



ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ  
НАУК  
СССР

**БИОЛОГИЯ  
ВНУТРЕННИХ  
ВОД**

**№**

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ**

**85**

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД им. И. Д. ПАПАНИНА  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ  
ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЁМОВ

# БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 85



ЛЕНИНГРАД  
„НАУКА”  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
1990

Academy of Sciences of the USSR  
I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters  
Scientific Council for problems of hydrobiology,  
ichthyology and utilization of biological  
resources of waterbodies

Biology of Inland Waters  
Information Bulletin

№ 85

УДК 574.5(28)

Бюллетень включает информацию о X Международном симпозиуме по хироно-  
мидам и 20 сообщений об изучении систематики, морфологии, биологии, эко-  
логии, динамики численности гидробионтов (от бактерий до рыб) и характе-  
ристик среды их обитания.

Предназначен для широкого круга гидробиологов, зоологов, экологов, их-  
тиологов, гидрохимиков и специалистов, занимающихся изучением водоемов.

Ответственный редактор Н.А. Зиминова

Рецензенты: Б.А. Флеров, А.В. Монаков

Научное издание

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ № 85

Утверждено к печати

Институтом биологии внутренних вод

Академии наук СССР

Редактор издательства Л.И. Сметанкина

Технический редактор М.Л. Гофман

Корректор Г.В. Семерикова

ИБ № 44368

Подписано к печати 15.01.90. М-18021. Формат 60х90 1/16. Бумага

офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 5.00. Усл. кр.-от. 5.25.

Уч.-изд. л. 5.14. Тираж 800. Тип. зак. № 32. Цена 75 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство „Наука“.

Ленинградское отделение.

199034, Ленинград, В-34, Менделеевская лин., 1

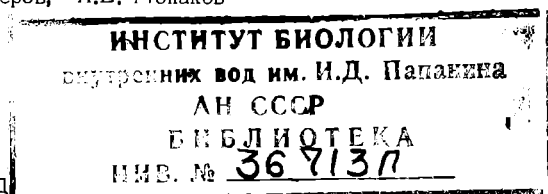
Ордена Трудового Красного Знамени Первая типография  
издательства „Наука“.

199034, Ленинград, В-34, 9 линия, 12.

Б 1903040100-509  
042(02)-90 501-90, 1 полугодие



Издательство „Наука“, 1990 г.



## Х МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ ПО ХИРОНОМИДАМ

С 25 по 28 июля 1988 г. в г. Дебрецене (Венгрия) проведен X Международный симпозиум по хирономидам, организованный Дебреценским региональным комитетом Венгерской академии наук при содействии Университета им. Л. Кошута, Сельскохозяйственного университета и Венгерского государственного комитета по защите окружающей среды. В его работе приняли участие 123 специалиста из 25 стран. Были представлены 53 пленарных сообщения и 33 стендовых.

В сообщениях Б. Линдеберга (Финляндия), Ф. Райсса (ФРГ) и Ж. Мубайеда (Франция) приведены описания новых видов и родов сем. *Chironomidae*. В докладах Р. Контрерас-Лихтенберга (Австрия), И. Кикнадзе с соавторами (СССР), Г. Махешвари (Индия), Е. Макаренко (СССР), Д. Оливера и Б. Синклера (Канада) содержатся результаты ревизии таксонов разного ранга и переописания отдельных видов. Н. Шобановым (СССР) показаны морфологические различия личинок 7 видов *Chironomus* группы *plumosus*. О. Сорриано с коллегами (Испания) описали все стадии метаморфоза *Baeotendipes noctivaga*. С. Сингх и Г. Махешвари (Индия) представили определительную таблицу и данные о распространении индийских видов рода *Diamesa*. Н. Касперс (ФРГ) дал таксономический обзор 3 подсемейств хирономид Турции. Б. Россаро (Италия) провел кладистический анализ подсем. *Orthocladiinae*. О. Сэтер (Норвегия) рассмотрел филогенетические связи ортокладиин и их положение в семействе. П. Лэнгтон (Англия) предложил функциональную и филогенетическую интерпретации структур куколок хирономид.

Сделаны сообщения о фауне хирономид Камского водохранилища (М. Алексеевнина, СССР), горных водохранилищ Сьерра-Невады (И. Казас и А. Вильчез Куэро, Испания), водоемов Испании (Ф. Корбо и др., Испания), Ангарского водохранилища (Э. Ербаева, СССР), рейнских каменных дамб (Х.-Й. Ядек и В. Хоффман, ФРГ), Волгоградского водохранилища (Е. Каширская, СССР), мелководных водохранилищ Венгрии (Е. Коскенниemi, Финляндия). Д. Эдвард (Австралия) нашел элементы, указывающие на связь между частями бывшей Гондваны в фауне хирономид северо-западной Австралии. Б. Серра-Тозио (Франция) представил данные по экологии и биогеографии рода *Vorecheptagya*.

Значительное количество докладов касалось генетических и молекулярно-биологических аспектов. Г. Деваи, М. Мисколчи (Венгрия) и В. Вюлкер (ФРГ) в совместной работе произвели стандартизацию дисковой последовательности хромосомных плеч В, С и D для рода *Chironomus*. В. Вюлкер, Г. и И. Деваи при помощи компьютера по известным последовательностям плеч А, Е и F построили филогенетическую модель рода *Chironomus*. В. Вюлкер и Е. Морат (ФРГ) сравнили кариотипы южно- и североамериканских видов *Chironomus*. А. Истомина и И. Кыкнадзе (СССР) выполнили электронно-микроскопические исследования колец Бальбиани политенных хромосом видов *Chironomus* группы *plumosus*. И. Керкис с соавторами (СССР) представили результаты изучения кариотипов группы *plumosus*. Н. Петрова (СССР) сделала обзор кариологических исследований всего семейства. П. Михайлова (Болгария) посвятила доклад гибридным хромосомам, полученным при скрещивании 2 видов рода *Glyptotendipes* методом принудительной копуляции. Приведены сообщения о результатах генетико-биохимических межпопуляционных сравнений 10 видов рода *Chironomus* (М. Филиппова и др., СССР), природных и лабораторных популяций *Ch. thummi* (Л. Гундерина и др., СССР). Е. Шмидт, Х.-Г. Кайл и Т. Ханкельн (ФРГ) в серии работ представили результаты изучения последовательностей ДНК с целью использования этих данных для установления путей хромосомной эволюции внутри рода *Chironomus*. М. Лещи с коллегами (Швейцария) провели молекулярно-биологические исследования контролируемого эктистероном хромосомного участка 1-18 *Camptochironomus tentans*.

Наибольшее количество сообщений посвящено экологии хирономид. Описаны донные сообщества личинок хирономид оз. Монро (А. Али, США), озера с искусственной аэрацией (Б. Куклинска, Польша), на разных глубинах нескольких финских озер (П. Палояки, Финляндия), равнинных рек Венгрии (Й. Олах, Венгрия), профундали карстового озера (М. Рирадевал и Н. Прат, Испания), приливно-отливной зоны (Р. Ринг, Канада), песчаных карьеров (Р. Бускенс и Г. Фервиймерен, Нидерланды). Приведены данные об изменении донного сообщества хирономид спустя 22 года после зарегулирования озера (П. Тикканен, Финляндия), результаты многолетних наблюдений за изменением структуры сообществ хирономид двух австралийских озер (А. Сторей и Д. Эдвард, Австралия). Р. Бускенсом (Нидерланды) прослежена сукцессия хирономидного сообщества после реставрации заросшей заводи. Л. Бильмакерс (Нидерланды) сообщил о колонизации искусственных субстратов водными беспозвоночными, хирономидами в том числе, в никарагуанском оз. Манагуа. Р. Джонсон (Швеция), используя компьютер, классифицировал сообщества хирономид олиготрофного озера в зависимости от факторов среды. А. Шито с коллегами (Венгрия) охарактеризовали детерминирующие факторы среды и их влияние на макрозообентос. А. Григялис (СССР) привел данные о сообществах хирономид в равнинных озерах Литвы. Рассмотрена зависимость видового разнообразия хирономид от параметров проточности (В. Коффман, США) и гидрохимических пока-

зателей (Л. Феррингтон и Н. Крисп, США). Изучены особенности экологии и продукция массовых видов хирономид оз. Виштынецкого (Г. Щербина, СССР) и озер Северного Казахстана (С. Андреева и Н. Андреев, СССР). Исследованы влияние промерзания на прибрежных хирономид (Е. Коскенниemi и П. Севола, Финляндия), роль хирономид в продукции зообентоса (К. Линдегард, Дания), Р/В-коэффициенты разных генераций хирономид (И. Островский, СССР), характер микрораспределения хирономид в песчаном ручье (У. Нольте, ФРГ), влияние колебаний уровня воды в водохранилище на численность и биомассу хирономид (Н. Соколова и Э. Извекова, СССР), дрейф личинок в р. Гвадалквивир (А. Вильчез Куэро и др., Испания), значение бентосных хирономид в обмене веществ между водой и донными отложениями (И. Татрай, Венгрия). С. Кондо с коллегами (Япония) описали положительное влияние макрофита *Nymphoides indica* на развитие и рост *Pentapedilum tigrinum*. И. Делетре (Франция) исследовал смену сообществ имаго в зависимости от пожаров, периодически возникающих в степи. Г. Соколова и М. Ковалькова, К. Кангур (СССР) рассмотрели вопросы биологии, экологии, жизненных циклов и продуктивности *Chironomus plumosus*, А. Линевич и В. Провиз (СССР) представили этот вид как сложную эколого-генетическую систему. Н. Соколова (СССР) доложила об итогах комплексного изучения *Ch. plumosus* в рамках проекта 8<sup>б</sup> Советской национальной программы „Человек и биосфера“.

В экспериментальных работах изучались зависимость пищевого поведения *Stictochironomus histrio* и *Chironomus anthracinus* от концентрации кислорода в воде (Ф. Хейнис и Т. Кромёнтуийн, Нидерланды), влияние концентрации кислорода на распределение *Tanytarsus* sp. (Ф. Хейнис и др., Нидерланды), рост и развитие *Chironomus plumosus* при разных температурах (О. Клишко, СССР). Э. Вилассен и А. Бьерклунд (Норвегия) исследовали вылет хирономид и других водных насекомых на участках с различной плотностью зарыбления. М. Батлер (США) сообщил о результатах экспериментального изучения зависимости плотности профундальных хирономид от количества осаждающегося сестона.

Сделаны сообщения о суточных ритмах вылета *Ch. salinarius* в Венецианской лагуне (У. Феррарезе и Г. Керетти, Италия), о суточной активности вылупления личинок рода *Chironomus* (И. Фишер, Швейцария), о синхронизации вылета *Tanytarsus sylvaticus* (Б. Годдерис, Бельгия) и времени лета хирономид, определяемому по экзuviaм куколок в равнинной реке (Б. Хэйес и Д. Муррей, Ирландия). Р. Самитц (ГДР) оценил влияние ритмов сбора на показатели интенсивности вылета имаго. Л. Бистовен и Ф. Олевир (Бельгия) изучали влияние загрязнения грунта на частоту возникновения уродств у *Chironomus* группы *thummi*; Р. Вилсон (Англия) — воздействие сточных вод на экзувии куколок. К. Тиммерманс (Нидерланды) исследовал интенсивность накопления тяжелых металлов личинками хирономид в зависимости от их пищевого поведения.

