатации около 1000 водохранилищ различного назначения с объемом свыше 1 млн м<sup>3</sup> каждое, суммарный объем их около 848 км<sup>3</sup>, полезный — 414 км<sup>3</sup>. Площадь затопленных земель при создании водохранилищ составляет 5,8 млн га, а площадь их зеркала, включая подпертые озера, — 117 млн га.

Из указанного числа водохранилищ наиболее важное народнохозяйственное значение имеют 205. Полезный объем каждого из них более 50 млн м<sup>3</sup>. Многие водохранилища расположены в каскадах и используются комплексно. Из 205 водохранилищ только 68 имеют одноцелевое назначение.

По данным 1971 г., водохранилища через ГЭС и ТЭС участвовали в генерации почти 600 млрд квт/час электроэнергии. Только централизованный отъем воды из водохранилищ на водоснабжение составляет не менее 10 км<sup>3</sup> в год. На базе водохранилищ орошается свыше 2,5 млн га земель. Специальные попуски в нижние бьефы гидроузлов общим объемом около 5 км<sup>3</sup> в год обеспечивают протяженность судоходных трасс по водохранилищам 12 тыс. км. По водохранилищам сплавляется разными способами 33 млн м<sup>3</sup> древесины. Значительное их количество используется в интересах рыбного хозяйства. Уловы рыбы из этих водоемов рыбопромысловыми организациями составляют около 0,5 млн ц в год. Примерно такого же количества достигает любительский лов. Расширяется рекреационное использование водохранилищ.

Анализ современного использования водохранилищ народным хозяйством показывает, что потенциальные возможности их огромны, но в настоящее время реализуются далеко не полностью.

Одной из важнейших проблем, решение которой будет способствовать повышению эффективности использования водохранилищ, должна быть разработка научных основ увеличения полезной продукции, и прежде всего рыбы, при одновременном сохранении удовлетворительного качества воды. Генеральное направление исследований в этой области — изыскание способов управления процессом воспроизводства водной флоры и фауны с целью более эффективной утилизации в экосистемах водоемов как солнечной энергии, так и аллохтонной органики различного происхождения, что позволит получить больше полезной продукции в виде ценного белка и чистой воды. Решение этой важной народнохозяйственной задачи возможно лишь при глубокой разработке теории воспроизводства водного населения и экспериментальных исследованиях по направленной реконструкции экосистем на примере одного или нескольких модельных водоемов.

Выполнение этой задачи требует организации и проведения глубоких комплексных исследований по единой программе рядом научных учреждений, которые в конечном итоге дали бы исчерпывающие сведения о всех звеньях продукционного процесса и факторах, их определяющих, а также решения ряда методических вопросов и прежде всего разработки методики учета абсолютной численности и продукции водных животных и растений, методики селективного изъятия из водоема отдельных видов и размерных групп гидробионтов, методики определения коэффициентов смертности популяций в зависимости от типа экосистемы и сочетания естественных и антропогенных факторов.

Признано целесообразным эти вопросы включить в основные направления исследований и задания, подлежащие решению в 1976—1980 гг. в области комплексного использования и повышения биологической продуктивности водохранилищ.

*Н. В. Буторин*

#### **СЕМИНАР-СОВЕЩАНИЕ ПО ГИДРОЛОГИЧЕСКОМУ ПРИБОРОСТРОЕНИЮ**

25—29 ноября 1974 г. в Государственном гидрологическом институте (ГГИ, Ленинград) проходил семинар-совещание по гидрологическому приборостроению. В его работе приняло участие 128 специалистов, представляющих 38 научных, проектных и производственных организаций и высших учебных заведений. На заседаниях совещания было заслушано и обсуждено более 50 докладов по следующим основным вопросам гидрологии: 1) приборы и методы для измерения расходов воды в различных условиях (15 докладов), 2) исследования на озерах и водохрани-

лицах (5), 3) взаимодействие поверхностных и подземных вод (6), 4) лабораторные исследования (5), 5) применение аэрометодов и спутниковой информации в гидрологии (5), 6) исследования селевых потоков (4 доклада).

Кроме того, рассматривались вопросы по изучению речных наносов, определению уклонов водной поверхности, по опыту эксплуатации отдельных приборов и автоматизированных установок для определения гидрологических параметров.

Рассмотрев состояние и перспективы гидрологического приборостроения, совещание отметило, что за последние 10—15 лет развивались работы по созданию новых измерительных средств и усовершенствованию существующих. При этом основное внимание было обращено на создание дистанционных приборов, составляющих основу автоматизации гидрологической сети.

В то же время на совещании было отмечено существенное отставание в практическом использовании и внедрении на гидрологической сети результатов исследований и прогрессивных методов массовых гидрометрических измерений. Это обусловлено в первую очередь слабым инженерным оснащением сети и отсутствием специализированных гидрометрических судов и автомашин.

В решении семинара отмечено, что в качестве основных направлений развития новых измерительных средств в гидрологии необходимо рекомендовать следующие.

1. Разработка теоретических и методических вопросов комплексной автоматизации гидрологических измерений, сбора, передачи и обработки информации с учетом создания единой автоматизированной системы Гидрометеослужбы.

2. Создание соответствующих наземных автоматизированных систем измерений, сбора, передачи, обработки и хранения гидрометрической информации, в том числе локальных автоматизированных систем с учетом особенностей природных условий и хозяйственной деятельности, а также судовых измерительных комплексов.

3. Создание методов и измерительной аппаратуры, позволяющих получить качественно новые виды гидрологической информации, в том числе для производства площадных измерений как гидрологических элементов, так и взаимосвязанных гидрологических процессов с использованием авиации (аэрометодов), искусственных спутников Земли (спутниковая информация), радиолокационных методов, искусственных и естественных изотопов.

На совещании был поднят вопрос о создании при ГГИ координационного органа из представителей всех организаций и ведомств, занимающихся разработкой гидрологических приборов. Основной задачей этого органа могло бы быть ежегодное рассмотрение разработок в области гидрологического приборостроения с целью их широкого распространения. Было рекомендовано систематическое проведение аналогичных семинаров, в том числе и тематических.

Совещание постановило опубликовать представленные доклады отдельным сборником Трудов ГГИ.

*А. С. Литвинов*

В. И. Романенко, С. И. Кузнецов, В. Н. Кореньков

## О НОВОМ ВИДЕ БАКТЕРИЙ, РАЗРУШАЮЩИХ $\text{NH}_4\text{ClO}_4$ В АНАЭРОБНЫХ УСЛОВИЯХ

Из хозяйственно-бытовых вод, содержащих перхлораты, выделен микроорганизм, который развивается в анаэробных условиях на минеральной питательной среде с перхлоратом и органическими веществами с использованием его в качестве донатора кислорода.

Хакенталь с соавторами [1], Пишиноти и Пьешо [2] исследовали более 200 различных видов обычных сапрофитных бактерий на способность разрушать перхлораты. Ими было установлено, что некоторые штаммы бактерий восстанавливают перхлораты до хлоратов, что связано с наличием у таких бактерий нитратредуктазы. Но ни один из изученных видов бактерий не разрушал перхлораты до хлоридов, хотя в ряде случаев в среде обнаруживались их следы, которые, по мнению авторов, образовывались из хлоратов химическим путем.

Выделенный нами микроорганизм очень быстро разрушает перхлорат до хлоридов, т. е. осуществляет полное разрушение молекулы  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$ . Бактерии выделены на жидкой селективной питательной среде следующего состава.

Фосфорнокислый калий двузамещенный ( $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ) . . . . .	0.1 г
Хлористый аммоний ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) . . . . .	0.05 г
Сернокислый магний ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) . . . . .	0.01 г
Хлористый натрий ( $\text{NaCl}$ ) . . . . .	0.02 г
Перхлорат аммония ( $\text{NH}_4\text{ClO}_4$ ) . . . . .	0.25 г

Микроэлементы по Хогланду . . . . .	1 мл
Витамин $\text{B}_{12}$ . . . . .	20 мкг
Ацетат натрия ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) . . . . .	0.1 г
Водопроводная вода . . . . .	1000 мл

Микроэлементы, перхлорат, витамин и ацетат стерилизовали отдельно и добавляли в среду перед посевом. После стерилизации в среде выпадает осадок, который перед посевом растворяли путем добавления нескольких

капель концентрированной соляной кислоты на 1 л, после чего рН среды доводили до нейтральной величины путем добавления стерильного раствора щелочи. При определении хлоридов, образовавшихся в результате разложения перхлората, учитывали их исходное содержание в среде.

Элективность среды обеспечивалась тем, что рост происходил в анаэробных условиях, а в качестве органического вещества использовали один ацетат, на котором развивается лишь ограниченное количество бактерий. Для получения пышного роста бактерий использовали ту же среду с добавлением дополнительно к ацетату 2—3 мл этилового спирта на 1 л среды.

Бактерии выделены в чистую культуру на жидкой среде с ацетатом путем многократных пересевов из последовательных разведений. Выращивание их производили в склянках объемом 150 мл с резиновыми пробками, имеющими 2 отверстия. В отверстия вставлялись стеклянные трубки, одна из которых кончалась на нижнем уровне пробки, другая у дна склянки. Входящие концы трубок были загнуты под прямым углом и на них надеты отрезки вакуумных резиновых трубок, которые закрывали стеклянными пробками. При отборе проб для анализа среду вытесняли из склянки азотом, который нагнетали через короткую трубку.

Выделенные бактерии представляют собой слегка изогнутые подвижные палочки (вибрион) диаметром 0.3—0.4, длиной 0.8—1.0 мкм. Они хорошо красятся фуксином и не окрашиваются метиленовой синькой. На МПА не растут. Очень хорошо развиваются на этиловом спирте. Растут также на глюкозе, сахарозе, пептоне и ряде других органических веществ, но обязательно в присутствии небольшого количества ацетата. На этиловом спирте развиваются и без ацетата. В анаэробных условиях способны в небольших количествах восстанавливать нитраты до нитритов, что говорит о наличии в клетках фермента нитратредуктазы наряду с перхлоратредуктазой. Сульфаты не восстанавливают.

До изучения всех физиологических и культуральных особенностей данного вида этот организм назван нами условно *Vibrio dechloraticans* sp. n.

Разрушение  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$  до хлоридов при развитии  
*Vibrio dechloraticans*

Длительность опыта, часы	Порядковый номер анализа	Разрушено $\text{NH}_4\text{ClO}_4$ , мг/л	Содержание $\text{Cl}^-$ ионов, мг/л		Процент перхлората, разрушенного до хлоридов
			образовалось в опытах	должно быть по расчету	
24	1	0	0	0	0
29	1	0	0	0	0
51	1	110	21	33.2	63
	2	138	22	41.6	53
	3	124	21	37.4	56
103	1	160	23	48.3	48
	2	160	39	48.3	81
	3	160	31	48.3	64
143	1	160	31	48.3	64
	2	175	46	52.9	87
	3	167	38	50.4	75



Для выяснения того, какая часть перхлората разрушается с образованием хлоридов, поставлены специальные опыты на вышеуказанной среде с ацетатом в склянках объемом 0.5 л. В процессе развития бактерий в склянках анализировалось содержание перхлоратов и хлоридов. Перхлорат ион определялся по интенсивности окраски индикатора бриллиантового зеленого в бензоловой вытяжке на ФЭКе, хлориды анализировались аргентометрическим методом.

Из приведенных данных (см. таблицу) видно, что в течение первых 29 час. разрушения перхлората не происходило, а в дальнейшем он разрушался весьма интенсивно. В различных вариантах опыта разрушено от 110 до 170 мг  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$  до хлоратов и хлоридов.

Из теоретических расчетов и фактических данных следует, что за время опыта разрушено до хлоридов от 48 до 87% перхлората.

Изучение физиологии выделенных бактерий продолжается.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Hackenthal E., Mannheim W., Hackenthal P., Becher R. Die Reduction von Perchlorat durch Bacterien. I. Untersuchungen an intakten Zellen. Biochem. Pharmacology, 1964, 13.
2. Pichinoty F., Piechaund M. Recherche des nitratereductases bacteriennes A et B methodes. Annales I' inst. Pasteur, 1968, 114.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР  
Институт химической  
технологии

---

И. М. Б а л о н о в

#### ВИДЫ СЕМ. *SYNURACEAE* LEMM. (*CHRY SOPHYTA*) ВОЛГИ И ЕЕ БАСЕЙНА

В течение 7 лет на водоемах бассейна Волги проводилось изучение представителей сем. *Synuraceae* Lemm.

Недостаточная флористическая изученность этого семейства объясняется прежде всего трудностью исследования и идентификации видов, тонкая структура панциря которых лежит за пределами разрешающей способности оптических микроскопов. Очевидно, поэтому самыми распространенными во флоре СССР считаются наиболее грубоструктурные виды — *Mallomonas caudata* Iwan., *Synura uvella* Ehr. и *Chrysosphaerella longispina* Laut.

Применение электронного микроскопа позволило не только изучить ультратонкое строение кремниевых чешуек, шипов и игл, но и существенно дополнить видовой состав, расширить диагнозы всех найденных форм и пересмотреть внутривидовую систематику.

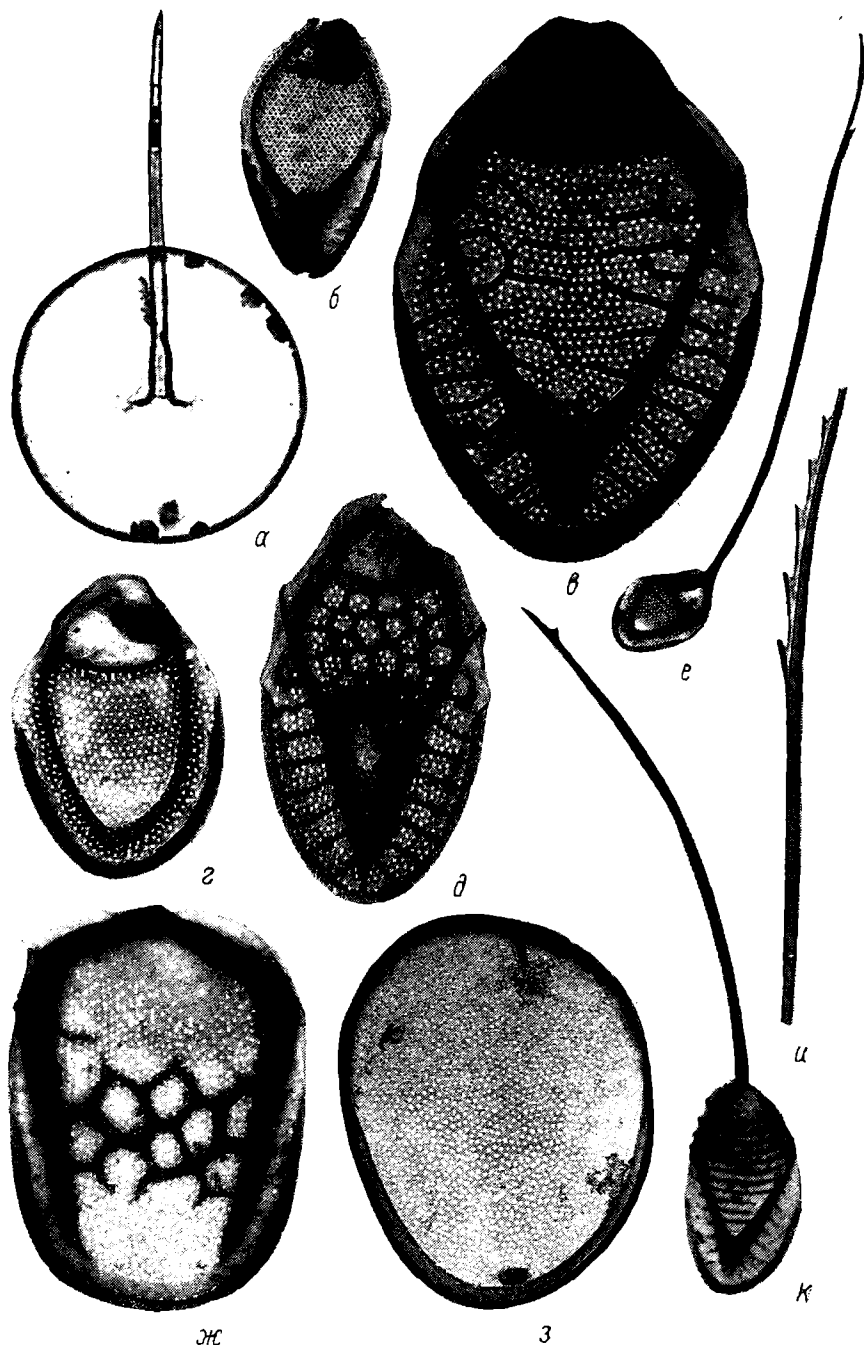


Рис. 1. Кремниевые фрагменты золотистых водорослей.

*a* — *Paraphysomonas vestia* ( $\times 12000$ ), *б* — *Mallomonopsis paxillata* ( $\times 6600$ ), *в* — *Mallomonas acaroides* var. *striatula* ( $\times 17700$ ), *г* — *M. crassiquama* ( $\times 10000$ ), *д* — *M. monograptus* ( $\times 6600$ ), *е* — *M. tonsurata* ( $\times 2650$ ), *ж* — *M. punctifera* ( $\times 10000$ ), *з* — *M. caudata* ( $\times 6600$ ), *и* — *M. striata* ( $\times 2650$ ).

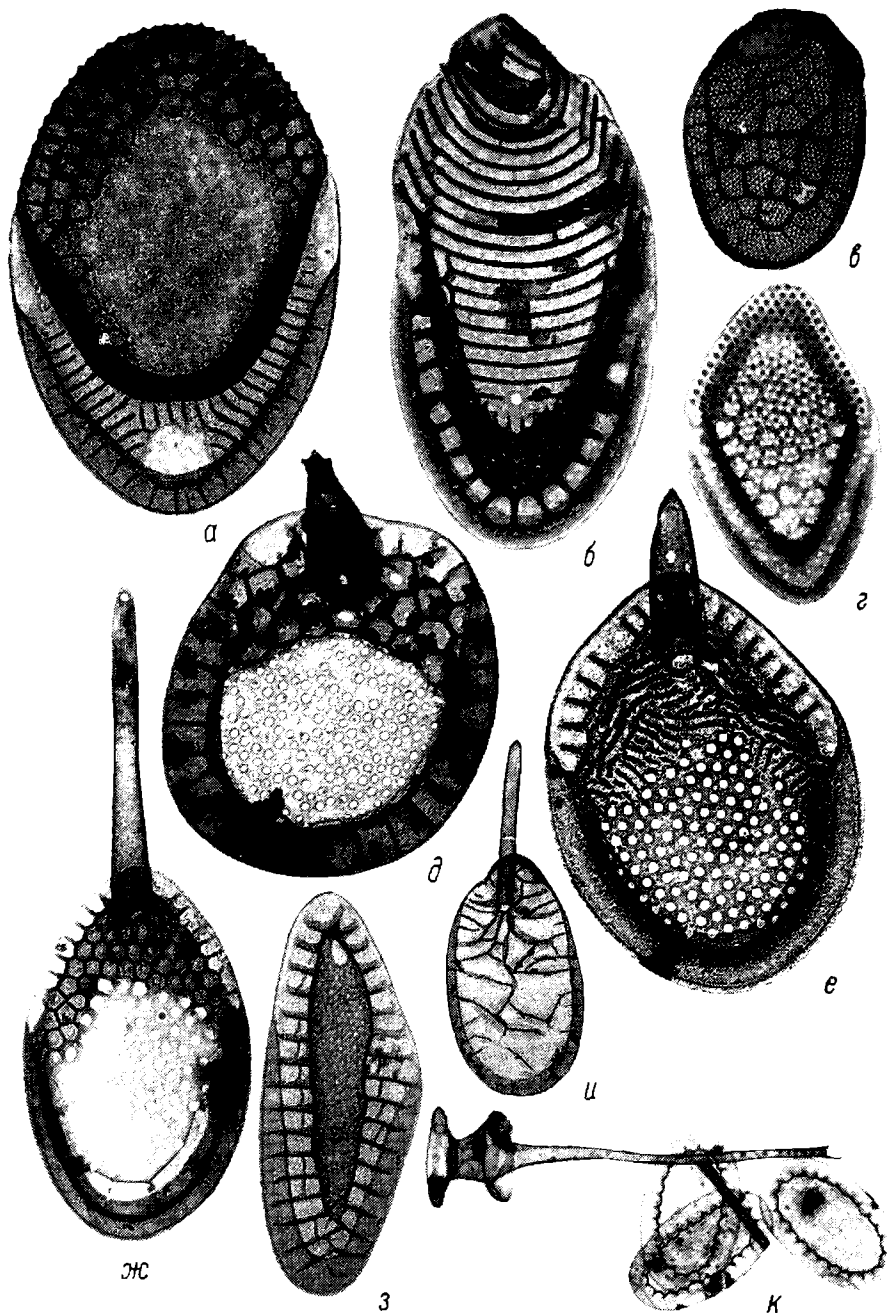


Рис. 2. Кремниевые фрагменты золотистых водорослей.

*a* — *M. insignis* ( $\times 10000$ ), *б* — *M. cratis* ( $\times 10000$ ), *в* — *M. heterospina* ( $\times 4400$ ), *г* — *M. annulata* ( $\times 4400$ ), *д* — *Synura uvella* ( $\times 10000$ ), *е* — *S. echinulata* ( $\times 10000$ ), *ж* — *S. spinosa* ( $\times 10000$ ), *з* — *S. petersenii* ( $\times 9200$ ), *и* — *S. punctilosa* ( $\times 5800$ ), *к* — *Chrysosphaerella brevispina* ( $\times 5800$ ).

Разработанные и примененные в процессе исследования методы концентрации и подготовки объектов к электронной микроскопии дали возможность выявить во флоре водохранилищ волжского каскада 44 вида, разновидности и формы представителей родов *Paraphysomonas* Saed., *Mallomonas* Perty, *Mallomonopsis* Matv., *Synura* Ehr. и *Chrysosphaerella* Laut. При этом 2 вида и 1 форма оказались новыми для науки (*Synura biseriata* Balonov, *S. punctulosa* Balonov, *S. echinulata* f. *multidentata* Balonov et Kuzmin), а 26 — новыми для флоры СССР (*Mallomonopsis paxillata* Bradley, *Mallomonas acaroides* var. *echinospora* (Nygaard) Fott, *M. acaroides* var. *striatula* Asmund, *M. acaroides* var. *inermis* Fott, *M. crassisquama* (Asmund) Fott, *M. zellensis* Fott, *M. monograptus* Harris et Bradley, *M. striata* Asmund var. *striata*, *M. striata* var. *serrata* Harris et Bradley, *M. cratis* Harris et Bradley, *M. papillosa* Harris et Bradley, *M. allantoides* Harris, *M. heterospina* Lund., *M. multiunca* Asmund, *M. eoa* Takah., *M. annulata* Harris, *M. pumilio* Harris, *M. insignis* Penard, *Synura spinosa* f. *longispina* Petersen et Hansen, *S. spinosa* f. *hygaardii* Petersen et Hansen, *S. curtispina* (Petersen et Hansen) Asmund f. *curtispina*, *S. echinulata* f. *leptorhabda* Asmund, *S. petersenii* var. *petersenii* f. *prae fracta* Asmund, *S. petersenii* var. *petersenii* f. *kufferathii* Petersen et Hansen, *S. lapponica* Skuja, *Chrysosphaerella multispina* Bradley). Кроме перечисленных, новыми для флоры Волги и ее бассейна оказались виды: *Paraphysomonas vestita* (Stokes) Saed., *Mallomonopsis elliptica* Matvienko, *Synura spinosa* Korsch. f. *spinosa*, *S. echinulata* Korsch. f. *echinulata*, *S. sphagnicola* Korsch., *S. splendida* Korsch., *S. petersenii* var. *petersenii* Korsch. f. *petersenii*, *S. petersenii* var. *glabra* (Korsch.) Huber-Pest., *Chrysosphaerella brevispina* Korsch. Были найдены также *Mallomonas acaroides* Perty var. *acaroides*, *M. tonsurata* Teiling var. *tonsurata*, *M. caudata* Iwan., *M. punctifera* Korsch., *M. acrocomos* Ruttner var. *acrocomos*, *Synura uvella* Ehr.

Наиболее богато представителями этого семейства Рыбинское водохранилище, где встречаются все названные формы. В Ивановском водохранилище обнаружено 12 видов, Угличском — 9. Шекснинском — 13, Горьковском — 9, на трассе строительства Чебоксарской ГЭС — 10, в Камском — 12, Куйбышевском и Саратовском водохранилищах — по 8, а в Волгоградском — лишь 5 видов и разновидностей. В нижней незарегулированной части Волги найдено 4 вида.

Наиболее распространены в изученных водоемах *Paraphysomonas vestita*, *Mallomonas acaroides* var. *striatula*, *M. crassisquama*, *M. punctifera*, *Synura spinosa*, *S. petersenii* var. *petersenii*, *Chrysosphaerella brevispina*.

Нами приведены электронномикроскопические снимки часто встречающихся видов (рис. 1, 2).

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

**ФИТОПЛАНКТОН И ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ  
САРАТОВСКОГО И ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ**

В планктоне Саратовского водохранилища за весь период исследования (1968—1973 гг.) было зарегистрировано 382 вида и разновидности водорослей. Видовой состав фитопланктона стал гораздо разнообразнее, чем до зарегулирования этого участка. Средневзвешенная для всего столба воды численность водорослей колебалась от 0.4 до 15.8 млн кл./л, а биомасса — от 0.13 до 2.78 г/м<sup>3</sup>. Особенность водохранилища — значительная его проточность, а также 18-кратный водообмен. Последнее определило высокий процент (41—98) диатомовых в общей биомассе фитопланктона при достаточном содержании в воде железа и кремния, составлявших за вегетационный период 0.43 и 2.78 мг/л [4]. Наибольшая биомасса диатомовых отмечалась в среднем и нижнем участках водохранилища. Максимум численности фитопланктона приходится на август и обусловлен цветением воды синезелеными водорослями. Интенсивность цветения невелика — 0.35—4.68 г/м<sup>3</sup> для слоя 0—1 м.

После создания Горьковского и Куйбышевского водохранилищ скорости течения в летне-осенний период на речном участке от Тольятти до Балаково колебались от 0.6 до 1.4 м/сек. [1]. Биомасса фитопланктона между Куйбышевской ГЭС и Сызранью составляла 0.15—0.54 г/м<sup>3</sup> [3].

С наполнением Саратовского водохранилища скорость течения снизилась до 0.18—0.78 м/сек. В условиях зарегулированного стока со снижением скорости течения возросло значение синезеленых водорослей. Так, в среднем за 1968—1972 гг. общая биомасса фитопланктона в слое 0—1 м в августе составила 3.21 г/м<sup>3</sup>, из них на долю синезеленых приходилось 49%. Кроме благоприятных метеорологических условий (высокая сумма тепла — 610—684 градусо-дней, тихая погода), развитие синезеленых обуславливалось повышенным по сравнению с рекой содержанием минерального азота и фосфора, средневегетационные концентрации которых составили 0.66 и 0.06 мг/л [4]. Наибольшее цветение воды синезелеными наблюдалось в 1971 г., когда биомасса их в слое 0—1 м была 4.68 г/м<sup>3</sup>. В этом же году отмечены максимальные показатели общей численности и биомассы фитопланктона.

Первичная продукция в среднем по водохранилищу за весь период исследований колебалась в пределах 0.18—3.15 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>, деструкция — 0.39—6.07 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> в сутки. За 8 месяцев вегетации валовая первичная продукция составила 294—327 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>, деструкция органического вещества — 549—703 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>.

Волгоградское водохранилище наполнялось с осени 1958 г. по июнь 1961 г. В первые 2 года зарегулирования стока количест-

венное соотношение основных групп фитопланктона в водохранилище резко изменилось по сравнению с рекой. Преобладающими по числу особей стали синезеленые водоросли. Если в реке их насчитывалось не более 10 млн кл./л, то в водохранилище в 1960—1961 гг. — до 50 млн кл./л [2]. Один из факторов, изменивших количественное соотношение основных групп водорослей при образовании Волгоградского водохранилища, — снижение скорости течения. Интенсивному развитию синезеленых способствовали, кроме того, высокая концентрация биогенных элементов и наличие химически малоустойчивых органических веществ, используемых при гетеротрофном питании водорослей. Так, содержание в водохранилище минерального азота и фосфора в первые 2 года его формирования было в 2 раза выше, чем в реке. На уровень же развития диатомовых в первые годы отрицательное влияние, по-видимому, оказало низкое содержание в воде железа, количество которого уменьшилось в 3 раза.

В период с 1963 по 1967 г. средняя для всего столба воды численность фитопланктона Волгоградского водохранилища колебалась в отдельные годы от 4.1 до 10.5 млн кл./л, а средневзвешенная биомасса — от 0.91 до 2.16 г/м<sup>3</sup>. В общей биомассе фитопланктона доминировали диатомовые водоросли, по численности — синезеленые. Наибольшее количество водорослей приходилось на 1963 и 1966 гг., отличавшиеся высокими летними температурами, многоводностью и повышенным содержанием биогенов. По температурным условиям к этим годам близок 1967 г. Но низкий и непродолжительный паводок в этом году явился, очевидно, причиной более слабого развития фитопланктона.

За весь период исследования до образования Саратовского водохранилища численность водорослей весной и осенью в Волгоградском водохранилище не превышала 0.5—2.5 млн кл./л, а биомасса — 0.5—1.7 г/м<sup>3</sup> (слой 0—1 м). Основную массу составляли диатомовые. Летом значительного развития достигали также синезеленые и зеленые, причем численность зеленых начала увеличиваться в июне, а синезеленых — в июле. Общее количество фитопланктона от весны к лету возрастало в 2—10 раз (до 32—120 млн кл./л и 3.7—11.0 г/м<sup>3</sup>). В верхнем участке водохранилища максимальное количество водорослей приходилось на июнь—сентябрь, а в среднем и нижнем — на август.

Первичная продукция в течение вегетационных периодов 1965—1967 гг. колебалась от 0.2 до 5 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>, деструкция — от 0.06 до 10 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> в сутки. За весь период вегетации величина валовой продукции в отдельные годы составляла 252—400 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>, деструкция — 580—612 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>.

После зарегулирования у Балаково и образования Саратовского водохранилища средняя для всего столба воды численность фитопланктона в Волгоградском водохранилище, по данным наб-

людений 1968—1972 гг., колебалась от 1.6 до 5.1 млн кл./л, а биомасса — от 0.52 до 2.74 г/м<sup>3</sup>.

Наибольшего развития летний фитопланктон достигал в теплом и многоводном 1970 г., а также в 1972 г. Особенности последнего года — маловодность и самая высокая сумма тепла за последние 13 лет. Благоприятным для водорослей в эти годы был химизм воды. Содержание биогенов (азота, железа и фосфора) по сравнению с другими годами было выше в 1.5—2 раза.

Максимум развития синезеленых водорослей в водохранилище приходился на конец августа—первую декаду сентября, биомасса их (в слое 0—1 м) на отдельных станциях достигла в 1970 г. 26 г/м<sup>3</sup>, в 1972 г. — 12 г/м<sup>3</sup>. В 1972 г. наблюдалась необычная по своей интенсивности вспышка в развитии диатомовых, когда средне-взвешенная биомасса их в нижнем участке водохранилища составила 25.2 г/м<sup>3</sup>.

После образования Волгоградского водохранилища, расположенного ниже Саратовского, численность водорослей весной и осенью составляла 0.3—3.4 млн кл./л при биомассе 0.2—10.7 г/м<sup>3</sup> (слой 0—1 м). В период максимума показатели развития водорослей находились в пределах 3.1—41.4 млн кл./л, а биомасса — 1.31—3.92 г/м<sup>3</sup>.

Первичная продукция Волгоградского водохранилища с 1968 по 1972 г. колебалась от 0.62 до 2.51 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>, деструкция — от 0.28 до 6.66 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> в сутки. Годовая первичная продукция составляла 191—324 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>, деструкция — 402—720 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>. Самые низкие показатели первичной продукции и деструкции были в 1968 г., что соответствовало низкой биомассе фитопланктона. К тому же особенностью этого года было прохладное лето с частыми ветрами и малой прозрачностью воды. Высокая температура воды и хорошие трофические условия 1972 г. обусловили не только массовое развитие фитопланктона, но и его высокую продукцию.

После создания Саратовского водохранилища численность фитопланктона Волгоградского уменьшилась в 2 раза, биомасса изменилась мало. Это объясняется снижением значения синезеленых и возрастанием роли диатомовых водорослей. Величины же первичной продукции фитопланктона остались примерно теми же, что и до образования Саратовского водохранилища.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Гусева К. А., Приймаченко А. Д. Фитопланктон Волги от верховьев до Волгограда. — Матер. 1-й конф. по изучению водоемов бассейна Волги. Куйбышев, 1971.
2. Климова А. К. Сезонная динамика группового состава и численности фитопланктона Волгоградского водохранилища в первые годы после его заполнения. — Научн. докл. высш. школы, биол. науки, 1966, 1.
3. Приймаченко А. Д. Фитопланктон Волги от Ярославля до Волгограда в первые годы после сооружения Горьковской и Куйбышев.

- ской плотин. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1966, 11 (14).
4. С и д е н к о В. И. Некоторые сведения о гидрологических и гидрохимических условиях Саратовского водохранилища в годы его становления (1968—1971 гг.). — Тр. Саратовск. отд. ГосНИОРХ, 1973, 12.

ГосНИОРХ

---

В. Г. Девяткин, Г. В. Кузьмин, А. Г. Охалкин

### ОЦЕНКА САПРОБНОСТИ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ФИТОПЛАНКТОНУ

Данные, характеризующие сапробиологическое состояние Иваньковского водохранилища, представляют большой практический интерес. Однако полный сапробиологический анализ вод этого водохранилища и Волги до его образования никем не проводился. Имеются лишь отрывочные сведения по видам-индикаторам органического загрязнения. Для того чтобы в какой-то степени восполнить существующий пробел, мы использовали как собственные многолетние данные, так и литературные источники по фитопланктону этого водоема.

Фитопланктон Иваньковского водохранилища и Волги на этом же участке, но до зарегулирования, исследовался С. Н. Строгановым и Н. Г. Захаровым [2], Е. С. Неизвестной-Жадиной [1] и другими авторами. Однако для оценки сапробности могут быть использованы лишь названные работы, так как только в них приведен флористический список водорослей.

Наши наблюдения проводились в основных плёсах Иваньковского водохранилища в 1958, 1970 и 1972 гг. Кроме того, в 1967—1972 гг. производился сбор материалов в зоне воздействия подогретых вод Конаковской ГРЭС в нижнем (Иваньковском) плёсе водохранилища.

Расчет индексов сапробности производился по методу Пантле—Бука [3].

В процессе формирования альгофлоры водохранилища многие виды или исчезли совершенно, или резко сократили обилие. Другие, напротив, стали встречаться в больших количествах. Сопоставление флористических списков из работ Е. С. Неизвестной-Жадиной [1], С. Н. Строганова и Н. Г. Захарова [2] показало, что уже в первые 2 года существования водохранилища в видовом составе фитопланктона произошли резкие изменения, однако выпадения видов почти не наблюдалось. Появились лишь свойственные пойменным водоемам виды, которые заняли в водохранилище новые экологические ниши.



При сопоставлении наших данных с данными других исследователей оказалось, что за время формирования фитопланктона водохранилища 51 вид и разновидность, характерные для планктона реки [2], нами не найдены. Коэффициент флористической общности Серенсена низок ( $K=0.29$ ) при сопоставлении нашего списка со списком С. Н. Строганова—Н. Г. Захарова, несколько выше ( $K=0.41$ ) — при сравнении со списком, приведенным Е. С. Неизвестновой-Жадиной [1], но число видов, отмеченных ею и не обнаруженных нами, возросло до 67.

В процессе формирования фитопланктон Иваньковского водохранилища прошел несколько этапов. В современном своем состоянии он не имеет аналогов среди водохранилищ волжского каскада и может быть охарактеризован как озерно-прудовой с высокими продукционными возможностями и значительной флористической насыщенностью.

Анализ флористических списков, составленных по материалам наблюдений 1914—1915 [2] и 1937—1938 гг. [1], показывает, что фитопланктон Волги до ее зарегулирования на участке от Калинина до с. Савелово может быть охарактеризован как бета-мезосапробный с некоторым уклоном в сторону олигосапробности ( $I=1.70$ ). Сезонная динамика изменений сапробности была выражена в реке очень слабо, но отмечалось снижение этих показателей в зимний период ( $I=1.54$ ). Слабо были выражены и различия в сапробности по отдельным пунктам наблюдений ( $I=1.65—1.73$  в среднем за год).

Сапробность Иваньковского водохранилища в первые годы его существования почти не изменилась по сравнению с таковой реки до ее зарегулирования. Данные, полученные в результате анализа современной флоры Иваньковского водохранилища, изученной нами в 1967—1972 гг., свидетельствуют об отсутствии резких изменений показателей сапробности в водохранилище за годы его существования. Так, соотношение числа видов, характеризующих различную степень сапробности, в 1967—1972 гг. по сравнению с 1914—1915 и 1937—1938 гг. почти не изменилось, и основной фон фитопланктона по-прежнему создают бета-мезосапробы. Однако в Волжском и Шошинском плёсах заметно возросло число альфа-мезосапробов.

Оценка сапробности Иваньковского водохранилища на основе анализа современного флористического списка совпадает с оценкой сапробности по данным количественного анализа проб фитопланктона лишь в Иваньковском плёсе. В Шошинском и особенно в Волжском плёсах показатели сапробности по количественным пробам фитопланктона заметно выше, чем полученные на основе видового состава. Видимо, видовой состав более консервативен и изменяется при изменении экологических условий медленнее, чем численное соотношение отдельных видов.

Оценка сапробности по количественным пробам свидетельствует о заметном загрязнении Волжского плёса ( $I=2.10$ ) в сравнении с Шопинским (1.81) и Иваньковским (1.73), причем если в последних плёсах показатели сапробности за последние годы (1958—1972) оставались на одном уровне, то в Волжском заметна тенденция в сторону их увеличения ( $I=2.25$ ).

В отличие от реки до зарегулирования сезонная динамика изменений сапробности в водохранилище выражена очень четко. Так, показатели сапробности зимой, судя по наблюдениям, проведенным в Иваньковском плёсе, стали выше, чем летом (1.94 и 1.68 соответственно). Резкое повышение показателей сапробности в водах весеннего половодья (до 2.70, что указывает на альфа-мезосапробные условия) и их значительные годичные колебания по водохранилищу в целом свидетельствуют о больших изменениях, происшедших на площади водосбора за 60 лет и о большой роли этой площади в определении сапробиологического состояния Иваньковского водохранилища. В связи с этим необходимо подчеркнуть, что при проведении мероприятий, направленных на сохранение и улучшение качества воды Иваньковского водохранилища, необходимо обратить особое внимание на состояние площади его водосбора.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. неизвестнова - Жадина Е. С. Планктон Иваньковского водохранилища в 1937—1938 гг. — Тр. Зоол. ин-та, 1941, 7, 1.
2. Строганов С. Н., Захаров Н. Г. — Тр. комиссии по изысканию новых источников водоснабжения Москвы, 1927, 3.
3. Pantle R., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. — Gas- und Wasserfach, 1955, 96, 18.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

А. В. Гончарова

#### О РОЛИ *OSCILLATORIA SPLENDIDA* GREW. В СНИЖЕНИИ КОНЦЕНТРАЦИИ ФЕНОЛА

В настоящей работе сделана попытка определения роли альгологически чистой культуры *Oscillatoria splendida* в снижении концентрации фенола в экспериментальных культурах.

В опытах использовались 1-суточные культуры водорослей, выращенные на среде Чу-10 с рН 6.9—8.0 при круглосуточном освещении люминесцентными лампами ЛДЦ (3400 лк) и температуре 30—32° [2]. В разных вариантах

опытов брались как адаптированные (в течение 15—20 суток), так и не адаптированные к фенолу водоросли. Испытывались 3 концентрации фенола — 1, 5 и 100 мг/л. Определение содержания фенола в среде проводилось пирамидным методом [1].

Распад фенола в основном осуществляется аэробными бактериями различных систематических групп [4]. Водоросли в этом процессе могут играть двойную роль: с одной стороны, поставляя кислород, они ускоряют бактериальный распад фенола; с другой, как это было показано Г. А. Лукиной для хлореллы, не исключена возможность прямого усвоения фенола [5]. Прямым доказательством усвоения фенола водорослями было бы обнаружение снижения его концентрации в безбактериальной культуре. Однако, как показали наши опыты [3], получение таких культур сопряжено с большими трудностями. Поэтому мы пошли другим путем: эффективность снижения концентрации фенола в культурах водорослей сопоставляли со степенью обрастания водорослей разного возраста бактериями. Обрастание водорослей бактериями изучалось с помощью электронного микроскопа. Эта работа проведена совместно с С. И. Генкал. Среднее количество бактерий, приходящихся на одну клетку водорослей, увеличивается к 6-му дню более чем в 6 раз. Изучение снижения концентрации фенола в культурах различного возраста в опытах с 6-кратной повторностью показало, что скорость этого распада убывает с возрастом культуры (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Средние остаточные концентрации фенола,  
мг/л (экспозиция 14 час.)