М. Базеркуэ и Х. Лавилль (Франция), А. Ковнацки (Польша) затронули проблемы индикации качества воды по фауне хирономид. И. Макрэ с коллегами (Канада) рассмотрели возможность использования *Cricotopus myriophylli* для борьбы с евразийским водным тысячелистником, заросли которого представляют серьезную биологическую помеху при эксплуатации каналов. Т. Зинченко (СССР) представила данные о помехах, которые создают хирономиды на водозаборных сооружениях. А. Кангур (СССР) показал высокую роль личинок *Chironomus plumosus* в питании угря.

Следующий симпозиум намечено провести в Мюнхене в 1992 г.

Н.А. Шобанов, Н.А. Петрова

УДК 537.533.35 : 579.8.06(470.22)

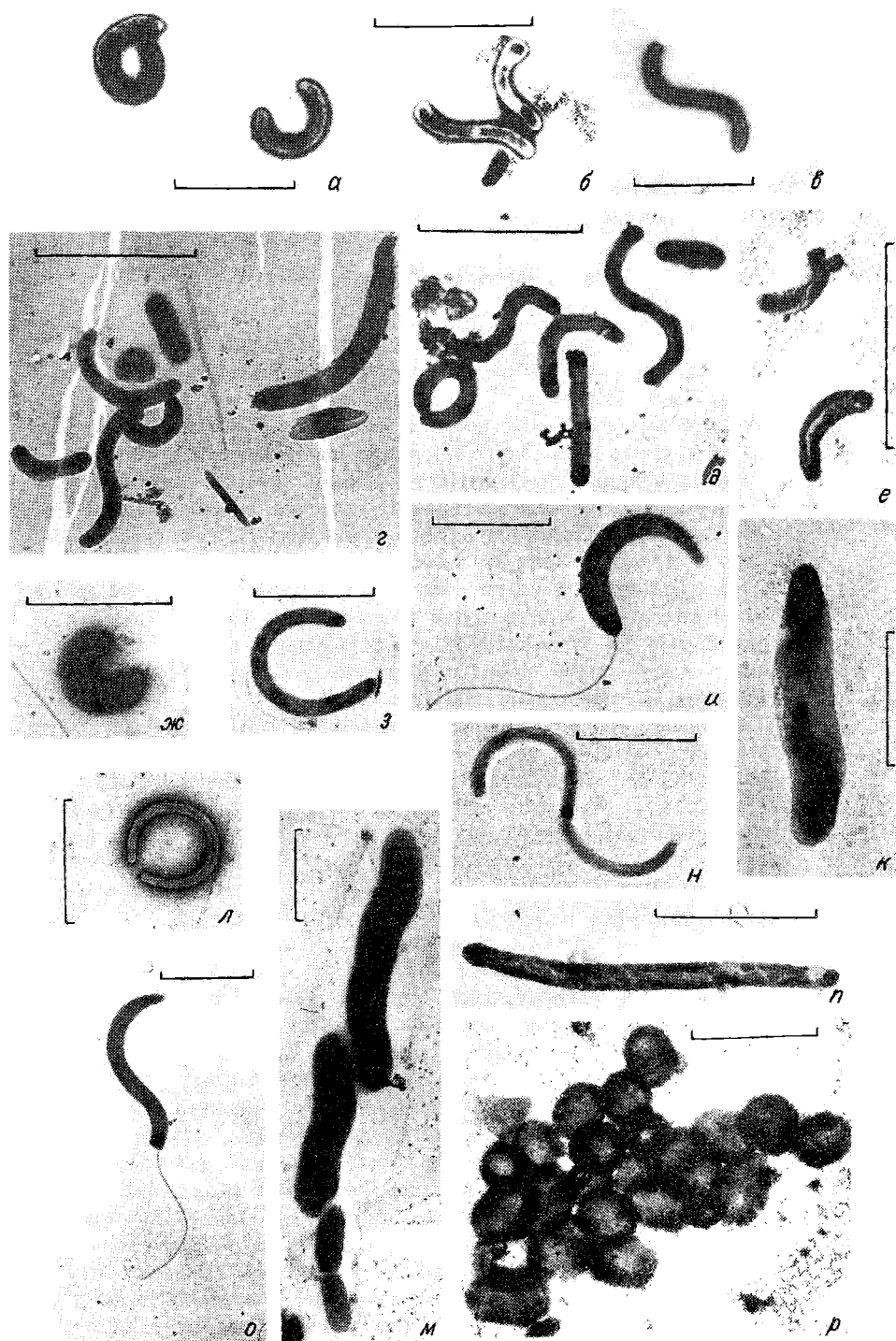
Н.А. Лаптева, Т.И. Свистунова

ФОРМЫ МИКРООРГАНИЗМОВ  
В СОЛЕННЫХ ОЗЕРАХ КРЫМА

Изучение микрофлоры соленых озер проводили, как правило, под световым микроскопом, который позволял рассмотреть их банальные формы. Э.Г. Добрынин [1] исследовал микрофлору соленых озер Крыма с помощью электронного микроскопа. Но кратковременный (10 мин) метод теплового прикрепления бактерий к коллоидной пленке позволил изучить лишь те формы, которые могли адсорбироваться на твердых субстратах. Мы готовили препараты для электронно-микроскопического изучения микрофлоры следующим образом: пробы воды сгущали на мембранных фильтрах с диаметром пор 0.2 мкм и наносили на сеточки с формваровой подложкой на 5 ч. Затем капли убирали, сеточки споласкивали горячей водой и в течение 5 мин фиксировали в парах формалина, затем вновь споласкивали и высушивали. Перед просмотром в электронном микроскопе Джейм-100 препараты напыляли хромом.

Исследования проводили в озерах Сакском и Ярлгач в апреле и августе 1987 г. Соленость воды в первом составляла 90 г/л, во втором – 60 г/л. Пробы отбирали стерильно с поверхности и у дна (0,6–1 м). В результате детальных исследований были выявлены разнообразные морфологические формы бактерий (рис. 1–3). В поверхностном слое рапы обоих озер встречались клетки, подобные *Micrococcus*, с размерами 0.07–0.2 x 0.6 мкм (рис. 1, а, б, ж, з), спириллы – 1.0–3.2 x 0.1 мкм (рис. 1, в, г, д), мелкие палочки – 0.4–0.5 x 0.2 мкм (рис. 1, г, д, м), кокки – 0.5 мкм и изогнутые клетки размером от 0.3 до 0.6 мкм (рис. 1, е). В поверхностном слое рапы оз. Сакского эти формы были доминирующими. Наряду с мелкими формами в воде озер обитали и микроорганизмы с длиной клетки более 1 мкм и диаметром 0.3–0.5 мкм (рис. 1, к, м, н, п). Кокковидные бактерии встречались редко, чаще всего неправильной формы (рис. 1, р). Постоянным компонентом бактериопланктона были изогнутые формы типа спирилл с полюсным жгутом (рис. 1, и, о) и подковообразные клетки (рис. 1, л). Обнаружено значительное число бактерий с выростами, которые были представлены палочками разной величины – 0.7–1.0 x 0.25; 1.0–3.5 x 0.25–0.5 мкм (рис. 2, а, б, в, г, е, ж, и) – и бактериальными клетками подковообразной формы (рис. 2, з). Постоянными обитателями являлись палочковидные клетки с многочисленными фимбриями (рис. 2, д). Ранее их обычно встречали в





озерах с большим содержанием трудноусвояемого органического вещества [2]. В придонных слоях обнаружили организмы типа спироил значительных размеров (рис. 3, а) и более мелкие (2 мкм) спиралевидные формы (рис. 3, в, ж). Здесь же были выявлены бактериальные клетки с мощными гифами (рис. 3, б, д), типичными для почкующихся бактерий. Очень редко находили здесь бактерии типа *Caulobacter* (рис. 3, г). Более характерными для экологической зоны вода-грунт были нокардиоподобные и нитчатые формы. Последних наблюдали в виде цепочек из отдельных клеток, либо из коротких изогнутых, либо из прямых нитей (рис. 3, е, к, л, м, н). Встречали нитчатые клетки типа флексибактерий, которые окружали палочковидные бактерии (рис. 3, з) и типа *Saprospira* (рис. 3, к).

Таким образом, доминирующими формами в соленых озерах явились мелкие спироиллы, подковообразные формы с выростами и без них. Кокковидные бактериальные клетки были в таких озерах редкими.

### Л и т е р а т у р а

1. Д о б р ы н и н Э.Г. Микробиологические процессы круговорота органического вещества в гипергалинных водоемах // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1984.
2. Л а п т е в а Н.А. Электронная микроскопия микроорганизмов из лесных ламб Карелии // Микробиология. 1983. Т. 52, вып. 1.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

---

Рис. 1. Формы микроорганизмов в поверхностном слое воды соленых озер Сакского и Ярлгач.

Обозначение в тексте. Здесь и на рис. 2 и 3 масштаб 1 мкм.

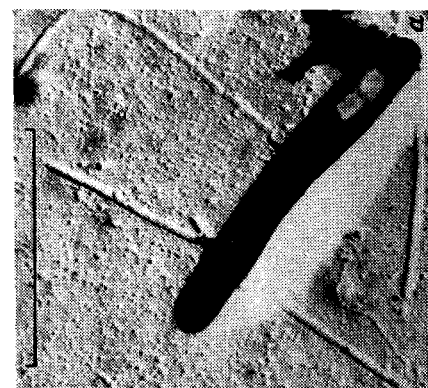
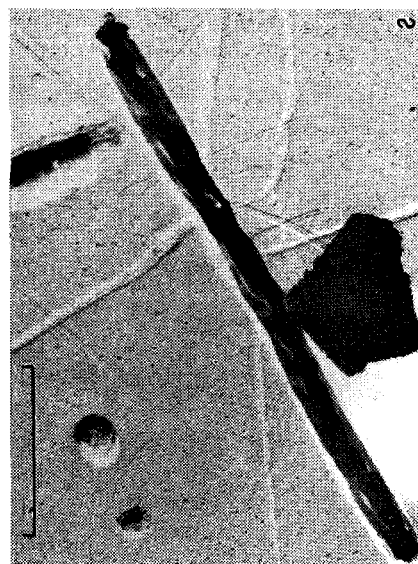
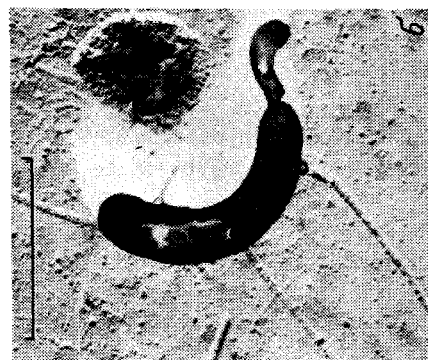
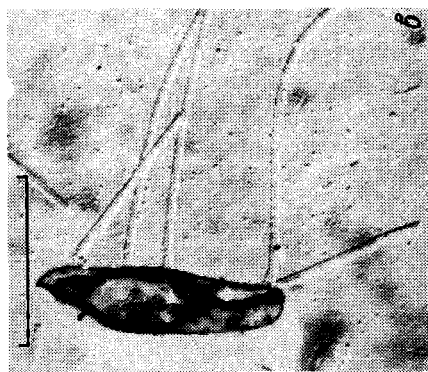
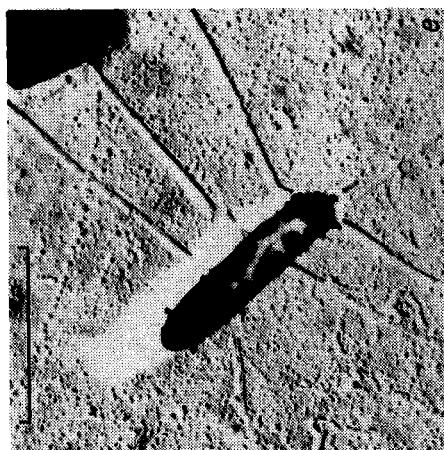
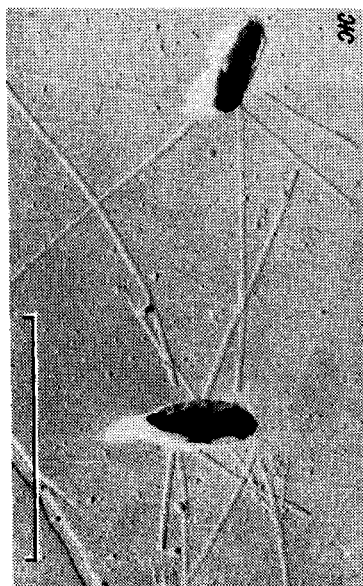


Рис. 2. Формы микроорганизмов в по-  
верхностном и при-  
донном слоях воды  
соленых озер Са-  
ского и Ярлгач.  
Обозначение в тек-  
сте.





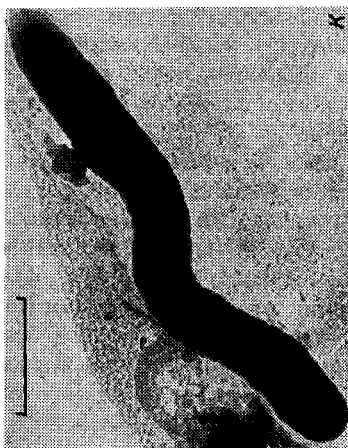
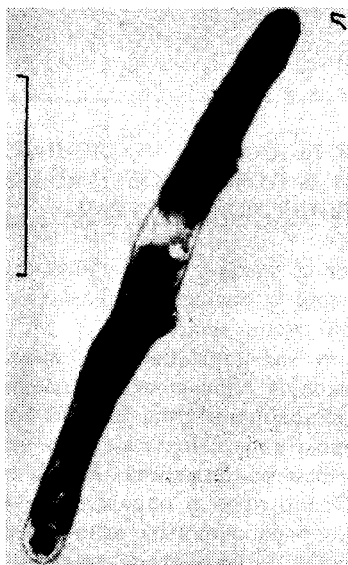


Рис. 3. Формы микро-  
организмов в придон-  
ном слое воды соленых  
озер Сакского и Ярл-  
гач.  
Обозначение в тексте.

А.Н. Б у т о р и н

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И АКТИВНОСТИ  
БАКТЕРИЙ В ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛЕНКЕ ИЛОВ ОЗЕР  
СЕВЕРО-ДВИНСКОЙ СИСТЕМЫ

Поверхностная пленка – зона интенсивного развития микроорганизмов. Сведений о сезонной динамике численности и активности бактерий в ней очень мало [1, 3, 4]. В течение вегетационного сезона 1986 г. мы периодически определяли общее количество бактерий, темновую ассимиляцию углекислоты и скорость потребления глюкозы в поверхностной пленке (слой толщиной 2 мм) и в 2-сантиметровом поверхностном слое илов профундали двух мезотрофных озер Северо-Двинской водной системы – Покровского и Сиверского. Отбор проб и определение активности бактериобентоса производили по отработанным ранее методикам [1, 2], общей численности бактерий – по методу микронавесок [5]. Температуру придонной воды измеряли термистором, окислительно-восстановительный потенциал – полевым иономером И-102. Концентрацию растворенного кислорода определяли по методу Винклера [5], содержание в илах легкогидролизуемого органического вещества – по методике Тюрина [6].

Оз. Покровское – небольшой (площадью 1.9 км<sup>2</sup>) мелководный (максимальная глубина 4 м) водоем. В течение всего сезона водная толща его подвергалась ветровому перемешиванию и была насыщена кислородом до дна. Окислительно-восстановительный потенциал ила был постоянно высоким и колебался незначительно. Наибольшие значения общей численности бактерий, ассимиляции углекислоты и глюкозы в поверхностной пленке ила отмечались в июле в период максимального прогрева озера и наибольшего содержания в илу легкоусвояемого органического вещества (см. таблицу). Несколько иная картина наблюдалась в оз. Сиверском (площадь 8 км<sup>2</sup>, глубина до 25 м). Весной и летом водная толща его была стратифицирована. Полное перемешивание вод происходило лишь осенью. Температура придонной воды в течение сезона постепенно возрастала и достигала максимума в октябре. Окислительно-восстановительный потенциал ила колебался в соответствии с изменениями гидрологической обстановки, снижаясь в период стагнации и возрастая в периоды перемешивания. Наибольшее содержание легкоусвояемого органического вещества в иле этого озера было отмечено в летний период. Динамика общей численности бактерий в поверхностной пленке ила характеризовалась наличием двух максимумов (в мае и августе), приходившихся на периоды снижения окислительно-восстановительного потенциала. Максимальные величины ассимиляции углекислоты и глюкозы наблюдались в июле, в период интенсивного прогрева озера, повышения окислительно-восстановительного потен-

Сезонная динамика физико-химических параметров придонной воды и илов, численности и активности бактериобентоса

Параметр	Слой ила	Оз. Покровское					Оз. Сиверское		
		1.3 V	3 VII	25 VIII	6 X	10 V	6 VII	22 VIII	3 X
Температура придонной воды, °C		10.00	14.50	12.90	5.00	2.40	6.30	6.70	7.60
Кислород, мг/л придонной воды		12.20	9.63	10.67	15.08	0.98	1.98	0.20	12.46
Окислительно-восстановительный потенциал ила, ед. rH <sub>2</sub>	0-0.2 0-2.0	26.80 22.20	27.26 24.20	26.50 22.90	28.30 24.30	16.40 15.50	24.50 21.50	16.60 15.90	22.30 19.60
Легкоусвояемое органическое вещество, мг C/г сырого ила	0-0.2 0-2.0	1.71 1.75	2.35 1.90	1.59 1.87	1.47 2.26	1.97 1.62	2.56 2.56	2.42 2.15	1.75 2.55
Общее количество бактерий, млрд кл./г сырого ила	0-0.2 0-2.0	0.55 0.55	1.42 0.87	0.78 0.68	0.63 0.52	1.46 0.89	0.89 0.70	1.80 1.10	0.91 0.61
Темновая ассимиляция углекислоты, мкг C/(г сырого ила·сут)	0-0.2 0-2.0	3.33 4.73	6.93 6.16	3.62 5.38	2.02 2.80	1.64 3.50	5.36 7.45	3.93 6.55	2.78 6.68
Ассимиляция глюкозы, мкг C/(г сырого ила·сут)	0-0.2 0-2.0	34.32 24.00	74.88 93.84	68.64 55.92	13.20 7.68	22.32 21.36	80.40 133.92	40.80 56.88	78.48 63.60



циала ила и увеличения содержания в нем легкоусвояемого органического вещества. В сезонной динамике ассимиляции глюкозы отмечался также второй максимум (в октябре), связанный, по-видимому, с повышением окислительно-восстановительного потенциала ила во время осеннего перемешивания (см. таблицу).

Сходным образом в течение сезона изменялись физико-химические параметры, а также численность и активность микрофлоры во всем 2-сантиметровом слое илов. По сравнению с поверхностной пленкой он характеризуется более низкими значениями окислительно-восстановительного потенциала и, как правило, меньшим содержанием легкоусвояемого органического вещества. Меньше было в этом слое и общее количество бактерий в расчете на 1 кг сырого ила. В то же время темновая ассимиляция углекислоты и зачастую потребление глюкозы были выше (см. таблицу).

Исходя из объема соответствующих слоев под 1 м<sup>2</sup> площади дна, мы рассчитали, что в оз. Покровском в среднем за сезон содержание бактерий в поверхностной пленке ила составило 12,6%, темновая ассимиляция – 8%, ассимиляция глюкозы – 12,7% от таковых во всем 2-сантиметровом слое; в оз. Сиверском – соответственно 15,54 и 8,9%.

Таким образом, численность и активность бактериобентоса зависят от всего комплекса экологических факторов. В мелководном озере с благоприятным кислородным режимом сезонные колебания их определяются в основном изменениями температуры и содержания в илах легкоусвояемого органического вещества. В глубоководном озере существенное влияние на них оказывают изменения окислительно-восстановительных условий. Характер изменений численности и активности бактерий в поверхностной пленке и в 2-сантиметровом слое ила в течение сезона был практически одинаков. Поверхностная пленка отличалась, как правило, большим количеством бактерий, однако активность их была ниже.

## Л и т е р а т у р а

1. Б у т о р и н А.Н. Сезонная динамика темновой ассимиляции углекислоты микрофлорой поверхностной пленки илов Рыбинского водохранилища // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1986. № 69.
2. Б у т о р и н А.Н. Скорость потребления глюкозы микрофлорой иловых отложений озер разного типа // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1987. № 73.
3. Б у т о р и н А.Н. Об активности микрофлоры поверхностной пленки илов озера Севан // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1988. № 77.
4. Д р а б к о в а В.Г. Зональное изменение интенсивности микробиологических процессов в озерах. Л., 1981.
5. Р о м а н е н к о В.И., К у з н е ц о в С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Л., 1974.

6. Т ю р и н И.В. К вопросу о методике изучения органического вещества почвы в биологических отношениях // Тр. Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. 1934. Т. 10, № 4.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 579.68

И.О. Солнцева, Г.И. Виноградова

## СЕЗОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДРОЖЖЕВОЙ ФЛОРЫ ВОДЫ И РЫБ В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

В воде вблизи больших городов создаются специфические экологические условия, которые определяют состав сообществ водных организмов. Дрожжевая популяция в таких местах достаточно велика, а определенный набор видов обычно связан с характером загрязнения бытовыми и промышленными стоками [3-5, 7].

Микологический анализ воды и промысловых рыб в Шекснинском плёсе Рыбинского водохранилища был проведен весной (май), летом (июнь-июль) и осенью (сентябрь) 1988 г. Пробы отбирались на 10 стандартных станциях, из которых 7 расположены в районе г. Череповца (Каргач, Торово, русло Шексны, дамба, Серовка, Ягорба, Кабачино) и 3 - ниже города (Мякса, Любец, р. Суда). Изучали содержание дрожжей в поверхностном, срединном и придонном слоях воды (всего 160 проб) и дрожжевую флору поверхностного покрова, жабр и содержимого кишечника промысловых рыб (всего 75 экз.). При обработке проб использовали метод глубинного посева и отпечатков [2]. В общей сложности выделено около 300 культур дрожжей, идентификацию которых проводили по определителям [1, 6].

Содержание дрожжей в воде Шекснинского плёса изменялось в зависимости от времени года и места отбора проб (табл. 1). Весной дрожжи присутствовали практически во всех пробах. В среднем частота встречаемости составляла 99 %, численность - около 8 тыс. кл./л. Скопления дрожжей отмечались преимущественно в поверхностном слое воды на ст. Каргач и Кабачино. Доминирующее положение занимали представители родов *Candida* и *Rhodotorula* (табл. 2).