Вариант опыта	Культура		
	1-суточная	2-суточная	3-суточная
Водоросли: на свету . .	0.04	0.08	0.48
в темноте .	0.11	0.23	0.70
Фильтрат . . . . .	0.37	0.76	0.77

Если в 1-суточной культуре с наименьшим количеством бактерий за 14 час. на свету исчезало 96% внесенного фенола, то в 3-суточной, содержащей больше бактерий, исходная концентрация фенола снижалась лишь на 52%. В темноте процесс шел менее интенсивно, но и в этом случае снижение концентрации фенола шло быстрее в 1-суточной культуре. В фильтрате культуры, содержащем одни бактерии, исчезновение фенола шло еще медленнее. Эти данные подтверждают гипотезу об активном участии осцилляторов в снижении малых концентраций фенола. Способность снижать концентрацию фенола возрастает у водорослей,

адаптированных в течение 15—20 суток к его содержанию в среде (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Снижение концентрации фенола  
в адаптированных и неадаптированных  
культурах водорослей (экспозиция 6 час.)

Вариант опыта	Остаточная концентрация фенола, мг/л	
	адаптированная культура	неадаптированная культура
Водоросли: на свету . . .	0.02	0.60
в темноте . . .	0.14	0.60
Фильтрат в темноте . . . .	0.60	0.72
Количество повторностей .	30	6

Из приведенных данных по влиянию водорослей и сопутствующих бактерий на снижение концентрации фенола (табл. 3) видно, что в опытах с водорослями на свету идет наиболее интенсивное разрушение фенола. Лишь в варианте со 100 мг/л фенола его остаточная концентрация составляет 40% от исходной.

Т а б л и ц а 3

Влияние водорослей и бактерий на снижение фенола  
при его различных исходных концентрациях

Исходные концентрации, мг/л	Остаточные концентрации ( $M \pm m$ )				
	водоросли на свету	водоросли в темноте	бактериальный фильтрат	экспозиции, часы	повторность
1	0	0	$0.51 \pm 0.02$	12	20
5	0	$0.46 \pm 0.11$	$2.75 \pm 0.06$	10	10
100	$40.5 \pm 3.7$	$42.8 \pm 3.40$	$60.9 \pm 3.60$	20	7

При культивировании водорослей в темноте исключается фотосинтез, интенсивность исчезновения фенола снижается (кроме варианта с исходной концентрацией фенола, равной 1 мг/л). При исходной концентрации фенола 5 мг/л его осталось около 10%, при 100 мг/л, когда водоросли и бактерии, очевидно, уже испытывают некоторое угнетение под влиянием фенола, остаток последнего составляет около 43%, т. е. снижение концентрации фенола 100 мг/л в темноте практически не отличается от хода этого процесса на свету.

При воздействии на фенол одних бактерий, отделенных от своих носителей (водорослей), процесс снижения концентрации

токсиканта идет с наименьшей интенсивностью — во всех трех концентрациях остаток фенола составляет 50—60%.

Полученные данные дают основание говорить об участии осциллятории в снижении концентрации фенола.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бабушкин З. М., Каплин В. Г., Фисенко Н. Г. К вопросу о колориметрическом определении фенола в воде. — Гидрохим. матер., 1963, 35.
2. Гончарова А. В. Выбор условий культивирования *Oscillatoria splendida* Grew. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1975, 26.
3. Гончарова А. В. Получение безбактериальной культуры *Oscillatoria splendida* Grew. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1975, 27.
4. Лаптева Н. А. Доминирующие виды бактерий фенольных садков. — В кн.: Флора, фауна и микроорганизмы Волги. Рыбинск, 1974.
5. Лукина Г. А. Действие фенола на фотосинтез и дыхание хлореллы. Автореф. канд. дисс. Петрозаводск, 1973.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

Г. М. Лаврентьева

#### ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА ОЗЕРНОГО УЧАСТКА ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ГОДЫ С РЕЗКО РАЗЛИЧАЮЩИМСЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМ РЕЖИМОМ

В 1968 г. автором [1] в составе комплексной рыбохозяйственной экспедиции ГосНИОРХ, проводившейся с целью составления научно-промысловой карты Горьковского водохранилища, собран материал по фитопланктону. В 1969—1970 гг. исследования были продолжены на мелководьях водохранилища [2, 3], а в 1973 г. основные работы проводились на русловой части.

В Горьковском водохранилище, относящемся к долиново-русловому типу, имеется хорошо выраженный озерный участок. Влияние подпора проявляется в значительной степени в районе выше Плёса, где снижаются скорости течения и соответственно уменьшается перемешивание водных масс. Начиная от Елнати водохранилище носит ярко выраженный озерный характер, появляется стратификация в размещении гидробионтов, повышается биомасса фитопланктона [4].

Разное развитие фитопланктона в годы, различающиеся по гидрометеорологическим условиям, наблюдается во всех без исключения водоемах. Величина этих различий в водохранилищах должна быть большей, чем в естественных водоемах. Ниже приводятся результаты исследований фитопланктона в озерном участке Горьковского водохранилища в 1968 и 1973 гг., резко различающихся по водности и погодным условиям.

Время исследований (июль 1968 г. и начало августа 1973 г.) обусловлено тем, что этот период характеризуется наибольшей интенсивностью продукционных процессов в водоеме в условиях Среднего Поволжья.

В начале рейса 1968 г. по водохранилищу (станции на разрезах от «выше Плёса» до Юрьевца) температура воды была 19—20°, волнение не отмечалось. В середине и в конце рейса (станции на разрезах от Юрьевца до Городца) температура снизилась на 4°, высота волн достигала 1,5 м.

Весь рейс 1973 г. проходил при хороших погодных условиях: температура воды 19—21°, ветрового волнения практически не было.

Пробы фитопланктона брались батометром Руттнера с борта судна. Отбор образцов воды осуществлялся на русловых станциях стандартных разрезов водохранилища при диапазоне глубин 6—19 м из верхнего, среднего и придонного горизонтов. Конечный результат приводится в виде средне-взвешенной биомассы, выраженной в г/м<sup>3</sup>. Расчет биомассы водорослей производился в камере Найкотта из проб, обработанных отстойным методом, вычислением индивидуального объема клеток массовых форм.

В июле 1968 г. выше Плёса отмечалась высокая по сравнению с речным участком водохранилища [1] биомасса водорослей в нулевом горизонте (8.26 г/м<sup>3</sup>), сформированная диатомовыми (*Asterionella formosa*) и пиррофитовыми (*Cryptomonas ovata*). Наблюдалась стратификация в вертикальном распределении водорослей — у дна преобладали диатомовые. Ниже Плёса биомасса фитопланктона была несколько меньшей и обуславливалась развитием других видов диатомовых — мелозир. Как уже упоминалось, в районе Юрьевца 7 августа 1968 г. погода резко изменилась, однако удалось еще застать цветение колониями микроцистиса в защищенных заливах. На русле цветение было уже сбито волнением, биомасса водорослей оказалась очень низкой (0.79 г/м<sup>3</sup>), более 50% ее тем не менее составляли синезеленые (см. таблицу).

Биомасса фитопланктона (г/м<sup>3</sup>) на русловых станциях Горьковского водохранилища летом 1968 и 1973 гг.

Год	Выше Плёса	Ниже Плёса	Ниже Елнати	Юрьевец	Соколь- ское	Ниже Пучежа	Перед плотиной
1968	4.41	0.76	0.56	0.79	0.20	0.02	0.13
1973	38.83	20.50	8.90	15.93	19.10	37.99	58.09

У Сокольского биомасса фитопланктона на русле оказалась еще меньше (см. таблицу). Здесь преобладали пиропфитовые. На станциях у г. Пучежа и в предплотинном участке биомасса снизилась до 0.01—0.13 г/м<sup>3</sup>, а в пробах были отмечены только мелкие формы протококковых.

В августе 1973 г. пробы отбирались на тех же станциях, что и в 1968 г. (см. таблицу). При отмеченных благоприятных погодных условиях картина развития и распределения фитопланктона по акватории была совершенно иной. В целом, не учитывая отдельных отклонений, биомасса планктонных водорослей увеличивалась от станции у Плёса к предплотинному участку. Исключение составляли пробы, взятые с верхнего горизонта на разрезе выше Плёса, содержавшие наивысшую биомассу фитопланктона, 99.6% которой составлял *Microcystis aeruginosa*. (Это объясняется тем, что судно попало в пятно цветения на стоне). Проба, взятая на этой станции у дна, где явления сгона теряют силу, была сравнительно бедной. Отмечено также резкое повышение биомассы фитопланктона, в частности *Microcystis*, на станциях у Юрьевца, что вполне закономерно, так как русло в этом районе находится под сильным воздействием юрьевецких мелководий, самых обширных на Горьковском водохранилище [2]. И, наконец, самая высокая биомасса фитопланктона наблюдалась в озерной части предплотинного участка на глубине 4 м — 217 г/м<sup>3</sup> (96% *Microcystis aeruginosa*).

На всех станциях отмечена вертикальная стратификация фитопланктона с более или менее резко выраженным падением биомассы ко дну и изменением видового состава: синезеленые или синезеленые и диатомовые — вверху, диатомовые или диатомовые и пиропфитовые — в середине, диатомовые — у дна.

Средняя биомасса фитопланктона в поверхностном горизонте в 1973 г. в 56 раз превышала таковую 1968 г. При сравнении фитопланктона этих 2 лет прежде всего замечается гораздо большее его развитие летом 1973 г., когда биомасса превышала таковую 1968 г. по отдельным станциям от 9 до 1900 раз (см. таблицу). В 1968 г. наибольшая биомасса фитопланктона была отмечена на участке с особенностями речного режима (выше Плёса—ниже Елнати). Средние показатели биомассы фитопланктона в поверхностном горизонте для этого участка составляли 4.61, наименьшая биомасса отмечалась в озерной части (Юрьевец—плотина) — 0.15 г/м<sup>3</sup>.

В 1968 г. в вертикальном распределении альгофлоры можно также отметить различные тенденции, связанные с погодными условиями. На участке ниже Плёса—ниже Елнати распределение фитопланктона носило характер прямой стратификации, при этом биомасса в нулевом горизонте была вдвое больше, чем на глубине 5 м.

На участке Юрьево—плотина (при ухудшении погоды) вертикальное распределение фитопланктона приобрело характер обратной стратификации, и соотношение биомассы этих горизонтов стало обратным. В 1975 г. вертикальное распределение фитопланктона по всему обследованному участку имело ярко выраженную прямую стратификацию, и на глубине 11 м биомасса была в 17 раз меньше, чем у поверхности.

Таким образом, при ухудшении погодных условий в летний сезон в озерной части Горьковского водохранилища наблюдается сильное снижение биомассы фитопланктона, сформированной синезелеными водорослями. Диатомовые, которые могли бы занять освободившуюся экологическую нишу, в этот период находятся в минимуме, что характерно также для многих озерных водоемов [5]. Следовательно, неблагоприятные гидрометеорологические условия в разгар летнего сезона приводят к тому, что в обширной части водохранилища, наиболее урожайной по фитопланктону при нормальных условиях, резко сокращаются процессы синтеза органического вещества как следствие отмирания доминантных синезеленых.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лаврентьева Г. М. Фитопланктон Горьковского водохранилища. — Изв. ГосНИОРХ, 1972, 77.
2. Лаврентьева Г. М. Фитопланктон мелководий Горьковского водохранилища. — Изв. ГосНИОРХ, 1974, 89.
3. Лаврентьева Г. М. Фитопланктон мелководий трех водохранилищ Волжского каскада. — Рыбохозяйств. изуч. водоемов, 1974, 12.
4. Приймаченко А. Д. Фитопланктон р. Волги от Ярославля до Волгограда в первые годы после сооружения Горьковской и Куйбышевской плотин. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1966, 11(14).
5. Hutchinsoni G. E. A treatise on limnology. II. Introduction to lake biology and limnoplankton. Sidney, 1966.

ГосНИОРХ

---

М. Л. Пидгайко

#### НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О СОВРЕМЕННОМ ЗООПЛАНКТОНЕ ВОЛЖСКОГО КАСКАДА

В 1973 г. в ГосНИОРХе начаты работы по изучению биопродуктивности водохранилищ волжского каскада как единой экосистемы. За 2 сквозных рейса произведен весь комплекс стандартных гидрохимических и гидробиологических полевых исследований, в том числе гидрохимический анализ воды и грунта,



определение первичной и бактериальной продукции, сбор материалов по основным группам планктона и бентоса.

В зоопланктоне русловой части каскада (с глубинами от 6 до 30 м) в августе обнаружено 120 видов коловраток, кладоцер и копепод. Наибольшее число видов зафиксировано в Куйбышевском водохранилище — 73, наименьшее в Угличском — 34. В составе зоопланктона имеется ряд широко распространенных по каскаду, но точно не определенных видов — представители родов коловраток *Trichocerca*, *Euchlanis*, *Synchaeta*, *Notholca*, *Asplanchna*. Нами обнаружены 2 подвида, до сих пор не упоминавшихся в литературе по Волге: *Keratella cochlearis baltica* (Sokolova), описанная М. Ф. Соколовой из планктона Финского залива, и *Keratella quadrata platei* (Jägerskiöld) — представитель планктона Балтийского и Черного морей. Обе коловратки найдены в озерных частях Горьковского, Куйбышевского и Волгоградского водохранилищ, причем в пробах они встречаются совместно и в значительном количестве. Это объясняется сквозным прохождением видов через весь каскад и широким проникновением в водохранилища солоноватоводных форм.

Среди кладоцер повсеместно распространены босмины, но точно определить их пока не удалось.

Не вполне ясно распространение в водохранилищах *Acanthocyclops vernalis* (Fish.) и *A. americanus* (Marsh.). Гидробиологи, работающие на Волге, определяют их либо как *A. vernalis* (Fish.), либо как *A. americanus* (Marsh.). По нашим данным, это 2 вида, распределение которых по каскаду неравномерно и заслуживает специального изучения.

В каскаде происходит постепенная смена северной фауны на южную. В связи с этим интересно проследить развитие индикаторных видов. Представители северной фауны, например *Notholca labis* Gosse, *Limnospira frontosa* Sars, *Heterocope appendiculata* Sars, в наших пробах не встречались ниже Куйбышевского водохранилища. Южная планктонная фауна, характерный представитель которой — *Heterocope caspia* G. O. Sars — в массе развивается в Саратовском водохранилище и особенно в Волгоградском, появляется впервые также в Куйбышевском. В Волгоградском водохранилище начал встречаться и *Cornigerius maeoticus* Pengo. Некоторые виды в пределах каскада имеют разорванный ареал. Например, *Moina micrura* Kurz и *Brachionus diversicornis* (Daday) были обнаружены в пробах из Ивановского, затем из Куйбышевского, Саратовского и Волгоградского водохранилищ. Происходят заметные изменения в видовом составе *Asplanchna*. От Куйбышевского водохранилища и выше развиваются преимущественно *A. priodonta* Gosse, *A. henrietta* Langhans, *A. intermedia* Hudson, а ниже — *A. sieboldi* (Leydig), *A. brighwelli* Gosse и некоторые неопределенные виды. Ряд видов распространен по всему каскаду, но роль их в зоопланктоне отдельных водохранилищ

неравноценна. Например, ведущая роль в верхних по каскаду водохранилищах принадлежит роду *Mesocyclops*, а в нижних — видам рода *Acanthocyclops*. Таким образом, исследования каскада показывают, что его планктонная фауна еще находится в процессе формирования, и изучение ее не закончено.

Полученные по зоопланктону материалы были проанализированы в биоценотическом аспекте по методу В. А. Броцкой и Л. А. Зенкевича. Сбор материала проводился более или менее равномерно через каждые 25—30 км. Это позволило установить основные для лета группировки планктона русловой части каскада — всего их было 7 с несколькими вариантами.

I. *Bosmina coregoni*+*Mesocyclops crassus* и *Asplanchna priodonta* — в нижне-волжском плесе Иваньковского водохранилища.

II. *Diaphanosoma brachyurum*+*Mesocyclops oithonoides* и *Bosmina coregoni* — в Угличском водохранилище.

IIIa) *Chydorus sphaericus*+*Limnospida frontosa* и *Daphnia longispina*, б) *Chydorus sphaericus*+*Mesocyclops* sp. (juv.) и *Daphnia longispina* — в Рыбинском водохранилище и озерной части Горьковского водохранилища.

IVa) *Mesocyclops* sp. (juv.)+*Limnospida frontosa* и *Daphnia longispina* — в речном участке Горьковского водохранилища, б) *Mesocyclops* sp. (juv.)+*Chydorus sphaericus* и *Daphnia longispina* — в нижней части речного участка Горьковского водохранилища.

V. *Brachionus calyciflorus*+*Mesocyclops* sp. (juv.) и *Asplanchna* sp. — в верхней части Куйбышевского водохранилища.

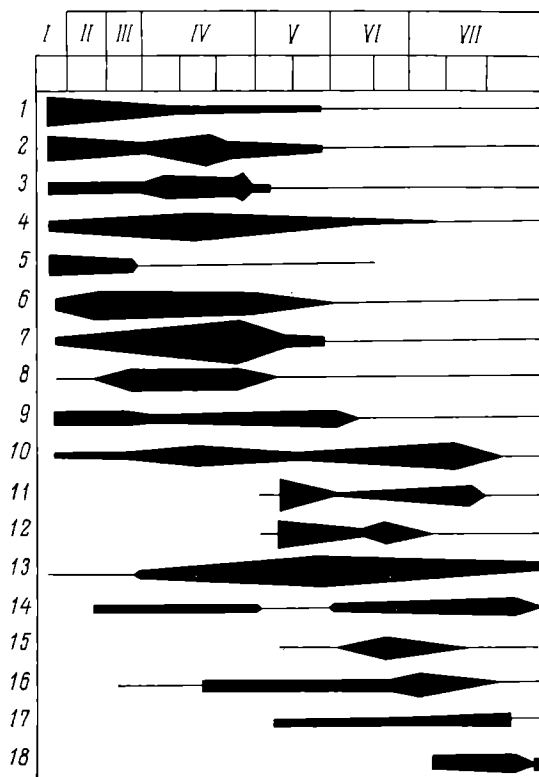
VIa) Личинки *Dreissena*+*Daphnia longispina* и *Asplanchna* sp. — в нижней части Куйбышевского водохранилища, б) личинки *Dreissena*+*Daphnia longispina*+*Cyclops* sp. (juv.) — в верхней части Саратовского водохранилища, личинки *Dreissena*+*Heteroscore caspia*+*Bythotrephes* sp. — в нижней части Волгоградского водохранилища.

VIIa) *Daphnia longispina*+личинки *Dreissena* и *Acanthocyclops* sp. (juv.) — в нижней части Саратовского водохранилища, б) *Daphnia longispina*+*Acanthocyclops* sp. (juv.)+*Brachionus calyciflorus* — в верхней части Волгоградского водохранилища, в) *Daphnia longispina*+*Bythotrephes coederstroemii* и личинки *Dreissena* — в средней части Волгоградского водохранилища.

К названным видам можно добавить еще несколько весьма распространенных и многочисленных в составе зоопланктона: *Daphnia cucullata*, *D. cristata*, *Eudiaptomus gracilis*, *Eu. graciloides*, *Euchlanis dilatata*, *Bosmina longirostris* и некоторые другие. По своей структуре, выражающейся в соотношении видов по индексу плотности, перечисленные группировки характеризуются значительным преобладанием ведущих видов над остальными. Они определяют плотность и биомассу.

Таким образом, в русловой части волжского каскада при наличии 120 видов в летнее время продукционный уровень зоопланктона (по биомассе) определяют виды примерно из 14 родов, каждый из которых включает от 1 до 3 видов. К ним относятся (в порядке следования с севера на юг): *Bosmina coregoni*, *Mesocyclops oithonoides*, *M. crassus*, *M. leuckarti*, *Asplanchna priodonta*, *A. brighwelli*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Chydorus sphaericus*,

*Limnosida frontosa*, *Daphnia cucullata*, *D. cristata*, *Eudiaptomus gracilis*, *E. graciloides*, *Brachionus calyciflorus*, *Bythotrephes longimanus*, *Eurytemora velox*, *Acanthocyclops vernalis*, *A. americanus*, *Hetercope caspia*, *Leptodora kindtii*. Роль большинства этих видов



Численность ракообразных и коловраток в отдельных участках волжского каскада.