В летний период количество дрожжей в воде было ниже, чем весной, в среднем около 5 тыс. кл./л. Частота встречаемости в пробах в ряде случаев составляла 30-40 %. Максимальная численность (23-30 тыс. кл./л) отмечалась на ст. Торово и русло Шексны, местах сброса бытовых и промышленных отходов города и в районе р. Суды.

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ  
внутренних вод им. И.Д. Папанина  
АН СССР  
БИБЛИОТЕКА  
НЭЗ. № 36713п

Т а б л и ц а 1

Численность (над чертой, тыс. кл./л) и частота встречаемости (под чертой, %) дрожжей в воде по сезонам

Сезон	Станция				
	Мякса	Любец	Каргач	Торово	русло Шексны
Весна	$\frac{5(0.3-15)}{100}$	$\frac{2.7(1-5.3)}{100}$	$\frac{11(2.7-24)}{100}$	$\frac{2(0.3-5.3)}{100}$	$\frac{0.7(0-1.7)}{86}$
Лето	$\frac{1.6(0-5)}{30}$	$\frac{0.7(0-2.2)}{30}$	$\frac{1.9(0-5.5)}{40}$	$\frac{7.4(0-23.2)}{30}$	$\frac{10(0.2-30.4)}{100}$
Осень	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0.1(0-0.3)}{30}$	$\frac{0.3(0-0.6)}{67}$	$\frac{0.2(0-0.3)}{67}$
Сезон	Станция				
	дамба	Серовка	Ягорба	р. Сула	Кабачино
Весна	$\frac{5.7(4-7.7)}{100}$	$\frac{13.7(8.7-18.7)}{100}$	$\frac{1.3(0.3-1.8)}{100}$	$\frac{16.9(12-21)}{100}$	$\frac{19.9(3.3-29)}{100}$
Лето	$\frac{0.3(0-0.6)}{50}$	$\frac{3.8(0-7.6)}{50}$	$\frac{1.4(1.2-1.6)}{100}$	$\frac{11.6(3.2-28.6)}{100}$	$\frac{9.8(4.7-18)}{100}$
Осень	$\frac{0}{0}$	$\frac{6.8(0.2-18)}{100}$	$\frac{0.9(0.3-1.6)}{100}$	$\frac{1.3(1-1.5)}{100}$	$\frac{11.3(6.3-19.3)}{100}$

П р и м е ч а н и е. В скобках даны минимальное и максимальное количество клеток.

Т а б л и ц а 2

Показатель массовости (%) родов дрожжей в воде по сезонам года

Род	Станция							
	Мякса	Любец	Каргач	Торово	руспо Шексны	дамба	Серовка	Ягорба
							р. Суда	Кабачино
Candida	-	74	80	38	50	6	-	6
Cryptococcus	-	-	10	49	42	94	-	77
Rhodotorula	100	26	10	8	8	-	100	17
Torulopsis	-	-	-	5	-	-	-	-
В е с н а								
Candida	-	64	32	5	8	100	13	45
Cryptococcus	100	18	39	39	44	-	37	55
Rhodotorula	-	18	29	56	48	-	50	-
Л е т о								
Candida	-	-	-	-	-	-	-	-
Cryptococcus	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhodotorula	-	-	-	-	-	-	-	-
О с е н ь								
Candida	-	-	100	100	100	-	50	50
Cryptococcus	-	-	-	-	-	-	-	28
Rhodotorula	-	-	-	-	-	-	50	22
							68	12
							20	98

Т а б л и ц а 3

Показатель массовости (%) родов дрожжей на рыбах  
по сезонам года

Род	Станция				
	Мякса	Любец	Каргач	Торово	Кабачино
В е с н а					
Candida	-	$\frac{49}{48}$	$\frac{18}{13}$	$\frac{13}{16}$	-
Cryptococcus	$\frac{70}{87}$	$\frac{14}{37}$	$\frac{54}{81}$	$\frac{66}{81}$	$\frac{44}{79}$
Rhodotorula	$\frac{30}{13}$	$\frac{37}{9}$	$\frac{28}{6}$	$\frac{17}{3}$	$\frac{51}{3}$
Torulopsis	-	$\frac{-}{6}$	-	$\frac{4}{-}$	$\frac{5}{-}$
Trichosporon	-	-	-	-	$\frac{-}{16}$
Л е т о					
Candida	$\frac{75}{63}$	$\frac{60}{50}$	$\frac{32}{36}$	$\frac{23}{17}$	$\frac{19}{23}$
Cryptococcus	$\frac{25}{34}$	$\frac{29}{40}$	$\frac{37}{45}$	$\frac{68}{79}$	$\frac{43}{60}$
Rhodotorula	$\frac{-}{9}$	$\frac{11}{10}$	$\frac{31}{3}$	$\frac{8}{4}$	$\frac{98}{-}$
Trichosporon	-	-	$\frac{-}{16}$	-	-
О с е н ь					
Candida	-	-	$\frac{100}{100}$	$\frac{100}{54}$	-
Cryptococcus	-	-	-	-	$\frac{2}{12}$
Rhodotorula	-	-	-	-	$\frac{98}{42}$
Trichosporon	-	-	-	$\frac{-}{16}$	$\frac{-}{16}$

П р и м е ч а н и е. Над чертой - поверхностный покров тела, жабр, под чертой - содержимое кишечника.

Осенью содержание дрожжей в воде значительно уменьшилось, особенно по сравнению с весенним периодом. В среднем по плёсу эта величина составляла 2 тыс. кл./л. В пробах дрожжи встречались неравномерно, на некоторых станциях они не были обнаружены, а на ст. Серовка и Кабачино их численность достигала 19 тыс. кл./л. Наиболее стабильна по сезонам дрожжевая популяция в воде в районе ст. Серовка (место сброса фанерно-мебельного комбината) и ст. Кабачино (р. Шексна).

Дрожжевая флора поверхности тела и жабр рыб в основном определяется содержанием дрожжей в воде. Так, присутствие в воде *Candida tropicalis* привело к массовому развитию их на жабрах (400 кл./см<sup>2</sup>). Вид *C. tropicalis* известен как условно патогенный организм, способный при неблагоприятных для рыб условиях вызывать микозы. Из 75 обследованных нами экземпляров рыб у 10 был обнаружен некроз жабр. Кроме того, на поверхности тела были обнаружены бляшки диаметром 1–2 см. Микроскопическое обследование бляшек и жабр больных рыб выявило наряду с бактериальной флорой дрожжи кандиды в активном состоянии. Однако доминирующие в воде дрожжи не всегда преобладали в дрожжевой флоре поверхности тела и жабр рыб. В ряде случаев, например в районе ст. Мякса, весной в воде выявлены преимущественно розовые дрожжи (табл. 2), тогда как на рыбах – представители рода *Cryptococcus* (табл. 3). В большей степени специфичностью обладала микрофлора содержимого кишечника. В основном это представители родов *Candida*, *Cryptococcus* и *Trichosporon*, тогда как виды рода *Rhodotorula*, как правило, составляли незначительный процент от общего количества дрожжей. Численность дрожжей на рыбах исчислялась десятками или сотнями клеток на 1 см<sup>2</sup> поверхности тела и жабр, лишь в некоторых случаях (содержимое кишечника лещей со ст. Каргач) она достигала 1,5 тыс. кл./г. В основном это дрожжи родов *Candida* и *Trichosporon*.

Видовой состав дрожжей в воде и на рыбах довольно однороден. Всего выявлено 8 видов дрожжей: *Candida lambica*, *C. tropicalis*, *Cryptococcus albidus*, *C. laurentii*, *Rhodotorula glutinis*, *R. rubra*, *Torulopsis candida*, *Trichosporon pullulans*.

Сезонные исследования микрофлоры воды и рыб в Шекснинском плёсе Рыбинского водохранилища показали, что наибольшее содержание дрожжей в воде было в весенний период, наименьшее – в осенний. Выявлены микрозональные скопления дрожжей физиологически активных видов, указывающих на повышенное загрязнение обследуемых мест.

#### Л и т е р а т у р а

1. Благодатская В.М., Уткина Л.И., Уткин И.С. Дрожжи рода *Candida* Berkhout (систематика, идентификация). Пушино, 1980.

2. Солнцева И.О., Виноградова Г.И. Дрожжевая флора рыб Белого озера, Шекснинского и Рыбинского водохранилищ // Микробиол. журн. 1983. Т. 45, вып. 3.
3. Солнцева И.О., Виноградова Г.И., Нагорная С.С., Квасников Е.И. Дрожжевая флора рыб водохранилищ Верхней и Средней Волги // Микробиол. журн. 1987. Т. 49, № 3.
4. P h a f f H.I. Ecology of yeasts with actual and potencial value on biotechnology // Microbial. Ecol. 1986. Vol. 12, N 1.
5. S i m a r d R.E. Yeasts as an indicator of pollution // Mar. Pollut. Bull. 1971. Vol. 1, N 8.
6. T h e y e a s t. A taxonomic study. Amsterdam; London, 1970.
7. W o l l e t L.L., H e d r i c k L.R. Ecology of yeasts in polluted water // Antonie van Leeuwenhoek J. Microbiol., Serol. 1970. Vol. 36, N 3.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 574.583(28) : 581

Л.Г. К о р н е в а

# ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Известно, что в безледный период наибольшая горизонтальная изменчивость биомассы фитопланктона Рыбинского водохранилища приурочена к максимумам ее сезонной динамики [2]. В связи с этим интересно оценить степень горизонтальной неоднородности фитопланктона во время летнего пика, который, как правило, наблюдается в августе, и проследить, насколько быстро меняется картина распределения планктонных сообществ по акватории водоема в течение нескольких суток.

Для этой цели использованы материалы, полученные при съемке водохранилища 9-11 и 13 августа 1986 г. по трем разрезам из слоя воды 0-2 м (см. рисунок, А).

Чтобы учесть каждый из обнаруженных таксонов и выразить информацию в сжатой форме, был применен метод главных компонент [1].

В период исследования основной фон фитопланктона создавали синезеленые водоросли - летние эдификаторы планктона водохранилища - *Aphanizomenon flos-aquae* и *Microcystis ae-*

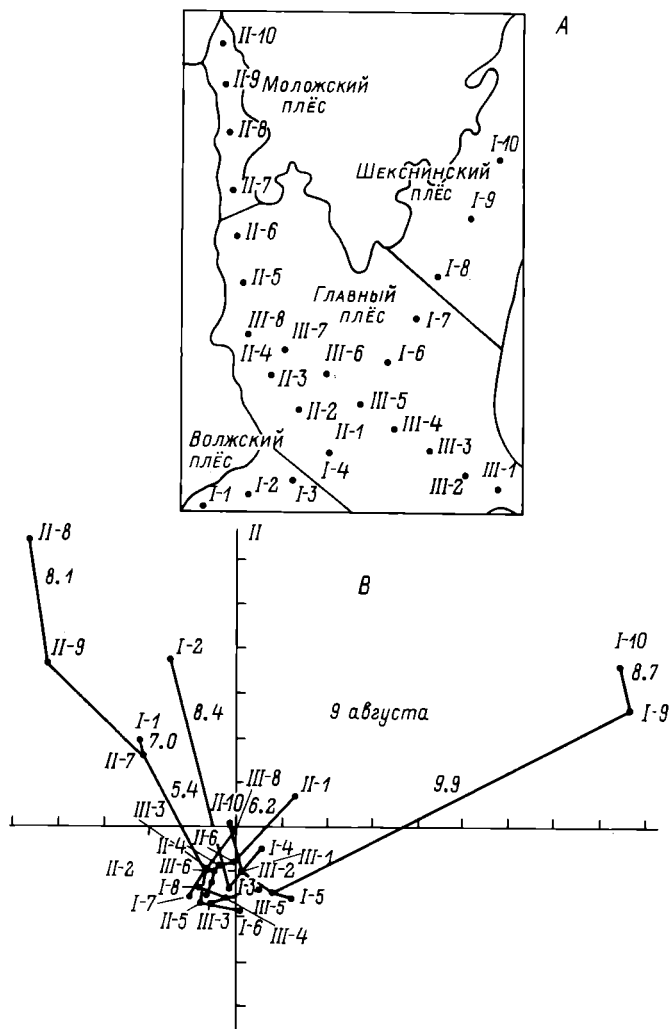


Схема расположения станций в водохранилище (А) и их распределение в пространстве первых двух главных компонент (Б-Г).