Водохранилища: I — Ивановское, II — Угличское, III — Рыбинское, IV — Горьковское, V — Куйбышевское, VI — Саратовское, VII — Волгоградское.

1 — *Bosmina coregoni*, 2 — *Mesocyclops crassus*, 3 — *M. oithonoides*, 4 — *M. leuckarti*, 5 — *Asplanchna priodonta*, 6 — *Diaphanosoma brachyurum*, 7 — *Chydorus sphaericus*, 8 — *Limnosida frontosa*, 9 — *Daphnia cucullata*, *D. cristata*, 10 — *D. longispina*, 11 — *Brachionus calyciflorus*, 12 — *Asplanchna brightwelli*, 13 — *Dreissena*, 14 — *Bythotrephes longimanus*, 15 — *Eurytemora velox*, 16 — *Acanthocyclops vernalis*, *A. americanus*, 17 — *Hetercope caspia*, 18 — *Calanipeda aquae dulcis*.

в зоопланктоне отдельных участков различна (см. рисунок). Комплекс северных видов играет ведущую роль в водохранилищах, расположенных выше Куйбышевского, начиная с которого она переходит к южным видам.

Изменение зоогеографических, экологических и фаунистических особенностей зоопланктона каскада с севера на юг отражает его меняющиеся в этом же направлении климатические, гидрологические и трофические условия.

ГосНИОРХ

Н. Д. Б о р о д и ч

**ПРЕДСТАВИТЕЛИ ПОНТОКАСПИЙСКОЙ ФАУНЫ  
В ВОДОХРАНИЛИЩАХ СРЕДНЕЙ  
И НИЖНЕЙ ВОЛГИ В 1971—1974 гг.**

По сообщению ряда исследователей [1, 5, 6], в Волгоградском водохранилище известны 3 вида мизид: *Paramysis intermedia* Czern., *P. lacustris* (*P. kowalevskyi*) Czern., *P. ullskyi* Czern. До строительства водохранилищ почти по всей Волге встречалась только *P. ullskyi*. Остальные 2 вида выше Волгограда не поднимались. В 1960—1966 гг. в Волгоградское водохранилище с целью улучшения кормовой базы рыб из низовьев Дона и дельты Волги было завезено около 35 млн мизид. Преимущественно это были *P. lacustris* и *P. intermedia*. *P. ullskyi* и *P. baeri* Czern. составляли незначительный процент от общего количества интродуцированных рачков. Выпускались они в районе Саратова и у с. Золотое, а в 1966 г. у с. Шербаковка ниже Камышина.

В сборах 1966 г. было найдено около 1% особей *Limnomysis benedeni* Czern. Это одна из наиболее распространенных форм понтокаспийских мизид, обитающих в прибрежной зоне преимущественно на заиленных грунтах среди зарослей высшей водной растительности на глубинах 0.5—1.5 м. В 1971 г. 57 экз. на 1 м<sup>2</sup> этого вида мы нашли у Камышина, а в 1972 г. 52 экз. — у с. Сосновка и 35 экз./м<sup>2</sup> — у Камышина. В кишечниках иглы-рыбы, пойманной в этом районе, содержались остатки *L. benedeni*. Следовательно, в настоящее время в Волгоградском водохранилище обитают не 3, а 5 видов мизид.

Кумовых раков в 1947 г. вместе с другими кормовыми беспозвоночными начали вселять в водохранилища для улучшения кормовой базы рыб. Этим границы их распространения значительно расширились. Однако в водохранилища Волги кумовые не завозились, они были известны лишь для дельты Волги [2], где встречается 10 видов из 18 известных для Каспия.

Большой интерес представляет появление в 1973 г. в приплотинном плёсе Саратовского водохранилища *Pterocuma sowinskyi* Sars. Это представитель высших ракообразных из пресных вод Понтокаспийского бассейна. В Азово-Черноморском бассейне [4, 7] *P. sowinskyi* достигает длины 11—12 мм, в Каспийском [3] — 9.0—10.5 мм.

Подробное исследование приплотинного участка Саратовского водохранилища в 1974 г. показало, что средняя численность и биомасса *P. sowinskyi* на глубине 0.5—2.5 м составляют 600 экз./м<sup>2</sup> и 740 мг/м<sup>2</sup> (для данного вида это довольно высокие показатели). Самки составляли 42%, самцы — 29, неполовозрелые особи — 29%. У 7 самок размером 5.7—7.0 мм в выводковых камерах находилось от 18 до 44 зародышей. Длина самого крупного экземпляра (самка) составляла 10.3 мм, вес — 8 мг. В августе 1973 г. была поймана самка размером 7.2 мм, в ее выводковой камере находилось 64 яйца размером 0.3 мм.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что этот вид нашел в приплотинном участке Саратовского водохранилища благоприятные для развития условия. Завезен он, видимо, вместе с мизидами, выпускавшимися в 1972—1973 гг. у Сызрани.

Таким образом, фауна понтокаспийских ракообразных волжских водохранилищ благодаря проводившимся акклиматизационным мероприятиям обогатилась еще одним видом и включает теперь представителей почти всех отрядов подкласса *Malacost-raca*, обитающих в пресных водах.

В 1965—1967 гг. [5] в Куйбышевское водохранилище из Таганрогского залива Азовского моря завезен моллюск *Hypanis (Monodacna) colorata* (Eich. W.). Однако в Куйбышевском водохранилище он не был зарегистрирован. Обнаружили мы его в сентябре 1972 г. во время отлова мизид в приплотинном плёсе Волгоградского водохранилища, у с. Песковатка, на глубинах 10—12 м на сильно заиленном песке. В 1973—1974 гг. *H. colorata* была найдена в Саратовском водохранилище. В 1974 г. отдельные ее экземпляры размером до 22 мм встречались в течение всего летнего сезона в различных участках водохранилища на глубинах от 4 до 21 м на сильно заиленном песке или в илу. Видимо, *H. colorata* расселилась по всему Саратовскому водохранилищу, и в ближайшие годы можно будет ожидать увеличения ее численности.

Так под влиянием антропогенных факторов постоянно изменяются список и ареалы обитающих в бассейне Волги понтокаспийских видов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Белявская Л. И., Гудкова Н. С., Загора Л. П. Мизиды Волгоградского водохранилища. — В кн.: Видовой состав, экология и продуктивность гидробионтов Волгоградского водохранилища. Изд. Саратовск. ун-та, 1969.
2. Белинг Л. Л. К изучению придонной жизни реки Волги. Саратов, 1924.
3. Бирштейн Я. А., Романова Н. Н. Отряд *Cumacea*. Атлас беспозвоночных Каспийского моря. М., «Пищевая промышленность», 1968.
4. Бэческу М. Отряд кумовые *Cumacea* Kröyer, 1846. — В кн.: Определитель фауны Черного и Азовского морей. Киев, «Наукова думка», 1969.

5. И о ф ф е Ц. И. Донная фауна водохранилищ волжского каскада и ее обогащение. — Матер. 1-й конф. по изучению водоемов бассейна Волги. Куйбышев, 1971.
6. М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д., Д з ю б а н Н. А., И о ф ф е Ц. И. Изменения в составе и распространении фауны Волги в результате антропогенного воздействия. Тез. докл. 2-й конф. по изучению водоемов басс. Волги. Куйбышев, 1974.
7. П а у л и В. Л. *Citasea* Черного и Азовского морей. — Тр. Севаст. биол. ст., 1949, 7.

Куйбышевская станция  
Института биологии  
внутренних вод АН СССР

А. А. Л ь в о в а

### К РАСЧЕТУ ПРОДУКЦИИ *DREISSENA POLYMORPHA* (PALL.) УЧИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Моллюск *Dreissena polymorpha* (Pall.) впервые обнаружен в Учинском водохранилище в 1945 г. [7], а с 1951 г. стал основным (по биомассе) компонентом его донной фауны [5]. Он заселил все пригодные для прикрепления субстраты на глубинах 1.6—7 м [2].

Первая съемка бентоса Учинского водохранилища была проведена в 1945 г. Пробы брались на 66 станциях, распределенных на 15 разрезах [4]. Все последующие съемки проводились по этой стандартной сетке станций.

По данным нашей съемки в августе 1967 г., зона обитания дрейссены составляла 35.9% общей площади дна водохранилища. Наибольшая плотность отмечена в полосе макрофитов на глубине 1.6—3.5 м. Здесь, по наблюдениям аквалангистов, дрейссена образует почти сплошной покров. На этих глубинах ее встречаемость в пробах достигает 89%. В друзах моллюсков преобладают годовики и двухлетки (табл. 1).

Т а б л и ц а 1  
Численность и биомасса дрейссены в зоне  
ее обитания (по данным 1967 г.)

Глубина, м	Площадь, км <sup>2</sup>	Средняя численность	
		экз./м <sup>2</sup>	г/м <sup>2</sup> живой вес
1.6—3.5	3.03	1772	936
3.6—7.0	3.93	388	328
1.6—7.0	6.96	990	577

На глубинах более 3.5 м частота встречаемости дрейссены составляет 57%. Здесь относительное число годовиков меньше, чем в полосе максимальной плотности.

В основу расчета продукции был положен принцип, предложенный Бойсен-Иенсеном [8]. Материалом для расчета послужили ежемесячные пробы бентоса, взятые в мае—ноябре 1967 г. и в мае 1968 г. с 4 постоянных станций на глубинах от 1.6 до 3.5 м. Первые результаты расчетов опубликованы [6]. В дальнейшем они были дополнены и уточнены. Во всех пробах промеряли моллюсков (классовый интервал размерных групп 1 мм), определяли численность каждой размерной группы ( $n_i$ ) и общую численность дрейссен в пробе ( $N$ ). Биомассу ( $B$ ) каждой пробы находили по формуле:  $B = \sum_1^n \bar{\omega}_i n_i$ , где  $\bar{\omega}_i$  — средний вес дрейссен  $i$ -размерной группы.

Вес моллюсков рассчитывали по уравнению  $\omega = al^b$  [1]. Константы  $a$  и  $b$  были подсчитаны на основании эмпирических данных веса дрейссены Учинского водохранилища методом наименьших квадратов. По нашим наблюдениям, зависимость между изменениями длины особи и ее веса у дрейссен длиной до 11 мм (особи неполовозрелые) значительно отличается от таковой у моллюсков больших размеров. В силу этого параметры уравнения, отражающего связь между длиной и весом тела, определялись отдельно для дрейссен длиной 1—11 и 12—32 мм. Живой вес тела с раковиной для неполовозрелых моллюсков находили по формуле  $\omega = 0.326 l^{2.589}$ , для половозрелых особей —  $\omega = 0.096 l^{3.069}$ . Сухой вес тела дрейссены без раковины составляет  $1/20$  живого веса моллюска с раковиной.

Для определения среднегодовых линейных приростов изучался рост моллюсков в опытных садках в естественных условиях [3]. По результатам экспериментов был определен прирост 12 размерных групп моллюсков. Для этого мы воспользовались графическим методом Волфорда [9]. При построении графика (см. рисунок, а) на оси абсцисс откладывали длину моллюска в возрасте  $t$  (начало сезона роста), а на оси ординат — в возрасте  $t+1$  (конец сезона роста). По полученным прямым определяли линейный прирост всех размерных групп дрейссены. Далее по линейному приросту рассчитывали среднегодовой весовой прирост всех размерных групп моллюска (см. рисунок, б). При расчете общей продукции ( $P$ ) учитывали не только соматический прирост ( $P_s$ ), но и генеративный прирост ( $P_g$ ), т. е. прирост определяемых половых клеток, —  $P = P_s + P_g$ .

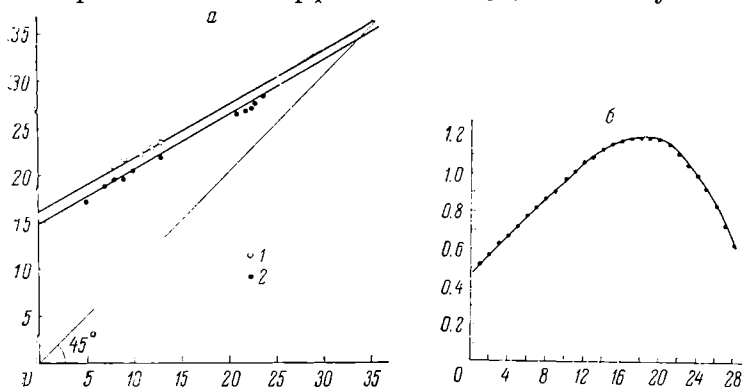
$P_g$  определяли методом весовой реконструкции по срезам. Вес выметанных половых продуктов принимали равным 15% живого веса половозрелых дрейссен.

Расчет  $P_s$  проводили по формуле  $P_s = B_0 + B_3 - B_1$ , где  $B_0$  — биомасса убыли моллюсков за год,  $B_1$  — биомасса в начале сезона

роста (май 1967 г.),  $B_2$  — биомасса в конце сезона роста (октябрь 1967 г.),  $B_3$  — биомасса в начале следующего сезона роста (май 1968 г.) (табл. 2).

Наличная биомасса изменяется за год незначительно:  $B_3 - B_1 = 1034.6 \text{ г/м}^2 - 980.9 \text{ г/м}^2 = 53.7 \text{ г/м}^2$ . Убыль дрейссен за год равна  $B_e = B_{e1} + B_{e2} + B_{e3} + B_{e4}$ , где  $B_{e1}$  — биомасса элиминированных за зимний период особей,  $B_{e2}$  — биомасса убыли сеголеток.  $B_{e1} = B_2 - B_3 = 1239.9 \text{ г/м}^2 - 1034.6 \text{ г/м}^2 = 205.2 \text{ г/м}^2$ .

Убыль сеголеток за счет выедания ( $B_{e2}$ ) составляет 80% численности завершивших метаморфоз личинок [6]. Начальную числен-



Среднегодовой линейный (а) и весовой (б) прирост дрейссены Учинского водохранилища.

1 — 1967 г., 2 — 1968 г. По оси ординат: а —  $lt+1$ , мм, б — вес, г; по оси абсцисс: а —  $lt$ , мм, б — длина, мм.

ность восстанавливали по численности в конце сезона роста. Вес элиминированных особей принимали равным среднему на протяжении сезона весу сеголеток. Биомасса убыли завершившей метаморфоз дрейссены составила  $444.2 \text{ г/м}^2$ . К этой величине прибавляли убыль личинок от момента их оседания до завершения метаморфоза —  $66 \text{ г/м}^2$ .  $B_{e2} = 444.2 \text{ г/м}^2 + 66.0 \text{ г/м}^2 = 510.2 \text{ г/м}^2$ .

Убыль дрейссены старших возрастов за счет выедания рыбами ( $B_{e3}$ ) учитывали следующим образом. За численность элиминированных особей принимали 80% численности особей длиной 1—15 мм в мае 1967 г., вес считали равным среднему сезонному весу моллюска данной размерной группы, тогда  $B_{e3} = 296.5 \text{ г/м}^2$ .

Дрейссеной длиной более 15 мм рыбы, как правило, не питаются. Гибель моллюска происходит в основном за счет естественной смерти и наступает обычно после нереста в конце сезона роста. Убыль дрейссены в результате естественной смертности ( $B_{e4}$ ) рассчитывали как разность потенциальной биомассы и наличной биомассы в конце сезона роста ( $B_2$ ) особей длиной 16—32 мм. Потенциальную биомассу принимали равной сумме  $B_1$  и прироста всех особей, за исключением 80% численности дрейс-



Численность (экз./м<sup>2</sup>), биомасса (г/м<sup>2</sup>) и среднегодовой прирост дрейссен (г/м<sup>2</sup>) на глубинах 1.6—3.5 м

Дата	Численность			Биомасса			Прирост		
	особей длиной, мм		общая	особей длиной, мм		общая	особей длиной, мм		общий
	1—15	16—32		1—15	16—32		1—15	16—32	

1967 г.

29 V	700	879	1579	79.8	901.1	980.9	581.7	973.7	1555.4
12 XI	4187	913	5100	222.1	1017.8	1239.9	2939.9	1004.7	4000.4

1968 г.

28.V	1528	724	2252	88.4	946.2	1034.6	—	—	—
------	------	-----	------	------	-------	--------	---	---	---

сен длиной 1—15 мм. Убыль в результате естественной смертности составила 987.3 г/м<sup>2</sup>.

Суммарная величина убыли дрейссен за год равна 1999.3 г/м<sup>2</sup>.  $B_e = B_{e1} + B_{e2} + B_{e3} + B_{e4} = 1999.3$  г/м<sup>2</sup>.  $P_s = B_e + B_3 - B_1 = 1999.3$  г/м<sup>2</sup> + + 1034.6 г/м<sup>2</sup> - 980.9 г/м<sup>2</sup> = 2053.0 г/м<sup>2</sup>. Если принять  $P_s$  равным 15% от веса нерестившейся в 1967 г. дрейссен, то вес выметанных половых продуктов составит 377.3 г/м<sup>2</sup>, а продукция дрейссен на глубине 1.6—3.5 м за год составит:  $P = P_s + P_g = 2053.0$  г/м<sup>2</sup> + + 377.3 г/м<sup>2</sup> = 2430.3 г/м<sup>2</sup>. Р/В коэффициент равен 2.3 (среднегодовая биомасса — 1047.9 г/м<sup>2</sup>).

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Винберг Г. Г. Линейные размеры и масса тела животных. — Ж. общ. биол., 1971, 32, 6.
2. Качанова А. А. О росте *Dreissena polymorpha* (Pall) в Учинском водохранилище и каналах Мосводопровода. — В кн.: Учинское и Можайское водохранилища. Изд. МГУ, 1963.
3. Львова-Качанова А. А. Рост и продолжительность жизни *Dreissena polymorpha* (Pall.). — В кн.: Комплексное исследование Каспийского моря. Изд. МГУ, 1972, 3.
4. Соколова Н. Ю. Бентос Учинского водохранилища по исследованиям 1944—1945 гг. — Зоол. ж., 1947, 26, 1.
5. Соколова Н. Ю. Новые материалы по бентосу Учинского водохранилища (по исследованиям 1950—1951 гг.). — Тр. ВГБО, 1959, 9.
6. Соколова Н. Ю., Львова-Качанова А. А. Продуктивность бентоса водохранилищ питьевого водоснабжения. Волга-1. — Матер. 1-й конф. по изучению водоемов бассейна Волги. Тольятти, 1971.
7. Фейгина З. С. Проникновение дрейссен в водную систему канала им. Москвы и способы борьбы с ней. — Тр. ВГБО, 1950, 2, 3.

8. B o y s e n - I e n s e n P. 1919. Valuation of the Limfjord. Studies of Fish—Food in the Limfjord 1909—1917. — Rep. Danish. Biol., 1919, 26.  
9. W a l f o r d L. A. A new graphic method of describing the growth of animals. — Biol. Bull., 1946, 90, 2.

Московский  
государственный университет

---

А. П. П а в л ю т и н, А. П. О с т а п е н я

### РАЦИОН И УСВОЯЕМОСТЬ ПИЩИ *DAPHNIA MAGNA* ПРИ ПИТАНИИ ДЕТРИТОМ

Большинство исследователей, изучающих питание беспозвоночных животных, признают детрит важным источником пищи. Полученные в немногих экспериментальных работах величины рационов и усвояемости [1, 2] подтверждают это мнение по крайней мере по отношению к молодому детриту.

Энергетическая ценность и эффективность использования детрита ракообразными на рост изменяются по мере его старения [4, 5]. Нами изучались зависимость рациона и усвояемость от возраста детрита.

Животных выращивали в лабораторных культурах на водорослеводрожжевом корме. Для опытов отбирали рачков одного размера (сухой вес одной особи в среднем 0.08 мг). Протококковые водоросли, из которых готовили детрит, выращивали в присутствии меченого  $^{14}\text{C}$  бикарбоната натрия, отделяли от среды и убивали кратковременным нагреванием до  $80^\circ$ . Колбу с убитыми водорослями выдерживали при температуре  $20 \pm 2^\circ$ . Содержимое колбы несколько раз в сутки энергично перемешивали для поддержания анаэробных условий во время разложения. Из колбы с разлагающимися водорослями периодически изымали порции детрита, который для предотвращения дальнейшей деструкции хранили в замороженном состоянии. Во избежание физиологической неравноценности животных опыты по питанию детритом разного возраста проводили с рачками, взятыми одновременно из одного аквариума.

В каждый опытный сосуд помещали 200 мл пищевой взвеси с содержанием 5 мг сухого вещества и 10—15 животных. Температура воды в опытных сосудах составляла  $20 \pm 1^\circ$ .

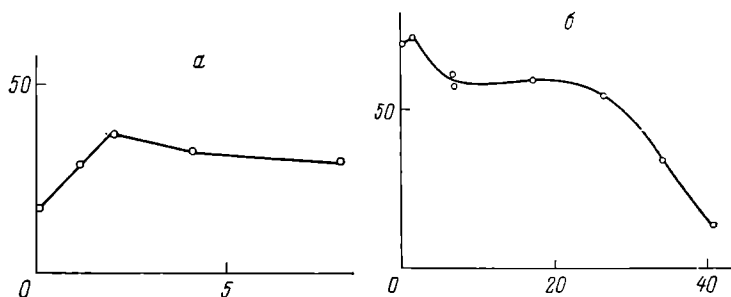
Элементы балансового равенства определяли по методам, описанным Ю. И. Сорокиным [8], Т. С. Петипа и др. [6].

Предельные величины рационов для планктонных кладоцер, питающихся живым кормом, в настоящее время достаточно хорошо установлены. Считается, что у взрослых особей они, как правило, не превышают 100% от веса тела в сутки. Относительно скорости потребления детрита водными беспозвоночными мнения исследователей расходятся. Некоторые авторы склонны считать, основываясь на непрямых измерениях рационов, что детрит ввиду его

невысокой пищевой ценности может потребляться в огромных количествах — до 1300% [7].

Проведенные эксперименты (см. рисунок, а) показали, что рацион у животных, питавшихся живыми водорослями (точка на оси ординат), ниже, чем употреблявших детрит. Максимальный рацион (38% от веса тела в сутки) был получен у животных, которые питались детритом, разлагавшимся 2 суток. Рацион животных на детрите, имеющем возраст 4 и 8 суток, составил 34 и 31% соответственно.

Подобные данные были получены М. А. Есиповой [1], в опытах которой рацион взрослых кладоцер, измеренный по скорости прохождения пищи через кишечник, составил 40—50% от веса тела в сутки при питании растительным детритом.



Рацион и усвояемость *Daphnia magna* при питании фитогенным детритом разного возраста.

По оси ординат: а — суточный рацион, % от веса тела, б — усвояемость, %; по оси абсцисс — возраст детрита, 'сутки.

Невысокие величины рационов были получены также у личинок *Chironomus antracinus*, которым предлагали меченый  $^{14}\text{C}$  растительный детрит — 9—50% от веса тела в сутки в зависимости от возраста детрита [2]. Таким образом, величины рационов у исследованных видов беспозвоночных при питании растительным детритом не выходят за пределы показателей, наблюдаемых при потреблении ими живого корма.

Усвояемость детрита зависит от его возраста (см. рисунок, б). Наиболее высока (75%) она у животных при питании молодым детритом (1 сутки разложения). При дальнейшем разложении детрита (до 4 суток) усвояемость его падала примерно до 60% и затем долгое время (до 27 суток разложения) оставалась практически неизменной, снижаясь приблизительно до 14% по мере дальнейшего старения детрита (34—41 сутки).

Подобная зависимость получена также в опытах Э. И. Извковой и Ю. И. Сорокина [2], по данным которых усвояемость у личинок *Ch. antracinus*, питавшихся растительным детритом, снижалась с 31.3 до 5.9% с увеличением возраста детрита.

Обобщение литературных данных, проведенное Л. М. Суше-ней [9] и Н. М. Крючковой [3], показало, что усвояемость живых водорослей у пресноводных кладоцер в среднем равна 60%. Следовательно, растительный детрит (до 30 суток разложения при 20°) усваивается как живые водоросли.

Рацион и усвояемость безусловно зависят от вида животных, происхождения и возраста детрита, однако имеющиеся данные не подтверждают мнение Н. Н. Смирнова [7] об огромных величинах рационов при питании детритом (до 1300%).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Е с и п о в а М. А. Изменение интенсивности питания и продукции тела *Cladocera* по мере увеличения веса при питании детритом. — Матер. Всесоюзн. совещ. молодых специалистов. Развитие прудового рыбоводства и рациональное освоение водоемов и водохранилищ. М., ВНИИПРХ, 1971.
2. И з в е к о в а Э. И., С о р о к и н Ю. И. Исследование питания личинок *Chironomus anthracinus* Zett. с помощью  $^{14}\text{C}$ . Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1969, 3.
3. К р ю ч к о в а Н. М. Использование зоопланктоном пищи на рост. — Ж. общ. биол., 1969, 29, 4.
4. О с т а п е н я А. П., П а в л ю т и н А. П. Детрит в озерах разного типа и его использование планктонными ракообразными. — Матер. 16-й конф. по изучению внутр. водоемов Прибалтики. Минск, 1971.
5. П а в л ю т и н А. П., О с т а п е н я А. П. Разложение органического вещества детрита. — В кн.: Теория и практика биологического самоочищения загрязненных вод. М., «Наука», 1972.
6. П о т и п а Т. С., П а в л о в а Е. В., С о р о к и н Ю. И. Изучение питания массовых форм планктона тропической области Тихого океана радиоуглеродным методом. — В кн.: Функционирование пелагических сообществ тропических районов океана. М., «Наука», 1971.
7. С м и р н о в Н. Н. Рост и размножение некоторых прибрежных ветвистых раков. — Бюлл. МОИП, 1961, 66, 5.
8. С о р о к и н Ю. И. О применении радиоактивного углерода для изучения питания и пищевых связей водных животных. Планктон и бентос внутренних водоемов. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1966, 12(15).
9. С у щ е н я Л. М. Количественные закономерности метаболизма и трансформации вещества и энергии ракообразными. Автореф. докт. дисс. М. Ин-т океанол. АН СССР, 1969.

Белорусский  
государственный университет

ОНТОГЕНЕЗ ВОДЯНОГО КЛЕЩА *LIMNOCHARES AQUATICA* (L.) (*LIMNOCHARIDAE*, *ACARIFORMES*) — НОВЫЙ ТИП ОНТОГЕНЕЗА АКАРИФОРМНЫХ КЛЕЩЕЙ

Онтогенез акариформных клещей представляет собой ограниченный или в разной степени редуцированный анаморфоз [1]. У *Parasitengona*, в том числе у водяных клещей, редукция онтогенеза осуществляется выпадением 2 нимфальных фаз (протонимфы и тритонимфы), которые превращаются в аподермы. Таким образом, в онтогенезе водяных клещей нормально существуют следующие фазы развития: яйцо, личинка, дейтонимфа и имаго — самец и самка. В редких случаях выпадает и личинка.

Пока существует единственное исключение из этого правила не только для водяных клещей или *Parasitengona*, но и для всего отряда *Acariformes*. Речь идет о *Limnochares aquatica* и, возможно, о других близких видах этого небольшого семейства.

Впервые на странности онтогенеза *L. aquatica* обратил внимание Лундблад [4]. Он заметил 3 нимфы в цикле развития этого клеща и предположил существование имагинальных линек, так как рассмотрел у линяющих особей развитие яйца. Более детально этот вопрос исследовал Бёттгер [3], который установил, что, во-первых, размеры первой нимфы зависят от упитанности личинки, паразитирующей на водомерках; во-вторых, число нимфальных стадий непостоянно: обычно 1, реже (в 3% случаев) 2; в-третьих, самки способны неоднократно линять. При этом взрослых клещей от нимф он отличал по наличию у них склеротизованного копулятивного аппарата у самца, влагалища и яйцеклада у самки. Других более подробных морфологических исследований он не производил.

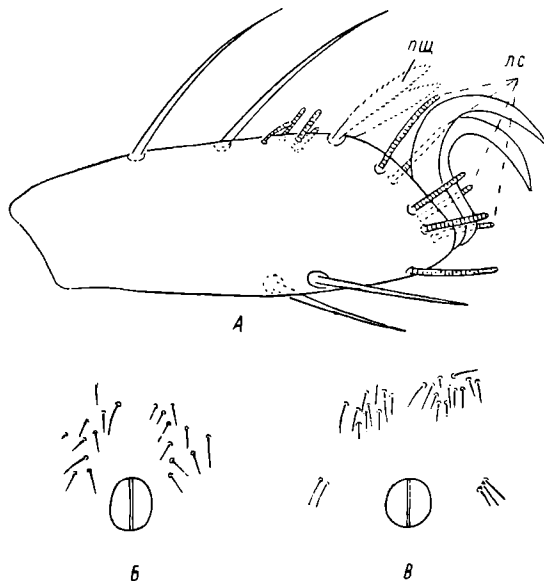
Таким образом, Лундблад и Бёттгер сошлись во мнении о возможности прозопальных линек и разошлись в вопросе о числе нимф: по Лундбладу их 3, по Беттгеру — 1—2.

Наша работа состояла из двух частей: мы наблюдали линьку собранных в природе особей и после нее заделывали в препараты перелинявшую особь и личинную шкурку. Кроме того, мы подвергли морфологическому исследованию весь собранный и выведенный материал.

Выяснилось, что этот клещ растет очень неравномерно — одни особи быстрее, другие медленнее. Хетом конечностей неотрихического типа и число щетинок на них непостоянно. Последнее относится в равной мере и к тактильным щетинкам, и к соленидиям, а также и к парагенитальным щетинкам, окружающим половую щель. От линьки к линьке число всех щетинок возрастает довольно постепенно. Однако, анализируя их число, размеры

клеща и развитость полового аппарата, можно разобраться в стадиях развития.

Для анализа мы избрали следующие признаки: 1) длину гипостома, измеренную по его вентральной поверхности; 2) длину передней лапки без коготков; 3) число латеральных соленидиев на вершине передней лапки, в которое не включали ни дорсальных, ни вентральных соленидиев (см. рисунок, А, *лс*); 4) число апикальных перистых щетинок на передней лапке (см. рисунок, А, *пщ*); 5) число парагенитальных щетинок с одной стороны генитальной щели (см. рисунок, Б, В); 6) присутствие или отсутствие полового аппарата; 7) присутствие или отсутствие генитальной щели. Последние признаки не всегда совпадают, что позволило



Детали строения *Limnochares-aquatica*.

А — передняя лапка протонимфы (*лс* — латеральные соленидии, *пщ* — перистые щетинки), Б — генитальное поле дейтонимфы самки, В — то же самца.

нам выделить следующие постларвальные фазы развития: протонимфа — без половых органов, без половой щели и с ограниченным числом щетинок (см. таблицу); протонимф может быть 1 или 2 стадии, как это отметил Бёттгер. Дейтонимфа — половой аппарат развит, но мал, половая щель отсутствует, число щетинок невелико. Эту фазу Бёттгер, очевидно, принял за взрослых. Нам удалось обнаружить лишь одну дейтонимфальную стадию, но не исключены случаи, когда их две. Взрослые особи — самцы и самки. Все обнаруженные самцы были примерно одного уровня развития, самки же разного — самка I и самка II. У той и у другой

половая щель развита, нередко в теле находятся яйца, но размеры и число щетинок различны (см. таблицу).

Размеры (мм) и число щетинок на разных стадиях развития  
*Limnochares aquatica*

Стадия	Длина гипостома	Длина лапки	Число латеральных сочленений	Число перистых щетинок	Число паранитальных щетинок с одной стороны
PN <sub>I</sub>	0.15	0.10	3+3	2	0, реже 1—3
PN <sub>II</sub>	0.16	0.13	4+4	4	4—5
DN <sub>♂</sub>	0.24	0.18	6+7	4	10+4
DN <sub>♀</sub>	0.25	0.18	6+7	4	9
Im <sub>♂</sub>	0.29	0.22	9+11	6	18+4
Im <sub>♀I</sub>	0.32	0.23	11+12	6	19
Im <sub>♀II</sub>	0.39	0.29	14+15	6	40 и более

П р и м е ч а н и е. PN — протонимфа, DN — дейтонимфа, Im — имаго.

Таким образом, у *L. aquatica* в отличие от прочих акариформных клещей онтогенез обнаруживает явные черты неограниченного анаморфоза, для которого характерно нефиксированное число субимагинальных и прозопальных линек. Однако и анаморфозом это развитие также нельзя считать, так как последний сопровождается увеличением числа телобластических сегментов, чего у *L. aquatica* нет. Не только число сегментов, но и число туловищных щетинок на всех стадиях развития, включая личинку, здесь остается постоянным [2].

Отметим еще некоторые особенности в развитии этого клеща. Личинка, как и у других водяных клещей, гетероморфна, что вносит в онтогенез черты постларвального метаморфоза [1]. Все остальные стадии гомеоморфны. Однако превращение первой протонимфы в яйцекладущую самку и постепенный рост и морфологическое развитие последней протекают сходным образом. Поэтому здесь трудно говорить об имагинизации в полном смысле этого слова. С другой стороны, постоянное увеличение числа щетинок на конечностях, включая тазики, вокруг половой щели и вторичных присосок на вентральной поверхности приносят в онтогенез черты эпиморфоза. Применяемые нами термины «протонимфа», «дейтонимфа», «имаго» в данном случае несколько условны.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. В а й н ш т е й н Б. А. Онтогенез и некоторые вопросы систематики акариформных клещей (*Acariformes*). — Зоол. ж., 1975, 54(6).
2. В а й н ш т е й н Б. А., Тузовский П. В. Туловищный хетом водяных клещей, его онтогенез и эволюция. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1974, 25 (28).

3. Böttger K. Vergleichend biologisch-ökologisch Studien zum Entwicklungszyklus der Süßwassermilben (Hydrachnellae, Acari). I. Der Entwicklungszyklus von Hydrachna globosa und Limnochares aquatica. — Internat. Revue ges. Hydrobiol., 1972, 57 (1).
4. Lundblad O. Die Hydracarina Schwedens. I. Uppsala, 1927.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

П. В. Тузовский

**НОВЫЙ ВИД ВОДЯНОГО КЛЕЩА  
РОДА *THYAS* (HYDRYPHANTIDAE,  
ACARIFORMES)**

Приводится описание нового вида водяного клеща, названного в честь известного советского акаролога А. Б. Ланге.

*Thyas langei* Tuzovskij sp. n. — самка. Цвет красный. Длина тела 1170 мкм, максимальная ширина — 980 мкм. Фронтальный

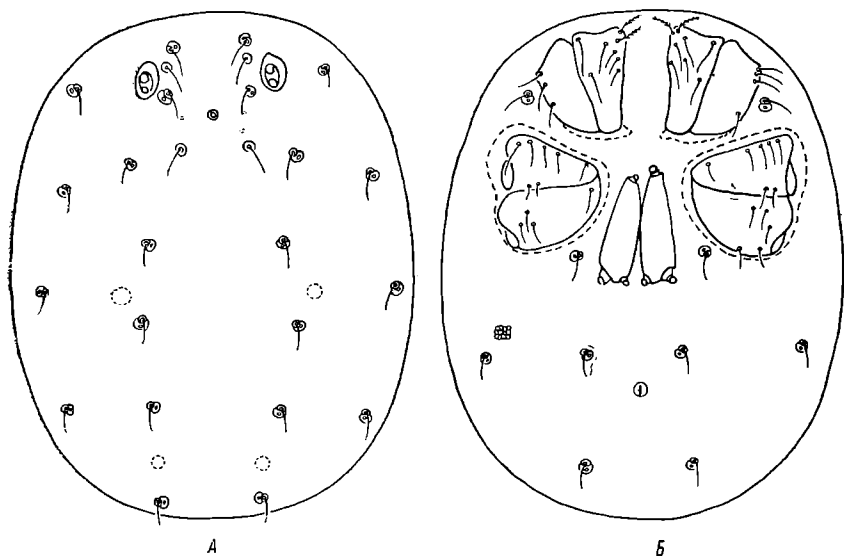


Рис. 1. Общий вид *Thyas langei* sp. n.

А — сверху, Б — снизу.

орган (рис. 1, А) лежит прямо на коже между внутренними и наружными затылочными щетинками. Номенклатура щетинок приводится по Б. А. Вайнштейну и П. В. Тузовскому [1]. Глаза попарно заключены в овальные капсулы с каждой стороны тела на уровне затылочной наружной и внутренней теменной щетинок.



Туловищный хетом по количественному составу такой же, как и у всех гидрифантид, но с характерным расположением щетинок. Теменные и затылочные щетинки расположены в продольные ряды. Затылочная внутренняя с височной внутренней и наружной плечевой щетинками образуют поперечный ряд. Плечевые и лопаточные внутренние щетинки смещены в заднюю часть тела. В пе-

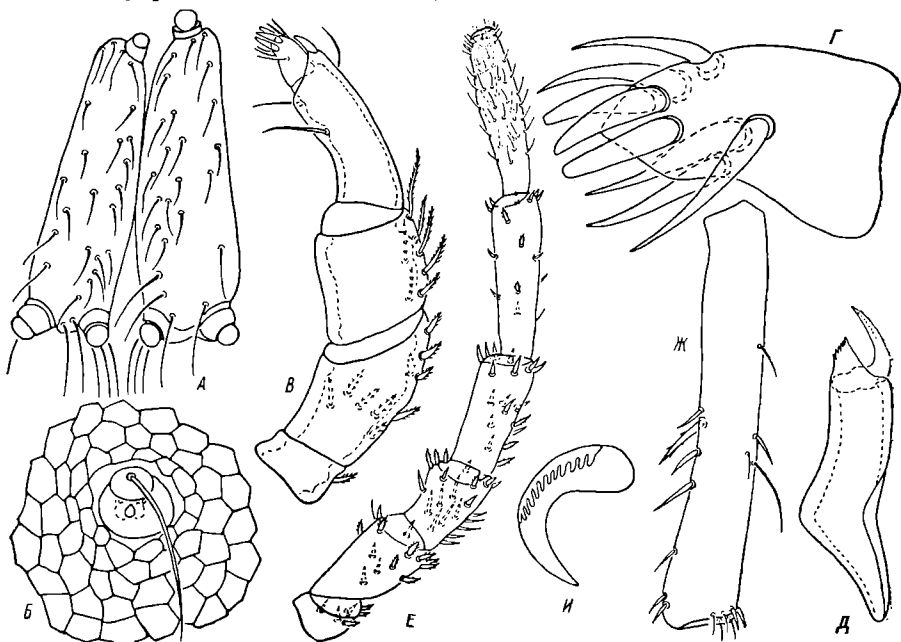


Рис. 2. Детали строения *Thyas langei* sp. n.

А — половой орган, В — участок кожи с туловищной щетинкой и железой, В — педипальпа, Г — тибготарзальный комплекс педипальпы, Д — хелицера, Е — нога I, Ж — лапка ноги IV, И — коготок.

редней части I пары кокс (рис. 1, В) по 8 щетинок, на коксах II по 3—4 щетинки вдоль их заднего края. На коксах III по 7 щетинок: 5 по переднему краю и 2 по заднему. Коксы IV несут 4—5 щетинок. Задний край I и II кокс окаймлен узким подкожным выростом. Коксы III—IV обрамлены со всех сторон подкожным выростом.

Генитальный орган (рис. 2, А) с 6 мелкими присосками, сидящими на подставках по углам створок. Наружные края створок прямые, внутренние выпуклые. Задняя медиальная часть створок не скошена. Задние пары присосок сближены, образуют поперечный ряд. Экскреторное отверстие продольное, окружено слабо-склеротизированным кольцом. Кожа с ячеистой скульптурой (рис. 2, В). Форма ячеек различна: у кожных желез они удлинены, а по мере удаления от них ячейки приобретают вид более

или менее равносторонних многоугольников. Туловищные щитки плохо заметны, часть из них, возможно, редуцировалась.

Ротовой аппарат типичный для рода. Передняя часть гипостома снабжена мелкими тесно усаженными присосками, образующими присасывательный диск, который наклонен вентрально. Вблизи диска располагаются 2 пары примерно равных по величине щетинок. Педипальпы приблизительно втрое короче тела. На вертлуге педипальпы (рис. 2, В) 1 дистальная щетинка, на бедре I — 10, на бедре II — 7, на колене 3 дистальные щетинки (дорсальная и 2 вентральные) и 1 крупный дорсодистальный шип. На тибioтарзальном комплексе (рис. 2, Г) 3 дистальных шипа, 3 вентральные и 2 дорсальные щетинки. Длина члеников педипальпы, измеренная по дорсальной стороне, соответственно равна 50, 140, 105, 155 и 65 мкм. Основной членик хелицер в 3 раза длиннее подвижного пальца с крупным прозрачным отростком (рис. 2, Д).

Ноги без плавательных волосков (рис. 2, Е). Первые 5 члеников всех ног преимущественно с перистыми шиповидными щетинками. Последние членики I и II пары ног несут обычно тонкие щетинки. Лапки III и IV снабжены как шиповидными, так и тактильными щетинками (рис. 2, Ж). Общее число щетинок на ходильных конечностях следующее.