*ruginosa* (см. таблицу). Участие диатомовых отмечалось лишь в русловых участках — *Stephanodiscus binderanus*, *S. incognitus*, *S. hantzschii*, *Melosira islandica*, *M. granulata*. В южной части Главного плёса обнаружено локальное пятно „цветения” синезелеными, захватывающее и участки Волжского плёса, граничащие с водами открытой части водохранилища. Оно было достаточно устойчивым и наблюдалось через 5 сут после первой съемки. При этом величина максимальной биомас-



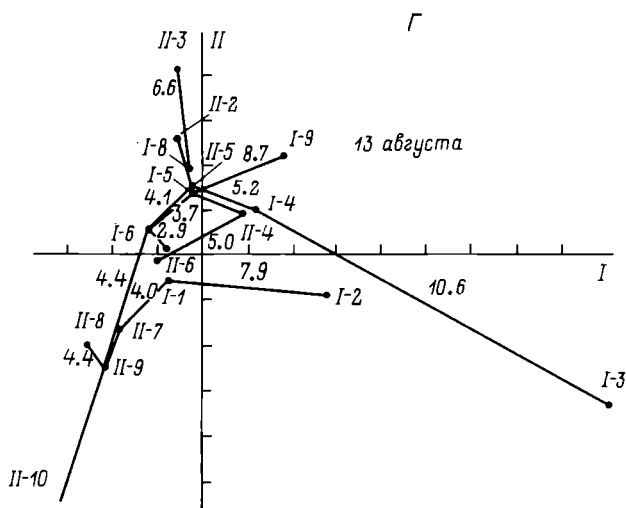
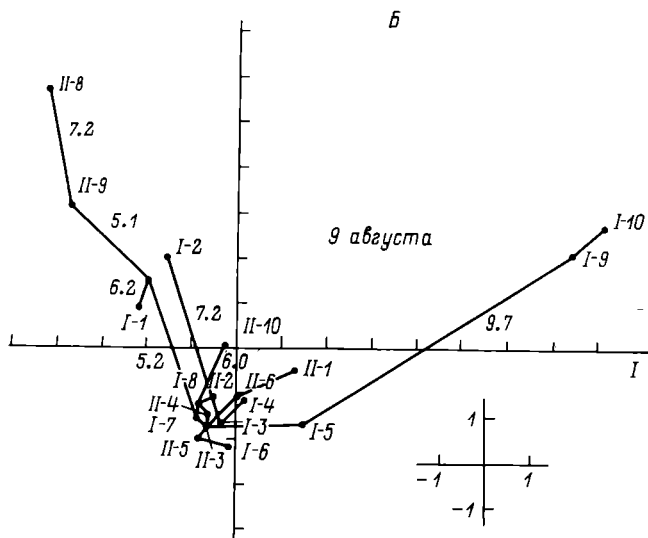


Рисунок (продолжение).

сы водорослей в нем снизилась в 2.5 раза (см. таблицу).

Величина средней по водоему биомассы фитопланктона уменьшилась в 1.5 раза, на отдельных участках - в 2.5-4 раза. Основные структурные перестройки в составе доминирующих видов осуществлялись в русловых участках или на станциях, примыкающих к ним, за счет диатомовых водорослей. Однако они были незначительны. Только на ст. 1-3 произошла резкая смена доминантов (см. таблицу).

Изменение суммарной биомассы и доминирующего состава фитопланктона  
на различных станциях водохранилища

Стан- ция	9-11 августа	13 августа
I-1	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs (5,1)	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> Kütz. emend Elenk. (2,6)
I-2	<i>A. flos-aquae</i> (35,6)	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (13,4)
I-3	<i>A. flos-aquae</i> (8,9)	<i>Anabaena scheremetievi</i> Elenk., <i>Stephanodiscus binderanus</i> (Kütz.) Krieg, <i>Mougeotia</i> sp. (2,5)
I-4	<i>A. flos-aquae</i> (9,1)	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> (10,7)
I-5	<i>A. flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>Mougeotia</i> sp. (3,8)	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>Melo-</i> <i>sira islandica</i> O. Müll. (1,2)
I-6	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> (3,9)	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (1,5)
I-7	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> (3,3)	<i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>Apha-</i> <i>nizomenon flos-aquae</i> (0,8)
I-8	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>M.</i> <i>wesenbergii</i> Komarek (3,9)	<i>A. flos-aquae</i> , <i>Microcystis</i> <i>aeruginosa</i> (1,6)
I-9	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>Pe-</i> <i>diastrum duplex</i> Meyen (3,3)	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>Ste-</i> <i>phanodiscus hantzschii</i> Grun. (2,2)
I-10	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>N.</i> <i>wesenbergii</i> (4,3)	-
II-1	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> (6,6)	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> (10,7)
II-2	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (8,3)	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> (9,4)
II-3	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> (4,6)	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> (7,8)
II-4	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> (3,9)	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> (3,4)
II-5	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> (3,2)	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> (3,1)
II-6	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> (1,8)	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Stephanodiscus binderanus</i> (0,8)
II-7	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (2,0)	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Stephanodiscus binderanus</i> , <i>Melosira islandica</i> (1,3)
II-8	<i>A. flos-aquae</i> , <i>Stephano-</i> <i>discus binderanus</i> (4,0)	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Stephanodiscus incognitus</i> Kuzmin et Genkal (1,1)
II-9	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Melosira islandica</i> (2,4)	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Stephanodiscus incognitus</i> , <i>Melosira granulata</i> (Ehr.) Ralfs (0,8)
II-10	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> (1,0)	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> , <i>Melosira granulata</i> , <i>M. islan-</i> <i>dica</i> (2,4)

Примечание. В скобках дана суммарная биомасса фитопланктона, г/м<sup>3</sup>

Многомерный анализ показал, что 9–11 августа станции русловых Волжского и Моложского плёсов располагались во втором координатном углу (см. рисунок, Б). Станции Главного плёса занимали в основном третий координатный угол и располагались вдоль отрицательной оси второй главной компоненты. Участки, граничащие с водами Шекснинского плёса (ст. I–9, I–10), заняв первый координатный угол, образовали самостоятельный класс. С классом Главного плёса кратчайшей связывающей сетью соединена ст. I–2, где наблюдалось максимальное развитие фитопланктона. Ст. II–10, самый верхний участок Моложского плёса, где синезеленые вытеснены диатомовыми, по составу диатомей также близка станциям Главного плёса. Таким образом, самой высокой ценотической дискретностью фитопланктона обладали русловые участки водохранилища, характеризующиеся наибольшим разбросом точек в пространстве главных компонент. Центральная часть водоема достаточно однородна в этом отношении. Альгоценотическая однородность Главного плёса подтвердилась еще и тем, что добавление информации, касающейся участков третьего разреза, не изменило общую пространственную картину распределения станций в координатах главных компонент (см. рисунок, В).

13 августа распределение станций зеркально отражало ситуацию, характеризующую предыдущую съемку (см. рисунок, Г). Станции Главного плёса располагались вдоль положительной оси второй главной компоненты, а станции речных плёсов – вдоль отрицательной. Однако ст. I–1 по-прежнему соединена кратчайшей связывающей сетью с классом Моложского плёса, где расположение точек почти соответствовало последовательности их нахождения в водоеме. В результате снижения биомассы фитопланктона на ст. I–2 она стала ближе к русловым участкам водохранилища. Влияние вод Главного плёса на Волжский теперь сказывалось только на границе этих двух районов (ст. I–3). Следует отметить, что во время второй съемки расстояние между точками, характеризующими станции центрального участка водохранилища, несколько увеличилось. Это говорит о том, что понятие ценотической горизонтальной равномерности для фитопланктона данного плёса достаточно относительно и степень его однородности может меняться в течение нескольких суток.

Таким образом, путем многомерного анализа установлено, что в период летнего максимума биомассы фитопланктон морфометрически разнородных участков Рыбинского водохранилища обладал значительным ценотическим своеобразием. Причем наибольшая горизонтальная дискретность фитопланктона свойственна водам русловых плёсов. Влияние фитопланктона Главного плёса в большей степени сказывалось на планктоне Волжского плёса. В течение 5 сут на общем фоне снижения биомассы картина горизонтального распределения водорослей менялась незначительно. Несколько уменьшилось влияние фитопланктона центрального плёса на планктон Волжского и ослабилась ценотическая связь между станциями открытой части водохранилища, т.е. количественные изменения опережали скорость структурных перестроек фитопланктона.

1. Е л и с е е в а И.И., Р у к а в и ш и н и к о в В.О. Логика прикладного статистического анализа. М., 1982.
2. К о р н е в а Л.Г. Сравнительный анализ структуры и динамики фитопланктона Главного и Шекснинского плёсов Рыбинского водохранилища // Структура и функционирование пресноводных экосистем. Л., 1988.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 582.26 : 581.4

С.И. Г е н к а л, Г.И. П о п о в с к а я

НОВЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ РОДА  
*STEPHANODISCUS* EHR. (S. BINDERANUS (KÜTZ.)  
KRIEG. VAR. BAICALENSIS  
POPOVSK. ET GENKAL VAR. NOV.)

*Melosira binderana* была описана Кютцингом [11]. Позднее этот вид перевели в род *Stephanodiscus* [10]. Однако до последнего времени многие исследователи продолжали относить данный таксон к роду *Melosira* [6, 12]. Тщательное изучение морфологии панциря *M. binderana* с помощью трансмиссионной и сканирующей электронной микроскопии позволило окончательно установить принадлежность этого таксона к роду *Stephanodiscus* [13]. Родовая принадлежность водоросли была установлена на основании присутствия краевых подпертых выростов (в световом микроскопе они отмечаются как ряд неясных пор) и наличия штрихов, состоящих из ареол, закрытых с внутренней стороны перфорированной мембраной. Оба признака характерны для рода *Stephanodiscus*.

Многие исследователи Байкала также относили эту водоросль к *Melosira binderana* [2, 7, 9]. Изучение байкальской популяции вида с помощью методов электронной микроскопии показало, что и байкальская *M. binderana* относится к роду *Stephanodiscus*. Нами были обнаружены особенности в морфологии панциря, которые позволили выделить эту форму в разновидность. Приводим ее описание.

*Stephanodiscus binderanus* (Kütz.) Krieg. var. *baicalensis* Popovsk. et Genkal var. nov.