Нога	Вертлуг	Бедро I	Бедро II	Колено	Голень	Лапка
I	6—8	13—19	20—21	18—21	15—17	45—51
II	7—8	15—18	20—22	18—25	18—22	38—41
III	6—6	14—18	22—22	20—25	21—24	31—31
IV	11—15	13—13	18—19	21—24	18—19	18—23

Коготки простые, однозубчатые с надкоготковой пластинкой, обрамленной мелкими зубчиками (рис. 2, И).

Описываемый вид хорошо отличается от других представителей рода *Thyas* слабовыраженными туловищными щитками и строением половых створок. Задний край створок прямой, не скошен, а генитальные щетинки располагаются по всей поверхности створок. У остальных видов этого рода задний медиальный край створок более или менее скошен, а щетинки сидят вдоль медиального края и на задней части створок.

Описывается по 1 экз., препарат 4161. Найден 10 августа 1973 г. в роднике близ с. Шарап Прокопьевского района Кемеровской обл. Голотип хранится в коллекции Института биологии внутренних вод АН СССР.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вайнштейн Б. А. и Тузовский П. В. Туловищный хетом водяных клещей, его онтогенез и эволюция. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1974, 25 (28).

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

САМКИ ХИРОНОМИД (*DIPTERA, CHIRONOMIDAE*).  
XVI. *CHIRONOMUS BONUS* SHIL. ET DJVAR.

Длина 9—12 мм, коричневато-зеленая. Окраска, как и у самца, варьирует [3]. Голова светло-коричневая. Швы затылочного склерита тонкие, коричневые. Теменные щетинки многочисленные. Лобные штифты крупные (см. рисунок, А). Максиллярные щупики темно-коричневые. 1-й членик с одним рядом щетинок и крупной порой; на дистальном конце 2-го, снизу, группа светлых сенсилл. В отличие от самца [3] у самки 2-й членик примерно равен 3-му, а последний в 1.5 раза длиннее 3-го.

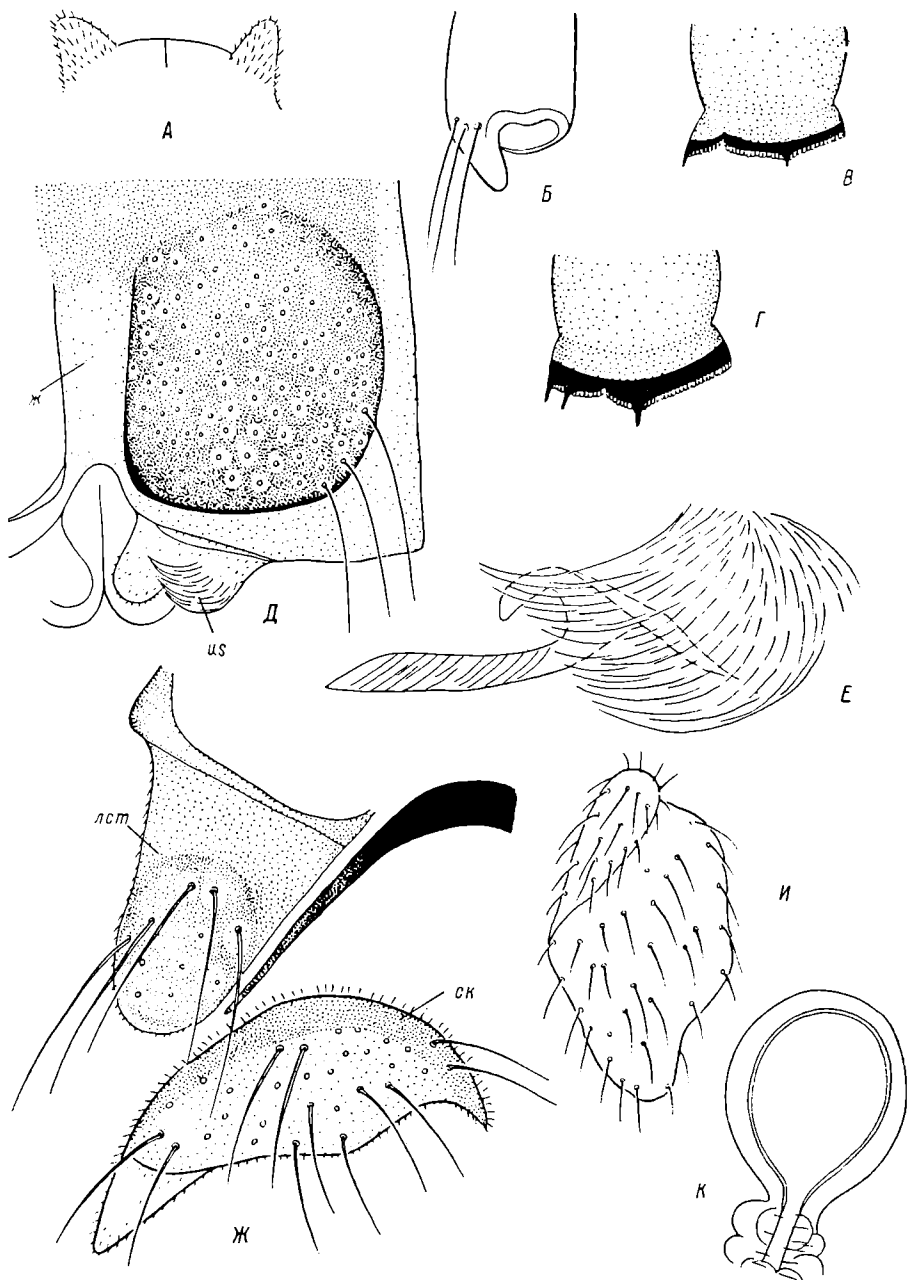
Антенны 6-члениковые, коричневые, последний членик темно-коричневый. 2-й членик двойной, 3—5-й с удлинненной шейкой, в расширенной части затемнены. Хетом антенны обычный [1].

Грудь зеленая с темно-коричневыми мезонотальными полосами. Переднеспинка зеленая, в передней части с небольшим вырезом. Мезостернум темно-коричневый, на плеврах коричневое пятно. Постнотум в задней половине темно-коричневый. Хетотаксия среднегруди: дорсомедиальных щетинок 15—30, дорсолатеральных — 35—55, преалярных — 7—11, посталярных — 2—5. Щиток зеленый, с 70—75 разбросанными щетинками.

Ноги коричневато-зеленые. Дистальные концы члеников лапок всех ног черно-коричневые. Окраска лапок темнеет от 1-го к последнему членику. Голени передних ног на дистальном конце с закругленным вершинным выступом (см. рисунок, Б), средних (см. рисунок, В) и задних — с черными слитыми гребешками и 2 небольшими шпорами. Иногда на задних голених 3 шпоры (см. рисунок, Г). Пульвиллы крупные.

Крыло с коричневатыми передними жилками  $C$ ,  $R$ ,  $R_{4+5}$ ,  $r=m$ ,  $M$  до  $r=m$ .  $r-m$  затемнена. Грудная и крыловая щетки коричневые. Рукоятка радиальной жилки с 3—4 щетинками посредине и обычными группами пор. Промежуточный склерит светлый [2]. Жужжальце зеленое.

Брюшко коричнево-зеленое с коричневым рисунком в базальной части тергитов и стернитов. На затемненных участках вокруг тек щетинок светлые пятна, на светлых — темные. На 8-м стерните темно окрашены бугры и часть стернита перед ними (см. рисунок, Д). Бугры 8-го стернита крупные, с многочисленными щетинками двух размеров: у медиального края бугра щетинок больше и они мельче, чем на остальной поверхности. Теки крупных щетинок окружены светлыми пятнами. Задне-медиальные участки бугров без щетинок. Медиальные края бугров прямые, задние окантованы узкой черной полосой. Между буграми проходит светлый желобок с почти прямым передним краем (см. рисунок, Д, ж). Щеточка заднего края 8-го стернита довольно крупная



Детали строения *Chironomus bonus*.

А — лобные штифты, Б — дистальный конец передней голени, В — то же средней голени, Г — то же задней голени, Д — 8-й стернит, Е — щеточка 8-го стернита, Ж — деталь строения конца брюшка, И — церки, К — сперматека, Л — желобок, лст — латеростернит, ск — склерит 10-го тергита, щ — щеточка заднего края 8-го стернита.

(см. рисунок, *Д, ц, Е*), прилегает к лопастям срединного выреза. Склериты 10-го тергита (см. рисунок, *Ж, ск*) светло-коричневые, с многочисленными щетинками, расположенными неравномерно: на нижней половине их больше, чем на остальной поверхности. Латеростерниты (9-й стернит) отделены от 9-го тергита, с 6—11 щетинками на выпуклой затемненной части. Вокруг тек щетинок светлые пятна (см. рисунок, *Ж, лст*). Церки коричневые, изогнутые, покрыты тонкими щетинками и короткими волосками (см. рисунок, *И*). Сперматеки шаровидные (см. рисунок, *К*), каналы короткие, слегка изогнуты, окружены крупными секреторными клетками с четкими каналцами. Постгенитальная пластинка коричневая по переднему краю и посередине.

Самка *Ch. bonus* отличается от самки *Ch. plumosus* окраской 8-го стернита, наличием светлого желобка между буграми и прямыми медиальными краями бугров.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Родова Р. А. Самки хирономид (*Diptera, Chironomidae*). I. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1968, 17 (20).
2. Родова Р. А. Радиальная жилка крыла хирономид (*Diptera, Chironomidae*). — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1969, 3.
3. Шлова А. И., Джваршеишвили Б. А. Новый вид рода *Chironomus* Mg. из Восточной Грузии (*Diptera, Chironomidae*). — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1974, 24.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

Г. Н. Браценюк

#### О СТЕРЛЯДИ САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В октябре 1967 г. в районе г. Балаково установлена плотина Саратовской ГЭС. В результате этого значительно изменились по сравнению с рекой условия размножения большинства видов рыб, в том числе и стерляди, в акватории образовавшегося Саратовского водохранилища. Основные факторы, отрицательно сказавшиеся на воспроизводстве стерляди, — значительное сокращение нерестовых площадей, колебания уровня, связанные со сбросом воды в целях обводнения дельты Волги и недельной периодичностью работы ГЭС, особенно сильные в верхнем участке водохранилища, и, наконец, отсутствие синхронности в наступлении паводка и нерестовых температур. С 1968 по 1971 г. благоприятный уровень и температурный режим наблюдался лишь

в первый год существования водохранилища. Поэтому сложилось мнение об исключительно низкой, близкой к нулю, эффективности размножения стерляди в водохранилище. Оно основывается на анализе уловов драгой и изучении кишечников молоди стерляди по наличию в них икры осетровых на нерестилищах в нерестовый период.

Наши наблюдения, основанные на анализе возрастного состава стерляди в сетных и траловых уловах, позволяют сделать вывод о регулярно происходящем на Саратовском водохранилище нересте стерляди. В траловых уловах поколения стерляди моложе 1967 г. рождения составили в 1972 г. 40.2%, в 1973 г. — 39.1%. Небольшая доля, приходящаяся на стерлядь этих возрастов в ставных сетях (например, в 1971 г. — 2.1%), в значительной степени объясняется тем, что рыбаки выбрасывают молодь стерляди непосредственно на месте выборки сетей и она не учитывается наблюдателями.

Сравнение уловов в реке и водохранилище дает основание для вывода об увеличении численности стерляди в водохранилище: в реке (1965—1967 гг.) за час траления промысловым тралом в среднем отлавливалось летом 21.1 рыб, осенью — 48.1, в водохранилище (1968—1973 гг.) соответственно 45.6 и 52.3. Ставными сетями в реке (1965—1967 гг.) ловилось 10, в водохранилище (1968—1973 гг.) — 18 рыб на 10 сетей в сутки.

По-видимому, стерлядь обладает значительной экологической пластичностью, что позволило ей приспособиться к изменившимся условиям существования: освоить новые нерестовые угодья и, возможно, использовать для размножения русловые гряды, не подверженные воздействию резких колебаний уровня воды и не обсыхающие.

В первые 3 года существования водохранилища стерлядь не встречалась в сетных уловах левобережья нижнего участка водохранилища. В 1972—1973 гг. она стала заходить в притоки левобережья (Чагру и Малый Иргиз), что также свидетельствует об увеличении ее численности и расширении ареала. В последние годы стерлядь освоила глубины до 30 м.

Повышение биомассы кормовых организмов по сравнению с речным периодом привело к увеличению веса стерляди в уловах. В реке в уловах ставными сетями средний вес стерляди составлял 230 г, в водохранилище — 328 г. Увеличилась также упитанность рыб. У большинства особей линейный прирост в 1968 г. был значительно больше, чем в 1967 г.

Саратовское отделение  
ГосНИОРХ

## ПОВЕДЕНИЕ ОСЕТРОВЫХ В НИЖНЕМ БЬЕФЕ КОЧЕТОВСКОГО ГИДРОУЗЛА

В связи с развивающимся в стране гидротехническим строительством все большее значение приобретают вопросы сохранения ихтиофауны внутренних водоемов. Составная часть этой проблемы — пропуск мигрирующих рыб к местам естественного нереста через сооружения гидроузлов. Для проектирования и эксплуатации рыбопропускных сооружений необходимо знание закономерностей поведения и ориентации рыб в водоемах.

В мае 1973 г. в районе нижнего бьефа Кочетовского гидроузла на р. Дон (в 180 км от устья) проведено телеметрическое прослеживание 10 осетров и 8 севрюг. Определялась двигательная активность, трассы движения и места отстаивания осетровых.

Рыб отбирали с притопленной ихтиологической площадки рыбопропускного шлюза и переносили в брезентовых послках к живорыбной прорези, установленной на постоянном притоке свежей воды. Здесь их выдерживали в среднем около суток. Мечение проводили в брезентовых послках на борту катера в течение 1—2 мин. В соседних спинных жучках просверливали отверстие, за которые с помощью гибкой проволоки крепили ультразвуковой передатчик. Продолжительность прослеживания составляла 1—3 суток. Подробно методика изложена в предыдущих работах [2, 3].

Прежде чем попасть в привлекающий шлейф рыбопропускного шлюза, осетровые неоднократно делали попытку пройти вверх против течения (до 6 раз). Совпадение траекторий движения у прослеженных рыб определило 2 возможные трассы (см. рисунок), приводящие осетровых к попаданию в шлейф: от левого берега по границе между потоками через водосливную плотину и плотину Поаре к раздельной дамбе (у севрюги трасса ближе к левому берегу), а также от мест отстаивания ниже плотины Поаре к раздельной дамбе.

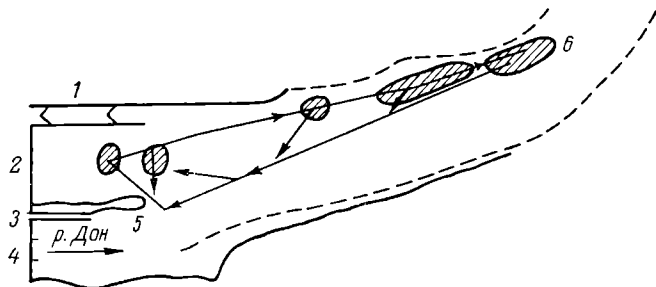
У Волжской ГЭС им. XII съезда КПСС в 1966—1968 гг. трассы движения также проходили вдоль характерных изобат по границе основного потока, как правило, без захода в него. Совместный анализ путей рыб, топографии дна и эпюр скоростей показал, что при подъеме осетров вверх против течения, скатывании вниз по течению и отстаивании около половины всех передвижений проходило над глубинами 4 м, реже наблюдалось прохождение трасс над глубинами 3 и 5 м и еще реже — над 6—7 м.

Движение вверх, к плотине, происходило в интервале скоростей течения 0.2—0.8 м/сек., движение вниз — при 0.15—0.9 м/сек. Отстаивалась рыба в зонах со скоростью течения 0.15—0.4 м/сек. (см. рисунок). Захождение в основной поток у правого берега со скоростями 0.9—1.0 м/сек. и более наблюдалось в редких случаях. Приведенные данные совпадают со скоростями

течений, оптимальными для привлечения волжских осетров (0.4—0.8 м/сек.) [4].

Максимальные скорости плавания осетровых не превышали 0.7 м/сек., что совпадает с данными Л. К. Малинина [1]. Наблюдались максимальные скорости около 6 час. утра, в 14—16, 18—19 и 23—24 часа, что в общем соответствовало утренней, дневной и вечерней активности меченых рыб. Средняя скорость плавания у донского осетра (0.03 м/сек.) значительно ниже, чем у волжского (0.2 м/сек.).

Общая двигательная активность чрезвычайно низкая, незначительно увеличивалась около 5—7 час. утра, днем с 11 до 18 час. и вечером около 20 и 22 час. (под плотиной Волжской ГЭС резко



Основные трассы движения и места отстаивания осетровых.

1 — судоходный шлюз, 2 — разборчатая плотина с фермами Поаре, 3 — рыбопропускной шлюз, 4 — бетонная водосливная плотина, 5 — раздельная дамба, 6 — места отстаивания рыб.

выражена была только вечерняя активность около 21—22 час.). Суточная ритмика двигательной активности выражена нечетко, особенно в первой половине массового нерестового хода, в начале мая. После ряда безуспешных попыток пройти вверх двигательная активность рыб, как и в нижнем бьефе Волжской ГЭС, снижалась.

Характерными элементами поведения осетровых были: кратковременный подъем вверх, последующее скатывание, чаще к левому берегу, отстаивание на глубине или в зоне меньших скоростей течения, повторное движение вверх. Подъем и скатывание аналогично таковым осетров в приплотинной зоне Волжской ГЭС представляли собой в целом замкнутое круговое движение (см. рисунок).

Из 10 помеченных осетров один зашел в рыбопропускной шлюз и был пропущен в верхний бьеф на 9-е сутки, другой пойман сетью в 70 м ниже рыбопропускного сооружения на 7-й день с начала прослеживания. Сопоставление этих данных с общим числом осетров, прошлюзованных в верхний бьеф в 1973 г. (352 экз.), позволяет оценить численность осетров, подходивших к нижнему



бьефу Кочетовского гидроузла в апреле—июне 1973 г., примерно в 1800 особей. Эти же данные свидетельствуют о том, что после подхода в район нижнего бьефа осетровые могут находиться здесь в течение 7—9 суток. Такая длительная задержка представляет собой специфику поведения донных рыб у рыбопропускных сооружений.

В верхний бьеф, кроме осетровых, пропускаются в основном сельдь и чехонь, а также лещ, судак, рыбец, шемая и прочие виды рыб. Численность осетровых, пропущенных в весенне-летнее время в 1972 и 1973 гг., невелика и составила соответственно: белуга — 42 и 13, осетр — 240 и 352, севрюга — 79 и 81, стерлядь — 2391 и 508 экз.

В нижнем бьефе Волжской ГЭС из 52 прослеженных рыб в рыбоподъемник не зашла ни одна. Здесь же из 18 особей зашла 1 рыба, другая поймана в непосредственной близости от рыбопропускного шлюза, поэтому работу пропускника следует считать достаточно эффективной.

Совпадение заходов наибольшего числа осетров и севрюг в рыбопропускной шлюз с элементами поведения рыб (максимум двигательной активности, время максимальных скоростей плавания и попыток пройти вверх) позволяет рекомендовать для пропуска осетровых преимущественно утренние и вечерние шлюзования. Оптимальный же график работы рыбопропускного сооружения должен выбираться в зависимости от подхода основных промысловых видов рыб при соответствующих режимах работы водосливной плотины.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. М а л и н и н Л. К. Скорости миграций рыб. — Рыбн. хоз., 1973, 8.
2. П о д д у б н ы й А. Г., С п е к т о р Ю. И., К и д у н С. М. Результаты первых опытов прослеживания пути осетров, несущих электронные метки. — Вопр. ихтиол., 1966, 6, 4.
3. П о д д у б н ы й А. Г. Экологическая топография популяций рыб в водохранилищах. Л., 1971.
4. Р а з р а б о т к а эффективных конструкций рыбопропускных сооружений речных гидроузлов. Технический отчет (сводный) по заданию 0.01.263. М., 1970.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

## К ВОПРОСУ О ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ГРУППЫ РЫБ ВО ВРЕМЯ ПЛАВАНИЯ

Пространственной организации ходовой стаи рыб, т. е. рыб, плывущих в одном направлении, в последнее время посвящено немало работ, в которых механизм образования плывущей стаи рассматривается с позиции гидродинамики [1, 2, 6—8]. Так, показано, что наиболее часто наблюдаемое расстояние между смежными особями, равное двойной толщине тела, и угловое положение рыб соответствуют оптимальным условиям максимального использования следовых возмущений, оставляемых впереди плывущими рыбами. Это обеспечивает наиболее экономичный режим плавания.