Cellulae planae 8.7–11.9  $\mu$ m in diam. Structura valvae areolata, areolis poroideis diversifor mibus in seriebus radialibus in quincuncem dispositis

27-35\* pro 10  $\mu$ m in parte centrali uniseriatis, ad marginem tri-, rarius biserialibus 12-14 (9-11)\* pro 10  $\mu$ m, inferne velo tectis, centro fultoportula paris diobus cinctie praeditae (fig.).

Т у р у с URSS: Rossia, Bajkal, V, 1968, G.I. Popovskaja; in Inst. Limnol. sect. Sibir. Acad. Sci. URSS (p. Listvjanka prope lacum Bajkal) conservatur.

Клетки соединены в нити (см. рисунок, а, б). Створки диаметром 8.7-11.9 мкм (см. рисунок, в). Структура створки состоит из поройдных ареол неправильной формы, расположенных в радиальных рядах шахматным порядком, 27-35\* в 10 мкм. В центре створки ряды ареол одинарные, к краю переходят в тройные, реже двойные, 12-14 (9-11)\* в 10 мкм (см. рисунок, в). С внутренней стороны ареолы закрыты велумом (см. рисунок, з). В центре створки расположена розетка ареол (0-5) и подпертый вырост, окруженный двумя порами (см. рисунок, в, г, е). На загибе створки один щелевидный (см. рисунок, з) и кольцо подпертых выростов (см. рисунок, ж-и). Загиб створки состоит из ареол, расположенных в радиальных рядах (см. рисунок, ж, и). Ребра заканчиваются лапчатыми шипами с 5 отростками (см. рисунок, б, г, и).

Т и п. СССР, РСФСР, Байкал, У, 1968, Г.И. Поповская. Хранится в Лимнологическом институте СО АН СССР (пос. Листвянка на Байкале).

Описанная разновидность отличается от вида наличием на створке подпертого выроста и формой шипов (см. рисунок, д).

*S. binderanus* var. *baicalensis* широко распространен по акватории Байкала [7, 9]. Вегетация в пелагиали озера начинается подо льдом, обычно в феврале-марте. Пик развития приходится на апрель-май при температуре воды до 10 °C (1.5-2 млн кл./л). В летнем планктоне встречается единично, осенний пик отсутствует или выражен слабо в отдельных районах. Интенсивная вегетация водоросли в пелагиали Байкала наблюдается весьма редко. Значительное ее развитие отмечалось в 1927-1928 гг. [7]. Для Южного Байкала Н.Л. Антипова [1] подчеркивает высокую численность лишь в 1946 и 1961 гг. Значительная вегетация *S. binderanus* var. *baicalensis* с максимальной численностью до 2 млн кл./л наблюдалась нами только в 1968 г. на юге озера [2]. В последующие 1969-1981 гг. эта разновидность в открытом Байкале, за исключением отдельных участков, была малочисленной.

В многолетнем аспекте (1964-1981 гг.) на долю *S. binderanus* var. *baicalensis* в пелагиали озера приходится 10% от общей биомассы фитопланктона, в Южном Байкале - до 15%. В отличие от открытых пространств озера, где высокая концент-

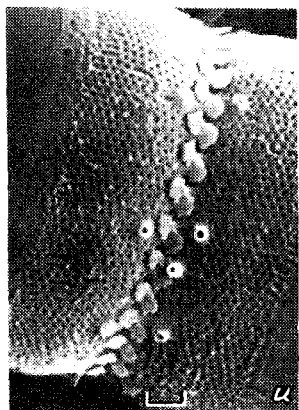
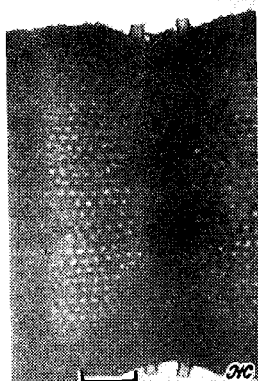
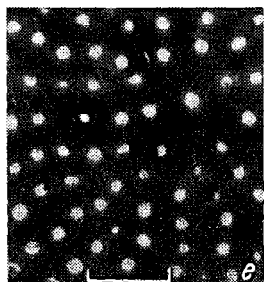
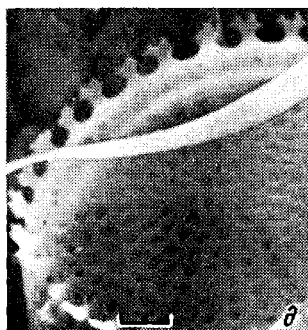
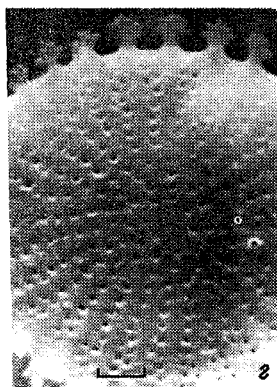
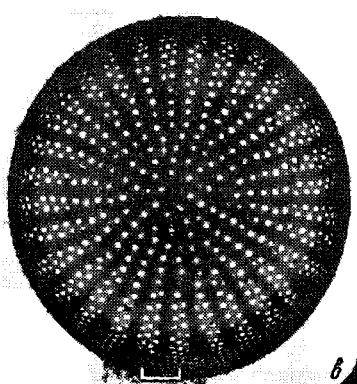
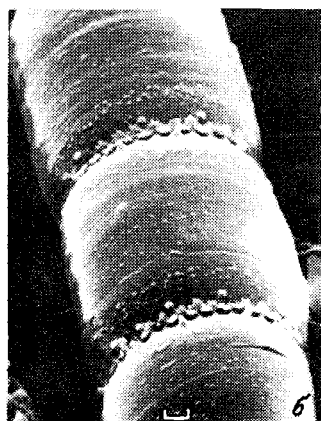
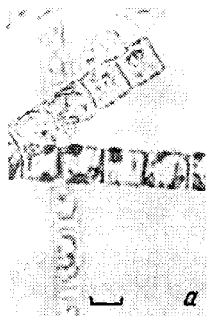
---

\* При подсчете этих элементов использовались более точные методы, предложенные ранее [3, 4].

рация водоросли бывает редко, в крупных заливах и на Селенгинском мелководье *S. binderanus* var. *baicalensis* является постоянным компонентом планктона и имеет более растянутый период вегетации (с февраля по июль). Особенно высокая численность ее зарегистрирована в южной части Малого моря – до 6 млн кл./л [5], в Баргузинском заливе – до 2 млн кл./л, на Селенгинском мелководье – свыше 1 млн кл./л [8]. Осенний максимум на мелководных участках выражен слабо. Для соров и крупных притоков озера не характерен.

## Л и т е р а т у р а

1. Антипова Н.Л. Сезонные и годовые изменения фито-планктона в оз. Байкал // Тр. Лимнол. ин-та. 1963. Т. 2(22), ч. 2.
2. Вотинцев К.К., Мещерякова А.И., Поповская Г.И. Круговорот органического вещества в озере Байкал. Новосибирск, 1975.
3. Генкал С.И. К методике подсчета некоторых таксономически значимых структурных элементов створки у диатомовых водорослей сем. *Thalassiosiraceae* Lebour emend Hasle (*Bacillariophyta*) // Ботан. журн. 1977. Т. 62, № 6.
4. Генкал С.И. К методике подсчета ареол на створках представителей класса *Centrophyceae* (*Bacillariophyta*) // Ботан. журн. 1978. Т. 63, № 3.
5. Кожова О.М. Систематический список планктонных водорослей озера Байкал и некоторые данные по биологии их массовых форм // Изв. Сиб. отд-ния. АН СССР. 1959. Т. 10.
6. Кузьмин Г.В., Елизарова В.А. Фитопланктон Шекснинского плеса Рыбинского водохранилища в 1963–1965 гг. // Микрофлора, фитопланктон и высшая растительность внутренних водоемов. Л., 1967.
7. Мейер К.И. Введение во флору водорослей оз. Байкал // Бюл. МОИП. 1930. Т. 39, № 3–4.
8. Поповская Г.И. Годовые изменения фитопланктона в Селенгинском районе Байкала // Лимнология придельтовых пространств Байкала. Л., 1971.
9. Скабичевский А.П. Планктонные диатомовые водоросли пресных вод СССР. М., 1960.
10. K r i e g e r W. Zur Biologie des Flussplanktons: Untersuchungen über das Potamoplankton des Havelgebietes // Pflanzenforschung. 1927. Vol. 10.
11. K ü t z i n g F.T. Die Kieselchaligen Bacillarien oder Diatomeen. Nordhausen, 1844.
12. M u n a w a r M., M u n a w a r I.F. Some observations on the growth of diatoms in Lake Ontario



*Stephanodiscus binderanus* var. *baicalensis* Popovsk. et Genkal (а-г, е-и) и *S. binderanus* var. *binderanus* (д).

а, б - цепочки клеток; в - створка; г - часть створки с шипами и центральным подпертым выростом; д - часть створки с шипами;

with emphasis on *Melosira binderana* Kütz. during thermal bar conditions // Arch. Hydrobiol. 1975. Bd 75, № 4.

13. R o u n d F.E. *Stephanodiscus binderanus* (Kütz.) Krieger or *Melosira binderana* Kütz. (Bacillariophyta, Centrales) // Phycologia. 1972. Vol. 11, N 2.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР  
Лимнологический институт Сиб. отд-ния АН СССР

УДК 582.26 : 581.5

В.Н. Н и к у л и н а, С.И. Г е н к а л

*SCELETONEMA SUBSALSUM* –  
ДОМИНИРУЮЩИЙ ВИД ФИТОЦЕНОЗА  
ЭСТУАРИЯ Р. НЕВЫ

*Skeletonema subsalsum* (A. Cleve) Bethge относится к водорослям, обитающим как в солоноватых, так и в пресных водах [1, 7]. Впервые вид был обнаружен в Балтийском море недалеко от г. Стокгольма, где соленость меняется от 0.5 до 5‰ [5]. В дальнейших работах [6, 8] показано, что *S. subsalsum* встречается в эстуарных экосистемах Балтийского моря, предпочтительное развитие ее происходит при солености около 2‰, в состав доминантов не входит. Однако в литературе [3, 4], посвященной изучению альгофлоры восточной части Финского залива и р. Невы, сведения о нахождении в планктоне этой диатомеи отсутствуют.

Материалом для наших исследований послужили пробы фитопланктона, собранные в течение сезонов 1983–1987 гг. (май–октябрь) в устье р. Невы и в Финском заливе (рис. 1). На опорных станциях 1, 15, 16, 19, 23 пробы отбирали по горизонтам каждые 20 сут, на остальных – интегрированные пробы из эвфотной зоны 3–4 раза за сезон.

Средняя глубина района исследований составляет 17 м, максимальная – 30 м, водообмен – 0.17 года. Средняя за вегетацион-

---

е – часть створки с розеткой ареол и подпертым выростом; ж, и – загиб створки с краевыми подпертыми выростами; з – внутренние части подпертого и шелевидного выростов. а – СМ; в, е, ж – ТЭМ; б, г, д, з, и – СЭМ. Масштаб – 10 мкм (а) и 1 мкм (б–и).



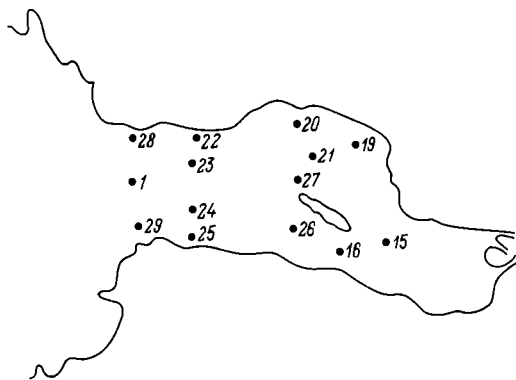


Рис. 1. Схема расположения станций.