Значительно меньше исследованы биологические особенности ходовой стаи. Анализ результатов экспериментальных определений скорости и длительности плавания изолированных рыб и рыб в стае показал, что между индивидуальным и стайным поведением существует тесная взаимосвязь, основанная на подражательных рефлексах и взаимной стимуляции [4, 5].

Чтобы выявить, насколько структура стаи, плывущей со скоростями, отмечаемыми в природе во время миграций, соответствует оптимальным гидродинамическим условиям, нами проанализирована динамика перемещения отдельных членов группы леща в потоке. По данным поплавочного мечения известно, что лещ в Рыбинском водохранилище во время нерестовых миграций плывет со средней скоростью 16.5 см/сек. и максимальной — 45.3 см/сек. [3].

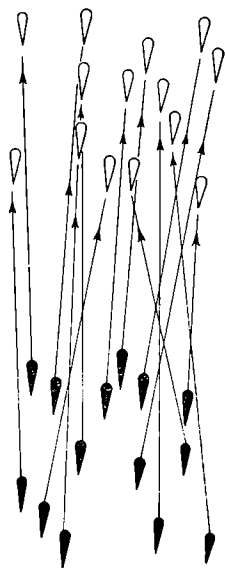
Наблюдения за плаванием рыб проводили в центральной камере гидродинамического бассейна Института биологии внутренних вод АН СССР с размерами  $2 \times 8 \times 1$  м<sup>3</sup>, в которой создавался поток со скоростями  $20 \pm 5$  и  $40 \pm 5$  см/сек. Использовали киноаппарат «Конвас» с последующим анализом кинограмм. Во время наблюдений поддерживалась температура  $17 \pm 1^\circ$ , при которой рыбы адаптировались перед каждым опытом не менее суток. В опыте одновременно использовали от 20 до 53 особей леща длиной  $32 \pm 2$  см. Работа проводилась в конце апреля, июне и сентябре.

Заметных различий в пространственной структуре группы леща в разные сезоны не отмечено.

Стаи рыб в потоке формируются различными способами. Если взять за показатель расстояние между особями, равное двойной толщине тела, то условно можно выделить 3 типа группировок, или агрегаций. Первый тип состоит из 2—5, чаще 3 особей, расположенных в виде уступа или клина, что составляет для скорости течения 20 см/сек. примерно 70% от общего количества группировок, образующих стаю. Ко второму типу относятся агрегации

из 2 особей, плывущих параллельно и не опережая друг друга (10%). Подобные компоненты стаи рыб описаны на примере ставриды, помещенной в гидродинамический лоток [2]. Третий тип группировок — кильватерный строй из 2—3 особей. Если в первых 2 случаях отклонение углов направления плавания составляло в среднем  $15^\circ$ , иногда достигая  $60^\circ$ , то для третьего типа характерна более четкая синхронизация всех действий партнеров — угловое отклонение не превышает  $20^\circ$ .

Скорость плавания особей, составляющих отдельные агрегации, одинакова, но может значительно отличаться от таковой



Переформирование внутростаиных группировок леща, плывущих со скоростью 20 см/сек. Экспозиция — 10 сек.

у смежных группировок. Выделенные компоненты внутри стаи постоянно перестраиваются. К. Бридер [6] объясняет неравномерность движения рыб, которое в общем-то и определяет постоянное перераспределение их относительно друг друга, «встречами» одних особей со следовыми возмущениями и водоворотами, оставляемыми другими. Выбившись из одной группировки, рыбы стремятся вновь занять оптимальное положение, прибываясь к другой группировке или образуя новые. На особей могут также воздействовать и различные струи потока воды. Перераспределение рыб происходит не только между смежными компонентами стаи, но и у плывущих в отдалении. Большинство кинограмм плавания, снятых с площади  $0.8 \times 1.2 \text{ м}^2$ , обычно регистрирует 2—5 четко обособленных группировок и 1—5 особей, находящихся вне их, т. е. на расстоянии более двойной толщины от ближайшей особи (см. рисунок). Устойчивость отдельных агрегаций во времени варьирует от долей до 10 и более секунд.

Сравнение устойчивости группировок при двух скоростях потока (20 и 40 см/сек.) показало, что при более сильном течении время пребывания рыб вне их уменьшается в 1.2 раза, т. е. при увеличении сопротивления потока рыба стремится больший период времени находиться в агрегациях. При этом только около 40% времени она находится в оптимальных для плавания гидродинамических условиях группировок 1-го и 2-го типов.

Кильватерный строй по гидродинамике плавания не оптимален, так как рыбе приходится дополнительно преодолевать завихрения, возникающие от движений хвостового плавника особи, плывущей впереди. Синхронность движений рыб, судя по угловому отклонению направлений движения, увеличивается при попадании

рыбы, плывущей впереди, в поле бинокулярного зрения следующих за ней особей [8]. При кильватерном строе передние особи находятся именно в бинокулярном поле зрения, т. е. здесь в организации группировок играют роль не столько гидродинамические, сколько биологические требования. По всей вероятности, это элементы подражания. Как показал Д. В. Радаков [4], подражание — один из важнейших механизмов стайного поведения рыб во время питания и обороны от хищников.

Таким образом, механизм образования мигрирующей стаи, движущейся с крейсерской скоростью, может быть объяснен гидродинамикой плавания только частично. Это нужно иметь в виду при разработке способов управления поведением рыб: в одних случаях достаточны только гидродинамические стимуляторы, в других обязательно биологические.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев В. В., Зуев Г. В. Гидродинамическая гипотеза формирования стаи рыб. — Вopr. ихтиол., 1969, 9, 4.
2. Зуев Г. В., Беляев В. В. Экспериментальное изучение группового плавания рыб на примере ставриды *Trachurus mediterraneus ponticus* Aleev. — Вopr. ихтиол., 1970, 10, 4.
3. Псрмитин И. Е. Некоторые результаты дистанционных наблюдений за скоростью движения леща и судака во время миграций. — В кн.: Биология рыб волжских водохранилищ. М., «Наука», 1966.
4. Радаков Д. В. Стайность рыб как экологическое явление. М., «Наука», 1972.
5. Сабуренков Е. Н. Некоторые стороны взаимосвязи локомоции рыб со стайным поведением. — Реф. докл. 1-го Всесоюзн. совещ. по экол. и эвол. аспект. повед. животных. М., «Наука», 1972.
6. Breder C. M. Vortices and fish schools. — Zoologica, 1965, 50, 1.
7. Cullen I. M., Shaw E., Baldwin H. A. Methods for measuring the three-dimensional structure of fish schools. — Animal Behav., 1965, 13, 4.
8. Olst van I. C., Hunter I. R. Some aspects of the organization of fish school. — J. Fish. Res. Board Canada, 1970, 27, 7.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

**СЕЗОННАЯ И ВОЗРАСТНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ  
СОДЕРЖАНИЯ ГАПТОГЛОБИНА  
В СЫВОРОТКЕ КРОВИ САЗАНА  
(*CYPRINUS CARPIO* L.)**

Гаптоглобин — белок сыворотки крови, обладающий способностью связывать гемоглобин, который поступает в плазму из разрушающихся эритроцитов. Таким путем предотвращается потеря организмом «гемоглобинового железа». Недостаточные литературные сведения по функциональным особенностям гаптоглобина рыб [3, 6, 7] обуславливают необходимость изучения его сезонно-возрастной динамики.

Методика определения гаптоглобина описана ранее [3]. Кроме того, исследовалось содержание гемоглобина, растворенного в плазме крови [2], и осмотическая резистентность эритроцитов в растворах NaCl разной токсичности.

Изучение сывороток 350 особей волго-каспийского сазана, а также карпов с Украины (Донрыбкомбинат) и Краснодарского края (рыбхоз «Октябрьский») показало, что электрофореграммы гемоглобинсвязывающего белка, локализованного в альфа-глобулинах, не обладают индивидуальной изменчивостью, т. е. гаптоглобин мономорфен и генетически однороден.

У питающихся рыб концентрация гаптоглобина ниже по сравнению с таковой у голодающих. Сдвиг в указанном направлении обнаруживается при температуре воды 17—20° и величине рациона не менее необходимого для покрытия энергии жизненных трат. При наблюдении этих условий количество гаптоглобина у годовиков сазана с  $42.3 \pm 1.6$  снизилось до  $35.9 \pm 1.2$  мг% на 10-е сутки опыта.

Т а б л и ц а 1

Изменение концентрации гаптоглобина  
и упитанности сазана в процессе голодания

Контроль			Голодание		
гаптоглобин, мг %	коэффициент упитанности по Фульгону	вес крови, %	гаптогло- бин, мг %	коэффициент упитанности по Фульгону	вес крови, %

## С е г о л е т к и

$13.4 \pm 2.7$  |  $2.34 \pm 0.1$  |  $3.86 \pm 0.3$  |  $27.9 \pm 2.1$  |  $2.37 \pm 0.2$  |  $3.62 \pm 0.2$

## Д в у х л е т к и

$19.1 \pm 1.4$  |  $2.50 \pm 0.1$  |  $2.79 \pm 0.3$  |  $51.2 \pm 3.3$  |  $2.42 \pm 0.1$  |  $2.84 \pm 0.3$

В случае прекращения питания при температуре воды 20—23° содержание белка быстро увеличивается. Приведенные данные (табл. 1) свидетельствуют о том, что 10—13-суточное голодание заметно не отражается на упитанности рыб, в то время как концентрация гаптоглобина возрастает в 2.1—2.7 раза. Учитывая, что объем крови рыб, прекративших питание и потреблявших корм (контроль), почти одинаков, можно утверждать, что ежесуточный прирост белка у сеголеток весом 50—70 г составлял 1.1 мг%, а у двухлеток весом 200—350 г — 3.2 мг%. Количество гаптоглобина, синтезируемого рыбами в расчете на 1 кг веса тела в сутки, у двухлеток также оказывается в 2.5 раза больше, чем у сеголеток — соответственно 9.4 и 3.7 мг%.

Изложенные факты облегчают толкование сезонно-возрастной динамики концентрации гаптоглобина. У сазана старших возрастных групп гаптоглобина в крови больше, чем младших. Это особенно заметно в первые 4 года, после чего темп нарастания концентрации гаптоглобина резко падает (табл. 2).

Наибольшее содержание гаптоглобина наблюдается весной. По мере прогревания воды и повышения пищевой активности рыб гемоглобинсвязывающая способность сыворотки уменьшается и уже в мае достигает минимальных значений за сезон. У сеголеток и быстрорастущих двухлеток уровень гаптоглобина летом может снижаться вплоть до величин, точно не определяемых (менее 6.2 мг%).

Т а б л и ц а 2

Сезонно-возрастная динамика концентрации гаптоглобина, мг%

Возраст рыб	Апрель	Июнь	Октябрь	Февраль
Сеголетки . . . .	—	Следы	33.4±1.2	45.6±1.7
Двухлетки . . . .	52.3±3.9	11.3±0.8	38.4±3.1	48.7±1.1
Трехлетки . . . .	64.1±2.7	32.3±3.1	73.8±4.6	79.6±1.4
4—8 лет . . . .	101.4±5.4	52.9±4.8	76.2±6.2	—

Количество гаптоглобина осенью также зависит от алиментарных факторов. Если активность питания снижается уже при высокой температуре воды вследствие обеднения кормовых ресурсов водоема, то содержание данного белка у рыб перед зимовкой оказывается высоким. В тех случаях, когда основной причиной уменьшения интенсивности питания является похолодание воды, гаптоглобина в крови накапливается меньше. Так, у тугорослых тощих двухлеток (коэффициент упитанности — 1.98) содержание гаптоглобина в октябре составляло 118.3±3.4 мг%, в то время как у нормально упитанных (коэффициент — 2.36) оно было в 2 раза меньше — 48.7±1.1 мг%. Связь с упитанностью может нарушаться, если рыбы накопили достаточно много жира

(свыше 5% в расчете на сырой вес мышц). В таких случаях величина коэффициента упитанности оказывается более стабильной, чем содержание гаптоглобина.

Исходя из функциональных особенностей гаптоглобина при поиске причин, определяющих механизм его изменчивости, мы остановились на изучении неэритроцитарного гемоглобина, растворенного в плазме крови, и осмотической резистентности эритроцитов. На протяжении сезона рассматриваемые признаки обнаруживают согласованную изменчивость (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Сезонная изменчивость гаптоглобина, гемоглобина плазмы и амплитуда осмотической резистентности эритроцитов (ОРЭ) у двухлетнего сазана

Показатели	Апрель	Май	Июль	Сентябрь	Октябрь
Гаптоглобин, мг% .	52.3±3.9	13.0±1.3	11.0±1.3	32.9±3.9	38.4±3.1
ОРЭ, % NaCl . . .	0.29±0.34	0.40±0.44	0.39±0.43	0.34±0.38	0.30±0.33
Гемоглобин, мг% . .	1.45±0.3	8.87±0.9	10.6±0.6	7.03±0.6	3.94±0.4

Концентрация гемоглобина и осмотическая резистентность эритроцитов возрастают к осени и в течение зимовки (вплоть до апреля), после чего резко уменьшаются. Содержание гемоглобина, растворенного в плазме, наоборот, больше у нагуливающих и меньше у голодающих рыб. В целом за сезон количество гаптоглобина и гемоглобина плазмы находится в тесной отрицательной связи, коэффициент корреляции — 0.97.

Низкая устойчивость оболочек эритроцитов к гипосмотическим растворам в период нагула рыб косвенно свидетельствует об усилении внутрисосудистого гемолиза. Увеличенное содержание гемоглобина, растворенного в плазме сазана, потребляющего корм, — прямое доказательство интенсивного гемолиза.

Уменьшение осмотической резистентности эритроцитов и длительности их жизни при потреблении пищи — явление, широко распространенное среди позвоночных, в том числе и рыб [4]. Вследствие изменения свойств эритроцитов увеличивается количество гемоглобина, поступающего в плазму из разрушающихся клеток крови, который связывается гаптоглобином. Комплекс гемоглобин—гаптоглобин покидает кровяное русло [5], чем обуславливается уменьшение содержания гаптоглобина. При недоедании и голодании уровень гемолитических процессов сравнительно невысок, синтез гаптоглобина превышает темп его резорбции из сосудистого русла, благодаря чему гемоглобинсвязывающая емкость сыворотки возрастает.

Таковы, по-видимому, общие черты механизма, определяющего характер сезонной динамики гаптоглобина. Ее возрастной аспект формирует ряд факторов, среди которых существенную роль должно играть относительное уменьшение пищевых потребностей растущих (более крупных) рыб [1] и изменение скорости синтеза гаптоглобина.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Винберг Г. Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности у рыб. Минск, изд. Белорусск. ун-та, 1956.
2. Дсрвиз Г. В., Белко Н. К. Уточнение метода определения гемоглобина, растворенного в плазме крови. — Лабораторное дело, 1966, 8.
3. Попов О. П., Иванов В. П. Гематологические и биохимические показатели асептического воспалительного процесса у сазанов и карпов. — В кн.: Индустриальные методы рыбоводства. М., 1972, 1.
4. Смирнова Л. И. Возможная длительность жизни эритроцитов палима в связи с голодашем. — В кн.: Обмен веществ и биохимия рыб. М., «Наука», 1967.
5. Туманов А. К. Сывороточные системы крови. М., «Медицина», 1968.
6. Klose I., Schof I. Qualitative Untersuchungen über hamoglobindende Substanzen (Haptoglobin) im Fischserum. — Antropol. Anz. Tg., 1963, 26, 2—3.
7. Silberzahn P., Richard G., Creyssel R. Isolement et etude des proteines a proprietes hemopexiques et de la transferrine du serum de carpe (*Cyprinus carpio* L.). — Bull. Soc. Chim. Biol., 1967, 49, 5.

Каспийский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства

---

В. Ф. Рощупко

#### ВРЕМЕННАЯ СТРУКТУРА ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛГИ У ГОРЬКОГО

Существование циклических колебаний в климате и стоке рек установлено многими исследователями. Данная работа представляет собой попытку уловить долгопериодные колебания химического состава вод на примере Волги у Горького (выше устья Оки). Попутно рассматривается вопрос о влиянии Горьковского водохранилища на гидрохимический режим Волги ниже плотины. Анализ временной изменчивости комплекса гидрохимических показателей (многомерной характеристики) выполнен методом разложения этого набора по естественным ортогональным функциям (е. о. ф.) [4].



Исходным материалом послужил 23-летний ряд (1947—1969 гг.) наблюдения 20 параметров: притока, температуры и цветности воды, pH, суммы главных ионов, общей и постоянной жесткости, количества растворенных газов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  в мг/л, % насыщения  $\text{O}_2$ ), перманганатной окисляемости, концентрации  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{NO}_3^-$ , Si и  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ . Каждый год представлен 4 средними за сезон значениями всех 20 характеристик. Данные взяты из гидрологических ежегодников [1—3].

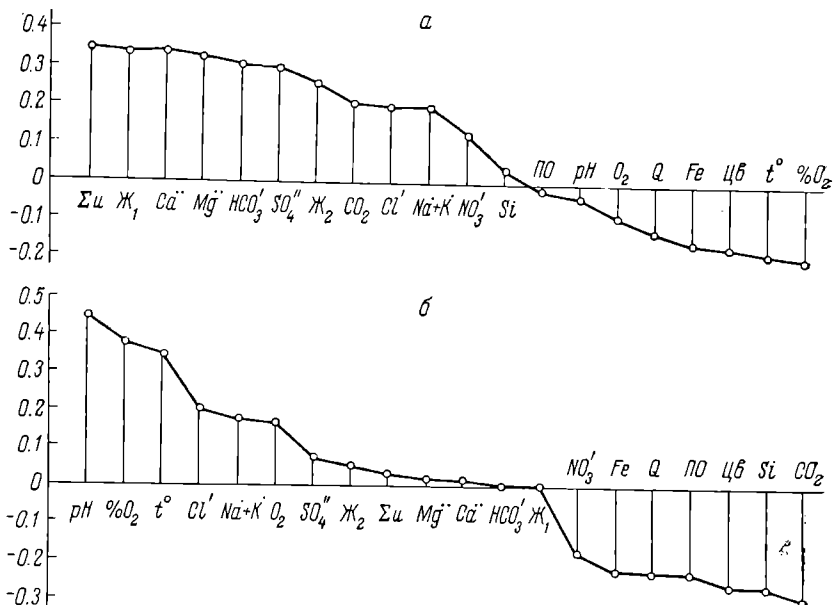


Рис. 1. Вклады исходных переменных.

*a* — в первую главную компоненту, *б* — во вторую компоненту,  $\text{Ж}_1$  — общая жесткость,  $\text{Ж}_2$  — постоянная жесткость, Цв — цветность, ПО — перманганатная окисляемость.

В результате разложения получены 20 е. о. ф. (главных компонент) исходного набора переменных. Для анализа крупномасштабных особенностей временной изменчивости многомерной гидрохимической характеристики использованы первые 2 наиболее информативные главные компоненты ( $K_1$ ,  $K_2$ ), описывающие в сумме 55.8% дисперсии исходного поля, что достаточно для данного анализа.

Судя по вкладам исходных переменных в эти компоненты (рис. 1), наиболее существенные изменения многомерной гидрохимической характеристики воды Волги в выбранном створе от года к году описываются в основном главными ионами и их суммой почти в равной мере, исключение составляют  $\text{Cl}'$  и  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ . Менее существенные изменения обусловлены активной реакцией,

величиной насыщения воды кислородом, температурой воды, содержанием  $\text{CO}_2$ , Si, цветностью и перманганатной окисляемостью.