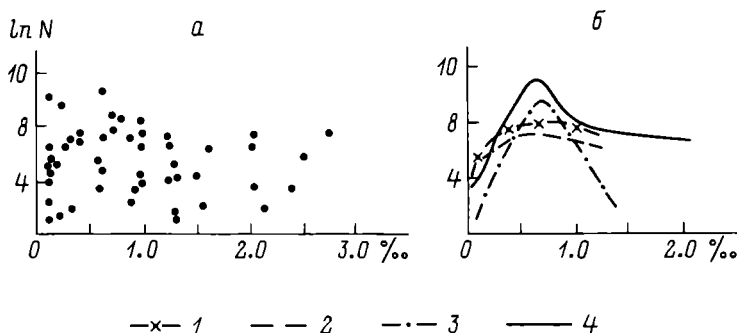


Рис. 2. Связь между численностью *Sceletonema subsalsum* ( $\ln N$ ) и соленостью воды (‰).

а - за весь период наблюдений; б - в период максимального развития вида. 1 - 7 VIII 1983 г.; 2 - 24 VIII 1984 г.; 3 - 5 VIII 1985 г.; 4 - 19 VIII 1986 г.

ный сезон соленость воды - около 2 ‰ с градиентом с востока на запад, от поверхности ко дну в пределах - 0.5-6 ‰ [ 2 ].

Как показали наши исследования, *S. subsalsum* достигает максимального развития в летний период в поверхностном слое воды (0-5 м) главным образом в восточной части Финского залива (до 12 090 кл./л) и в меньшей степени в зоне северных и южных ворот Невской губы (до 6500 кл./л). В среднем за 5 лет наблюдений в июле-августе *S. subsalsum* составлял около 50% от общей численности и биомассы фитопланктона в мелководной зоне восточной части залива. В живом и фиксированном материале водоросль представляет собой нити из 5-20 кл. диаметром 8-10 мкм, высотой 3.5-5 мкм с зелеными хроматофорами и легко может быть спутана с видами зеленых нитчаток из рода *Microspora*.

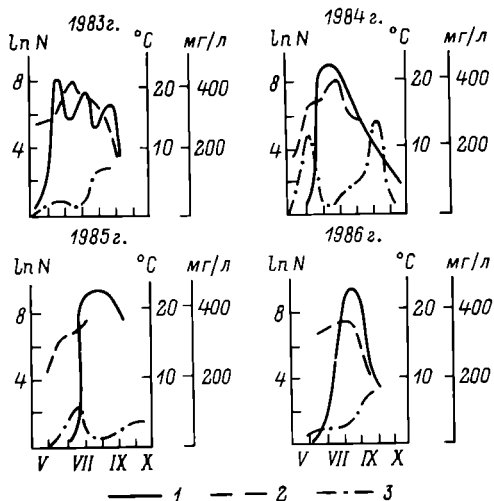


Рис. 3. Сезонные изменения численности *Skeletonema subsalsum* ( $\ln N$ , 1), температуры воды (2) и концентрации кремния (3) в слое 0–5 м на ст. 19.

Точная видовая принадлежность этой формы была нами установлена при изучении материала в трансмиссионном электронном микроскопе.

Экспериментально было показано, что скорость роста *S. subsalsum* не зависит от солености 0,1–1,0‰ [9]. На изученной акватории с соленостью воды 0,2–2,8‰ развитие вида не зависит от этого показателя (рис. 2, а), однако в период максимального развития оптимум для вида находится в пределах 0,5–1,0‰ (рис. 2, б). Естественное распределение *S. subsalsum* регулируется физиологической толерантностью как к низкой, так и к относительно высокой концентрации соли в среде. На численность вида влияют также температура и содержание кремния. Наибольшая численность *S. subsalsum* наблюдалась при максимальном прогреве воды (до 15–20  $^{\circ}\text{C}$ ) (рис. 3), что отмечалось в других водоемах [1]. Водоросль вегетировала при разных концентрациях кремния, в том числе и незначительных (рис. 3), при этом наблюдалась характерная обратная зависимость между содержанием кремния и развитием диатомей ( $r = -0.76$  при 95% уровне значимости).

Таким образом, *S. subsalsum*, впервые отмеченная нами для восточной части Финского залива и Невской губы, в настоящее время является доминантом летнего планктона, а экология вида предполагает, что фитопланктолог, работающий в любом районе Балтики, может наблюдать водоросль в своих материалах.

#### Л и т е р а т у р а

1. Генкал С.И., Кузьмин Г.В. О таксономии и биологии малоизвестных пресноводных видов *Skeletonema* Grev.

- (Bacillariophyta) // Гидробиол. журн. 1980. Т. 6, № 4.
2. Д е р ю г и н К.М. Гидрология и бентос восточной части Финского залива // Исследования реки Невы и ее бассейна. Л., 1925. Вып. 2.
  3. К и с е л е в И.А. Фитопланктон Невской губы и восточной части Финского залива // Исследования реки Невы и ее бассейна. Л., 1924. Вып. 2.
  4. Р а с к и н а Е.Е. Фитопланктон и обрастания реки Невы и ее притоков // Загрязнение и самоочищение реки Невы. Л., 1968.
  5. C l e v e E.A. Das Bacillariaceenplankton in Gewässern bei Stockholm. III: Über Gemeinden das schwach salzigen Wassers und eine neue Charakterart derselben // Arch. Hydrobiol. 1912. Bd. 7.
  6. E d l e r L., H a l l f o r s G., N i e m i A. A preliminary Check-list of the phytoplankton of the Baltic Sea // Acta bot. fenn. 1984. Vol. 128.
  7. H a s l e G., E v e n s e n D. Brackish-water and fresh-water species of the diatom genus *Skeletonema* Grev. 1: *Skeletonema subsalsum* (A. Cleve) Bethge // Phycologia. 1975. Vol. 14, N 4.
  8. N i e m i A., R a y J.L. Phytoplankton production in Finnish coastal waters. Rep. 2: Phytoplankton biomass and composition in 1973 // Meri. 1977. N 4.
  9. F a a s h e E. The influence of salinity on the growth of some plankton diatoms from brackish water // Norw. J. Bot. 1975. N 22.

Государственный гидрологический институт  
Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 581.132

А.П. С а д ч и к о в, А.С. К у л и к о в

# ПРИЖИЗНЕННОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ РАСТВОРЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ФИТОПЛАНКТОНОМ МОЖАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ЕГО УТИЛИЗАЦИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫМ СООБЩЕСТВОМ

При изучении первичной продукции водоемов часто не учитывается прижизненное выделение растворенного органического вещества (РОВ) фитопланктоном, которое, по данным ряда авторов, может достигать 20–25 % от ассимилированного при фотосинтезе углеро-

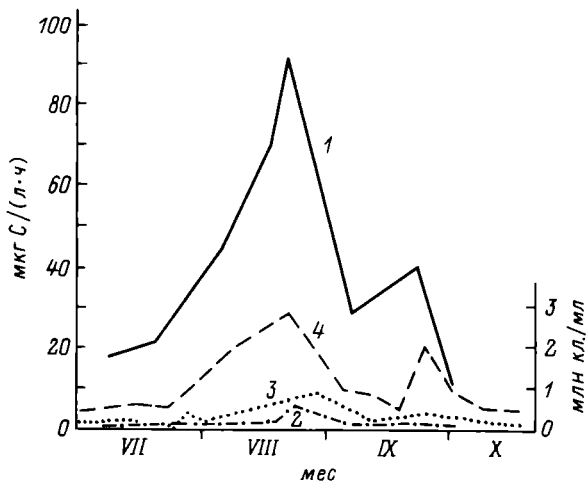


Рис. 1. Сезонная динамика продукции фито- (1) и бактериопланктона (2), прижизненного выделения РОВ (3) и общей численности бактерий (4) Можайского водохранилища в 1984 г.

да [1], является легкоусвояемым компонентом РОВ воды и хорошо утилизируется бактериальным сообществом [2]. Игнорирование этих процессов может привести к неверным представлениям о соотношении продукционно-деструкционных процессов, протекающих в водоемах.

Работу проводили на Можайском водохранилище в летне-осенний период 1984 г. Продукцию фитопланктона определяли радиоуглеродным методом. Светлую и темную склянки экспонировали в поверхностном слое воды в течение 4 ч *in situ*, после чего содержимое фильтровали в трехкратной повторности по 10 мл воды через фильтр Сынпор № 3 с диаметром пор 1,4 мкм. Подсчет радиоактивности проводили на сцинтилляционном счетчике Ракбета «Спектрал». В дальнейшем собранный фильтрат пропускали через фильтры с порами диаметром 0,2 мкм, чтобы отделить бактерии, подкисляли до pH 3 и в течение 30 мин продували воздухом. После окончания барботации pH доводили до исходного и переносили 1 мл воды в сцинтилляционный флакон для определения внеклеточных выделений водорослей. Истинное значение внутри- и внеклеточной продукции водорослей находили по разности радиоактивности в светлой и темной склянках.

В дальнейшем фильтрат с меченым РОВ разливали по склянкам (по 50 мл) и в каждую добавляли по 5 мл воды, взятой из водоема, предварительно отфильтровав водоросли. Склянки инкубировали 6 ч, после чего фильтровали через фильтр с порами 0,2 мкм и определяли потребление меченого РОВ бактериями. В оставшемся фильтрате определяли конечное количество РОВ по методике, описанной выше. Минерализацию находили по внесенному в склянку, потребленному бактериями и оставшемуся в воде меченому РОВ.

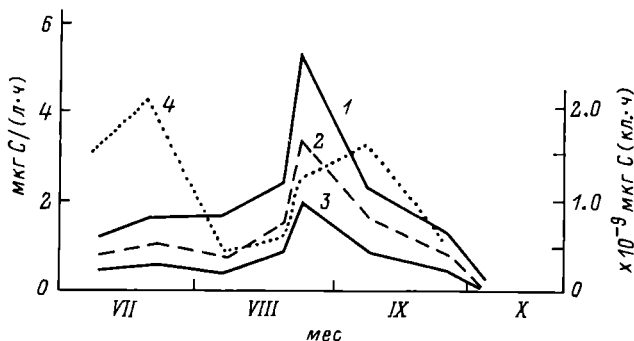


Рис. 2. Динамика прижизненного выделения РОВ фитопланктоном (1), его утилизации (2), минерализации (3) бактериями и их удельная активность (4).

В каждой склянке в начале и в конце опыта, а также после фильтрации проб определяли численность бактерий, окрашенных акридиновым оранжевым, под эпифлуоресцентным микроскопом. Расчеты вели с учетом изменений численности микроорганизмов.

В течение исследованного периода наблюдались два пика продукции фитопланктона: один, большой — во второй половине августа, другой, меньший — в сентябре (рис. 1). Увеличение продукции коррелировало с развитием водорослей: в августе в основном пиррофитовой *Ceratium hirundinella*, которая доминировала в планктоне, в сентябре синезеленой *Aphanizomenon flos-aquae* и частично *Ceratium hirundinella*.