Рассмотрим распределение 92 ( $23 \times 4$ ) сезонов (сезонных вариантов) в координатах первых 2 компонент  $K_1$  и  $K_2$  (рис. 2), в данном случае функций времени. В соответствии с вкладами (рис. 1) с увеличением значений  $K_1$  возрастают сумма ионов, общая же-

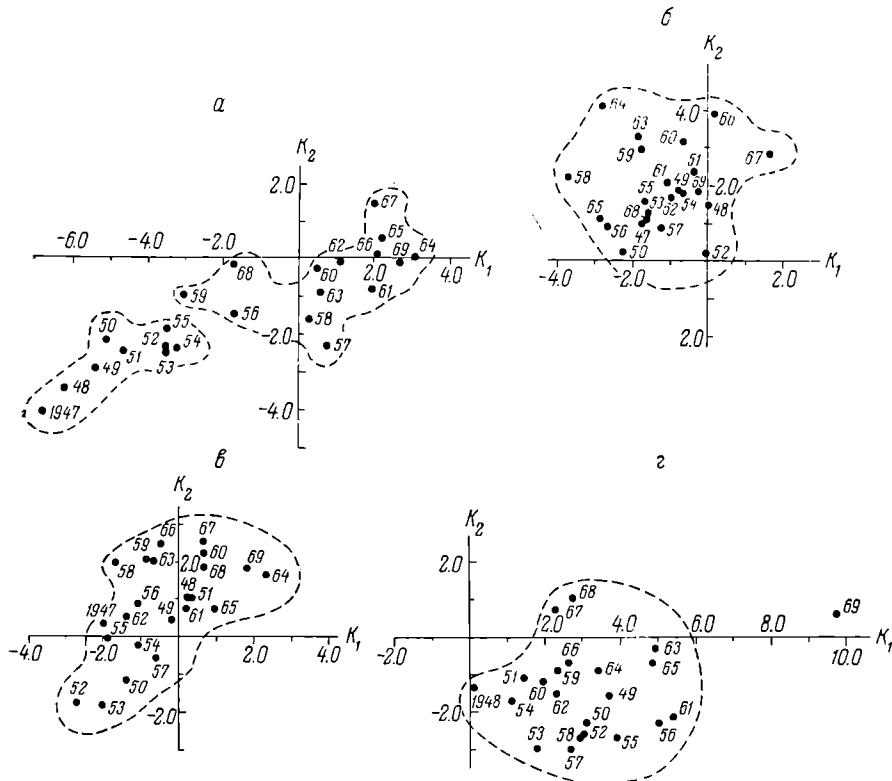


Рис. 2. Распределение сезонных вариант в координатах главных компонент  $K_1$  и  $K_2$ .

Варианты: а — весенние, б — летние, в — осенние, г — зимние. Цифры у точек обозначают год.

сткость, содержание  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{HCO}_3'$  и т. д. и уменьшаются концентрация  $\text{O}_2$ , температура воды, цветность. С увеличением значений  $K_2$  возрастают рН, процент насыщения  $\text{O}_2$ , температура и убывают количество  $\text{CO}_2$ , Si, цветность, перманганатная окисляемость.

Поле весенних вариантов (рис. 2, а) делится на 2 области. В первой, включающей 9 лет (1947—1955 гг.), от года к году четко выражено увеличение  $K_1$  и  $K_2$ . Во второй области (1956—1969 гг.) подобная закономерность не наблюдается.

До создания Горьковского водохранилища (до 1955 г.) состав воды Волги у Горького определялся преимущественно гидрохимическим режимом Рыбинского водохранилища. Весной через Рыбинский гидроузел сбрасываются зимние почти не разбавленные воды. Устойчивое увеличение значений  $K_1$  и  $K_2$  с 1947 по 1955 г. объясняется, по-видимому, формированием гидрохимического режима Рыбинского водохранилища, которое в 1947 г. было впервые наполнено до НПУ. После создания Горьковского водохранилища через выбранный створ весной проходят зимние воды Рыбинского и Горьковского водохранилищ, поэтому минерализация воды

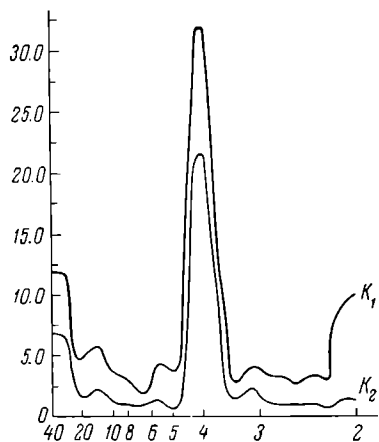


Рис. 3. Спектрограммы первых двух главных компонент.

По оси ординат — спектральная плотность,  $S(T)$ , по оси абсцисс — сезоны,  $T$ .

ниже плотины в летний период увеличились. Это связано с режимом сработки и сложной трансформацией водных масс в выше-расположенном водоеме; в район Горького летом поступают воды, по генезису связанные с весенним речным половодьем или летние, трансформированные.

Осенью, в период паводков, от начала 50-х годов к концу выбранного отрезка времени значения  $K_1$  и  $K_2$  увеличиваются (рис. 2, в). Можно предположить, что при регулировании стока осенних паводков Рыбинским и Горьковским водохранилищами в район Горького стали поступать более минерализованные воды летней межени.

В зимнюю межень (рис. 2, г) варианты занимают область высоких значений суммы ионов и низких величин рН, насыщения воды кислородом и температуры. Аномальным в группе исследуемых лет оказался 1969 г.

Для анализа временной изменчивости многомерной гидрохимической характеристики Волги у Горького был выполнен также

в зависимости от объема весеннего притока довольно широко варьирует и не обнаруживает определенных тенденций изменения.

В целом от начала к концу выбранного промежутка времени весной увеличилась минерализация воды, возрос рН, уменьшились содержание  $\text{CO}_2$ , Si, цветность и перманганатная окисляемость.

В летнюю межень (рис. 2, б) варианты располагаются в области невысоких значений суммы ионов и относительно высоких рН. От центра скопления точек удалены поздние годы, начиная с 1958 г. Из этого следует, что после создания Горьковского водохранилища пределы колебания гидрохимических параметров воды Волги

спектральный анализ главных компонент. Поскольку длина исследуемого ряда ограничена 92 членами, спектральная плотность исследовалась в пределах 2—40 сезонов.

На спектрограммах главных компонент  $K_1$  и  $K_2$  очень четко выделяются 2 периода — 4 и 40 сезонов (рис. 3), т. е. год и примерно 10 лет. Кроме того, в ходе первой компоненты ( $K_1$ ) имеется вариация с полугодовым периодом. Полугодовой период изменения гидрохимических полей хорошо согласуется с фазами водности: сток в течение года характеризуется 2 многоводными периодами (весенним половодьем и осенними паводками) и 2 маловодными (летней и зимней меженью). Годовая вариация соответствует полному годовому циклу изменений, происходящих в воде. Присутствие долгопериодной вариации не вызывает сомнений, однако 23-летний ряд наблюдений не позволяет определить ее период с достаточной точностью.

Таким образом, в ходе многолетних колебаний гидрохимических параметров вод наиболее четко выделяются вариации с периодом в полгода, год и некоторая многолетняя (десятилетняя?) вариация.

Судя по наиболее информативным е. о. ф., создание Горьковского водохранилища существенно повлияло на гидрохимический режим Волги ниже плотины; весной и осенью произошло увеличение минерализации, летом возросли пределы ее варьирования.

Обнаруженные с помощью многомерного статистического анализа факты, кроме годовой вариации, практически невозможно заметить без статистических методов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гидрологический ежегодник, 1947—1955. Л., Гидрометеоздат, 1951, 1953, 1955—1958, 4, 0—4.
2. Гидрологический ежегодник, 1956—1964 гг. Л., Гидрометеоздат, 1960—1965, 1968, 4, 1—3.
3. Гидрологический ежегодник, 1965—1969 гг. Горький, Гидрометеоздат, 1968—1971, 4, 1—3.
4. Смирнов Н. П., Кондрацова О. Ф. Исследования многолетних колебаний стока Волги с помощью разложения по естественным составляющим. — В кн.: Органическое вещество и элементы гидрологического режима волжских водохранилищ. Л., 1972.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОПЛЕНОК ТИПА «МИКРАТ» ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

Во многих типах электронных микроскопов предусмотрено применение фотокассет для роликовой пленки, которые позволяют снимать 30—55 кадров против 2—24 в фотокассетах с пластинками. Однако в литературе имеются рекомендации только по применению различных типов пластинок [4—6].

Целью нашей работы было сравнение пескольких фотопленок типа «Микрат» (табл. 1) для применения в электронной микроскопии.

Т а б л и ц а 1

Некоторые характеристики  
фотопленок типа «Микрат»

Тип пленки	Светочувствительность, ед. ГОСТА	Коэффициент контрастности	Разрешающая способность, лин./мм
Микрат-200	2.7	3.0	200
Микрат-300	11	4.5	300
Микрат-900	—	—	900

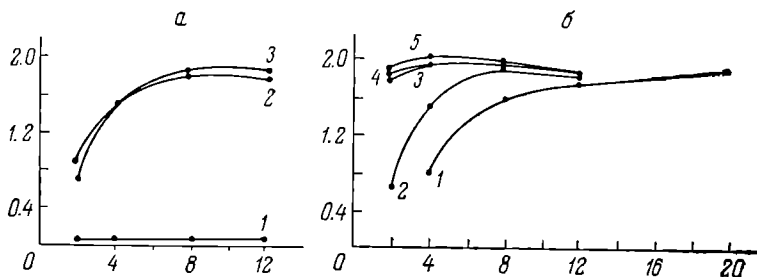
В качестве сенситометра мы использовали электронный микроскоп фирмы «Тесла» BS-242 В. Электронные сенситограммы снимали по стандартному методу при ускоряющем напряжении 40 и 60 кВ и постоянной плотности заряда пучка электронов [4]. Обработка материалов проводилась по принятой технике проявления сенситограмм [7]. Плотность почернения измерялась на микрофотометре G=3 (Карл Цесс, Йена) при следующих параметрах прибора: ширина щели 0.31 мм, высота — 7 мм, увеличение 11.5. Плотность вуали определялась общепринятым способом [1]. Кривые почернения для каждого проявителя строились по усредненным значениям результатов измерения.

Из полученных результатов (см. рисунок, а) следует, что максимальное значение плотности почернения у фотопленок «Микрат-200» и «Микрат-300» достигается при одном и том же времени проявления. Наибольшая плотность почернения у пленки «Микрат-900» лишь незначительно превышает плотность вуали, т. е. находится в области порога почернения, что связано, очевидно, с низкой электронной чувствительностью этой пленки. Учитывая, что пленка «Микрат-300» имеет меньшую плотность вуали (табл. 2), чем «Микрат-200», более высокую разрешающую способность и небольшой размер зерен, ее можно рекомендовать для работы на электронном микроскопе.

Значения плотности вуали

Время проявления, мин.	Микрат-200	Микрат-300	Микрат-900
2	0.020	0.018	0.006
4	0.036	0.025	0.010
8	0.090	0.070	0.012
12	0.170	0.130	0.015

При выборе оптимальных условий проявления нами было опробовано 5 рекомендованных проявителей [2, 3, 5], причем в про-



Зависимость плотности почернения ( $D$ ) от времени проявления ( $t$ ) при постоянной величине плотности заряда пучка электронов ( $a - q_1 - \text{const}$ ;  $b - q_2 - \text{const}$ ).

$a$  — ускоряющее напряжение 40 кВ, проявитель Д-42, фотопленки: 1 — «Микрат-900», 2 — «Микрат-300», 3 — «Микрат-200».  
 $b$  — ускоряющее напряжение 60 кВ, фотопленка «Микрат-300», проявители: 1 — Д-76, 2 — Д-41, 3 — Д-42, 4 — стандартный № 1, 5 — рентгеновский.  
 По оси ординат — плотность почернения (отн. ед.), по оси абсцисс — время, мин.

явителях «Стандартный № 1», «Рентгеновский» и Д-42 экспонированная пленка за 4 мин. достигала максимальной плотности почернения (см. рисунок, б). Поскольку плотность вуали (табл. 3) в проявителе Д-42 наименьшая, он может быть рекомендован для получения плотных и контрастных негативов.

Т а б л и ц а 3

Значение плотности вуали

Время проявления, мин.	Стандартный № 1	Рентгеновский	Д-41	Д-42	Д-76
2	0.04	0.03	0.007	0.020	—
4	0.07	0.05	0.012	0.035	0.014
8	0.12	0.09	0.030	0.080	0.035
12	0.25	0.20	0.040	0.180	0.060
20	—	—	—	—	0.120

Из мягко работающих проявителей следует отдать предпочтение Д-41, поскольку в нем максимальная плотность почернения достигается быстрее и при меньшей вуали. Его можно использовать в случае необходимости получения негативов с контрастных объектов (панцири золотистых и диатомовых водорослей и т. п.) или при обработке пленки с различно экспонированными кадрами, т. е. если работа на электронном микроскопе ведется при отсутствии фотоэкспонометра. В электронном микроскопе, имеющем фотоэкспониметр, для получения негативов с мало контрастных объектов (бактерии, срезы и реплики) желательнее применение проявителя Д-42.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гороховский Ю. Н., Левенберг Т. М. Общая сенситометрия. М., «Искусство», 1963.
2. Иофис Е. А. Техника фотографирования. М., «Искусство», 1973.
3. Микulin В. П. Фотографический рецептурный справочник. М., «Искусство», 1972.
4. Сушкин Н. Г., Ковнер И. А., Второв Е. Н. Электронная сенситометрия. — Изв. АН СССР, сер. физ., 1951, 15, 4.
5. Сушкин Н. Г., Фомина И. А. Оптимальные условия проявления фотографических пластинок, облученных электронами средних энергий. — Заводс. лабор., 1956, 22, 8.
6. Фомина И. А., Богомолов К. С. Применение современных фотоматериалов для фотографирования в электронном микроскопе. — Заводс. лабор., 1960, 24, 8.
7. Шашлов Б. А. Теория фотографического процесса. М., «Книга», 1971.

Институт биологии  
внутренних вод АН СССР

---

# СОДЕРЖАНИЕ

## ИНФОРМАЦИИ

Стр.

Симпозиум «Итоги советских исследований по международной биологической программе» (В. И. Романенко) . . . . .	3
Комплексные исследования Самарской луки (Я. С. Киммельман, С. М. Лязов) . . . . .	6
Конференция по малым рекам (А. Г. Поддубный, Р. А. Шахматова) . . . . .	8
Координационное совещание по математическим методам моделирования процессов формирования качества поверхностных вод (В. Л. Склярченко, П. П. Уморин) . . . . .	9
О первоочередных задачах в области комплексного использования и повышения биологической продуктивности водохранилищ (И. В. Буторин) . . . . .	11
Семинар-совещание по гидрологическому приборостроению (А. С. Литвинов) . . . . .	12

## СООБЩЕНИЯ

В. И. Романенко, С. И. Кузнецов, В. Н. Кореньков. О новом виде бактерий, разрушающих $\text{NH}_4\text{ClO}_4$ в анаэробных условиях . . . . .	14
И. М. Балопов. Виды сем. <i>Synuraceae</i> Lemm. ( <i>Chrysophyta</i> ) Волги и ее бассейна . . . . .	16
Н. А. Герасимова, И. Н. Далечина. Фитопланктон и первичная продукция Саратовского и Волгоградского водохранилищ . . . . .	20
В. Г. Девяткин, Г. В. Кузьмин, А. Г. Охалкин. Оценка сапробиости Ивановского водохранилища по фитопланктону . . . . .	23
А. В. Гончарова. О роли <i>Oscillatoria splendida</i> Grew. в снижении концентрации фенола . . . . .	25
Г. М. Лаврентьева. Характеристика фитопланктона озерного участка Горьковского водохранилища в годы с резко различающимися гидрометеорологическим режимом . . . . .	28
М. Л. Пидгайко. Некоторые данные о современном зоопланктоне волжского каскада . . . . .	31
Н. Д. Бородин. Представители понтокаспийской фауны в водохранилищах Средней и Нижней Волги в 1971—1974 гг. . . . .	35
А. А. Львова. К расчету продукции <i>Dreissena polymorpha</i> (Pall.) Учинского водохранилища . . . . .	37
А. П. Павлютин, А. П. Остапеня. Рацион и усвояемость пищи <i>Daphnia magna</i> при питании детритом . . . . .	41
Б. А. Вайнштейн. Онтогенез водяного клеща <i>Limnochares aquatica</i> (L.) ( <i>Limncharidae</i> , <i>Acariformes</i> ) — новый тип онтогенеза акариформных клещей . . . . .	44
П. В. Тузовский. Новый вид водяного клеща рода <i>Thyas</i> ( <i>Hydraphantidae</i> , <i>Acariformes</i> ) . . . . .	47
Р. А. Родова, Б. А. Джваршеишвили. Самки хирономид ( <i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i> ). XVI. <i>Chironomus bonus</i> Shil. et Djvar. . . . .	50
Г. Н. Брацелюк. О стерляди Саратовского водохранилища . . . . .	52
В. К. Голованов, А. Г. Поддубный. Поведение осетровых в нижнем бьефе Кочетовского гидроузла . . . . .	54
Л. К. Малинин, А. Г. Поддубный. К вопросу о пространственной организации группы рыб во время плавания . . . . .	57
О. П. Попов. Сезонная и возрастная изменчивость содержания гаптоглобина в сыворотке крови сазана ( <i>Cyprinus carpio</i> L.) . . . . .	60
В. Ф. Рощупко. Временная структура гидрохимических характеристик Волги у Горького . . . . .	63
С. И. Генкал, И. М. Балонов, С. В. Шманев. Использование фотопленок типа «Микрат» для электронной микроскопии . . . . .	68



# CONTENTS

## INFORMATIONS

Page

The symposium «Results of the Soviet in vestigations on the International Biological Programm» (V. I. Romanenko) . . . . .	3
Complex investigations of the Samara bow (Ya. S. Kimmelman, S.M. Lyakhov) . . . . .	6
Conference on small rivers (A. G. Poddubny, R. A. Shakhmatova) . . . . .	8
Coordination conference on methods of mathematical modelling of quality of surface waters (V. L. Sklyarenko, P. P. Umorin) . . . . .	9
On the immediate tasks in complex use of reservoirs and in rising their biological productivity (N. V. Butorin) . . . . .	11
Seminar-conference on hydrological instrument manufacturing (A. S. Litvinov) . . . . .	12

## ARTICLES

V. I. Romanenko, S. I. Kuznetsov, V. N. Korenkov. A new species of bacteria decomposing $\text{NH}_4\text{ClO}_4$ under anaerobic conditions . . . . .	14
I. M. Balonov. Species of the family <i>Synuraceae</i> Lemm. ( <i>Chrysophyta</i> ) of the Volga and its basin . . . . .	16
N. A. Gerasimova, I. N. Daletchina. The phytoplankton and primary production of the Saratov and Volgograd reservoirs . . . . .	20
V. G. Devyatkin, G. V. Kuzmin, A. G. Ohapkin. Evaluation of saprobic conditions by the phytoplankton indices in the Ivankovo reservoir . . . . .	23
A. V. Goncharova. On the role of <i>Oscillatoria splendida</i> Grew. in lowering concentration of phenol . . . . .	25
G. M. Lavrentieva. Characteristics of the phytoplankton of the lake part of the Gorky reservoir in the years with acutely different hydrometeorological regime . . . . .	28
M. L. Pidgaiko. Some data on the contemporary zooplankton of the Volga cascade . . . . .	31
N. D. Boroditch. Representatives of the Pontocaspian fauna found in the reservoirs of the Upper and Lower Volga in 1971—1974 . . . . .	35
A. A. Lvova. On the estimation of production of <i>Dreissena polymorpha</i> (Pall.) in the Utchinsk reservoir . . . . .	37
A. P. Pavlyutin, A. P. Ostapenia. Ration and utilization of food by <i>Daphnia magna</i> feeding on detritus . . . . .	41
B. A. Wainstein. Ontogenesis of the water mite <i>Limnochares aquatica</i> (L.) ( <i>Limnocharidae</i> , <i>Acariformes</i> ) — new type of ontogenesis in acariform mites . . . . .	44
P. V. Tuzovskii. A new species of water mite of the genus <i>Thyas</i> ( <i>Hydryphantidae</i> , <i>Acariformes</i> ) . . . . .	47
R. A. Rodova, B. A. Djvarsheishvili. Chironomid females ( <i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i> ). XVI. <i>Chironomus bonus</i> Shil. et Djvar. . . . .	50
G. N. Bratsenyuk. On the sterlet of the Saratovskoe reservoir. . . . .	52
V. K. Golovanov, A. G. Poddubny. Behaviour of sturgeon fishes in the tail waters of the Kochetovsk hydroworks . . . . .	54
L. K. Malinin, A. G. Poddubny. On the spatial organization of group of fishes during swimming . . . . .	57
O. P. Popov. Seasonal and age variability in the haptohaemoglobin content in the blood serum in <i>Cyprinus carpio</i> (L.) . . . . .	60
V. F. Roshchupko. Time structure of hydrochemical characteristics of the Volga near Gorky . . . . .	63
S. I. Genkal, I. M. Balonov, S. V. Shmanev. Use of photographic films of the «Micrat» type for electron microscopy . . . . .	68