Прижизненное выделение РОВ в исследованный период изменялось от 0.3 до 5.2 мкг С/(л·ч), что составляло 2.6–7.5% от суммарной (внутри- и внеклеточной) продукции. В среднем за сезон водоросли выделяли 5% от ассимилированного при фотосинтезе углерода (рис. 1). Наибольшее количество РОВ (5.2 мкг С/(л·ч)), составлявшее 5.7% от продукции, выделялось во второй половине августа, во время наиболее интенсивных продукционных процессов.

Пики численности бактерий совпадали с наибольшими величинами первичной продукции — бактериальная продукция несколько смещена по времени и в большей степени связана с отмиранием фитопланктона (рис. 1).

Органическое вещество, выделенное водорослями, хорошо утилизировалось бактериальным сообществом водохранилища: в течение сезона бактерии потребляли от 45 до 72% внесенного меченого РОВ (в среднем 62%) (рис. 2).

Максимальное потребление РОВ бактериями (72% от внесенного РОВ) отмечалось в начале сентября, когда происходило отмирание фитопланктона, а наименьшее (45%) — в начале августа, во время интенсивного развития водорослей, в частности пиррофитовых (рис. 2).

Удельная активность бактерий изменялась от  $0.4 \cdot 10^{-9}$  до  $2.1 \times 10^{-9}$  мкг С/(кл·ч) (рис. 2). Наиболее высокая удельная активность

бактерий -  $(1,6 \cdot 10^{-9} - 2,1 \cdot 10^{-9})$  мкг С/(кл.·ч) - наблюдалась при численности 0,5-1 млн кл./мл, а при численности 2,6-2,8 млн кл./мл (18 и 22 августа) она равнялась  $0,6 \cdot 10^{-9}$  мкг С/(кл.·ч). Удельная активность бактерий в течение сезона различалась в 5 раз.

Основная масса утилизированного органического вещества тратилась на дыхание: в течение сезона было минерализовано 54-60% (в среднем 57% РОВ).

Таким образом, фитопланктон Можайского водохранилища прижизненно выделяет около 5% продукции в виде РОВ, которое на 60-70% утилизируется бактериями. Немногим более половины утилизированного органического вещества тратится на дыхание.

## Л и т е р а т у р а

1. Бу ль о н В.В. Первичная продукция планктона внутренних водоемов. Л., 1983.
2. Р о м а н е н к о В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. Л., 1985.

Московский университет им. М.В. Ломоносова,  
биологический факультет

УДК 575.311 : 393.1

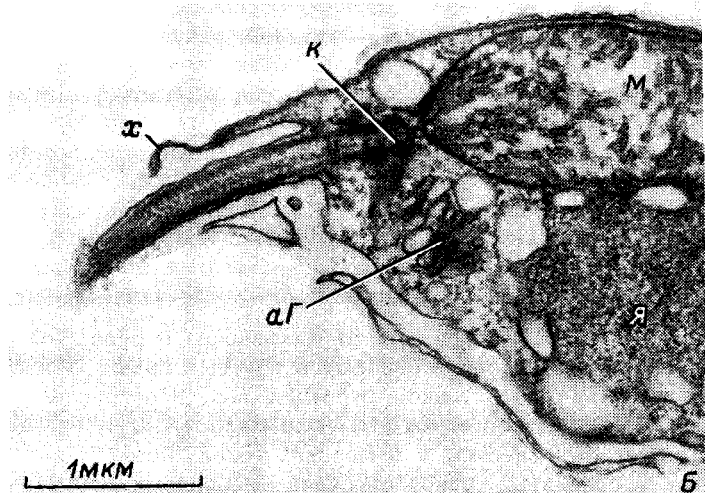
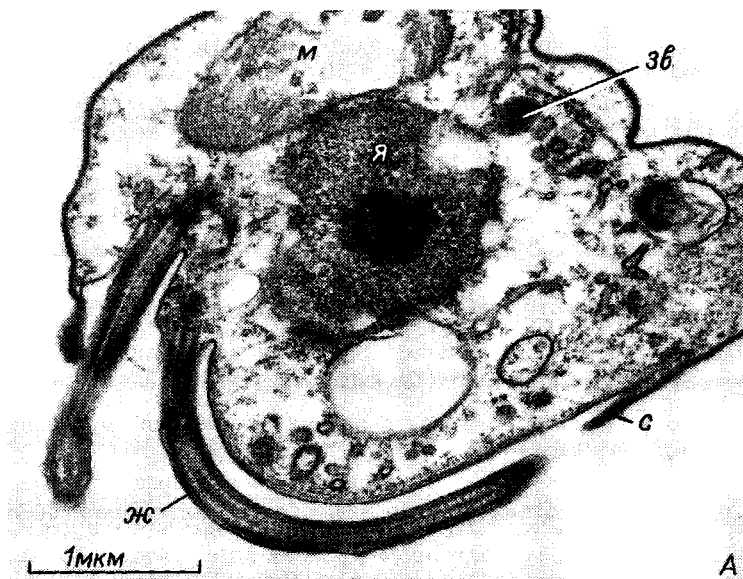
А.П. М ы л ь н и к о в

## СТРОЕНИЕ КЛЕТОК ЖГУТИКОНОСЦА CERCOMONAS MARINA

Большинство видов амебодидных жгутиконосцев отряда *Cercomonadida* (церкомонадида) обитают в пресных водах. В настоящее время известны данные о тонком строении лишь пресноводных представителей рода *Cercomonas* (=Cercobodo) [3, 4, 5]. Между тем церкомонадида известны и в морских водах. Представило интерес изучить и сравнить тонкое строение амебодидных жгутиконосцев, обитающих в морях.

С этой целью из донных проб Белого моря в культуру выделен клон А-3 вида *Cercomonas marina*, ныне содержащийся в лаборатории биологии низших организмов ИБВВ АН СССР. Методика культивирования и фиксации объекта приводилась ранее [3].

Общий вид клетки представлен на рисунке (А). Во время движения жгутиконосец значительно изменяет форму тела. Причем передний жгутик делает взмахи вместе с хоботком, достигающим 1 мкм (см. рисунок, Б). На микрофотографиях видно, что большая часть поверхности клетки покрыта не унитарной, а двойной мембраной (см. рисунок, А, Г), только вентральный желобок хоботка выстлан плаз-



# Строение клеток *Cercomonas marina*.

А – продольный срез клетки; Б – передний конец клетки; В, Г – поперечные срезы клетки. аГ – комплекс Гольджи; зв – ventральная бороздка; ж – жгутик; зв – запасное вещество; к – кинетосома; лм – лента микротрубочек; м – митохондрия; мк – мостик, соединяющий кинетосомы; с – латеральная складка; х – хоботок; я – ядро. Масштаб: А, Б – 1 мкм, В, Г – 0,5 мкм.

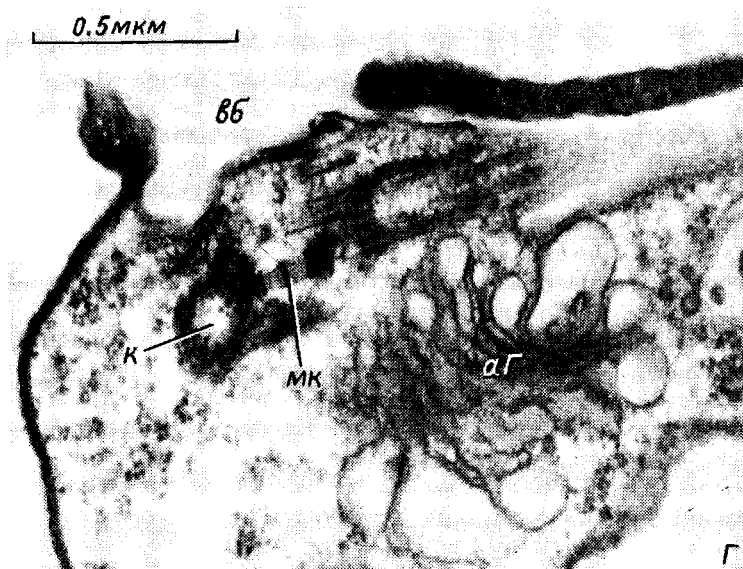
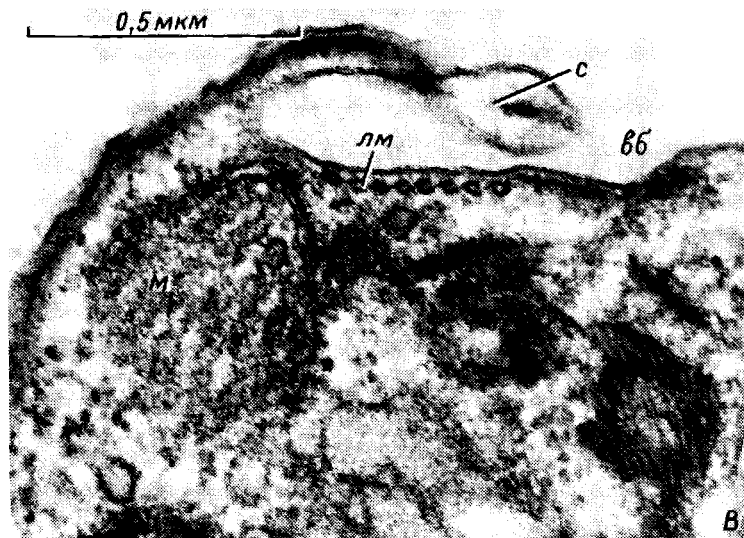


Рисунок (продолжение).

малеммой. При большом увеличении микроскопа на срезах заметно, что уплотненный покров состоит из пяти слоев: двух светлых и трех темных. Причем краевые складки, ограничивающие вентральную бороздку снаружи, покрыты уплотненной оболочкой, а внутри – плазмалеммой (см. рисунок, В).

Жгутики проходят внутри хоботка, имеющего шель (см. рисунок, Б). Один жгутик направлен вперед, второй – назад. Оба они гладкие,



т.е. несут мастигоном и чешуек. В переходной зоне жгутиков находится поперечная пластинка, расположенная на уровне плазмалеммы. От пластинки идут 2 центральные микротрубочки, аксономы жгутика. Кинетосомы по отношению друг к другу лежат под углом примерно  $90^\circ$  и соединены поперечно исчерченным мостиком (см. рисунок, Г). От кинетосом в виде лент отходят 2 микротрубочковых корешка, состоящих из 3 и 7–9 микротрубочек, тянущихся к заднему концу клетки. Микротрубочки более широкой ленты корешка соединены между собой мостиками (перемычками) (см. рисунок, В). Этот корешок связан с электронно-плотной структурой, расположенной в основании хоботка.

Ядро диаметром 1,5–3 мкм с центрально расположенным ядрышком лежит в переднем конце тела рядом с кинетосомами и комплексом Гольджи, толщина которого составляет 0,35 мкм (см. рисунок, Б). Сократительной вакуоли у *C. marina* не отмечено, что характерно для морских простейших. Хондриом, по-видимому, представлен одной митохондрией длиной до 2,2 мкм, содержащей трубчатые кристы. Последние располагаются вдоль митохондрии. Причем проксимальный конец кинетосом располагается близко к оболочке митохондрии (см. рисунок, Б).

Каналы шероховатого эндоплазматического ретикулума заметны преимущественно по периферии клетки и идут параллельно ее покровам. У псевдоподий, выпускаемых из вентральной бороздки, нет отростков митохондрии, микротрубочек и других органелл, а есть только сеточка микрофиламентов. Запасное вещество представлено округлыми гранулами диаметром 0,2 мкм неясного химического состава.

Как видно из полученных данных, у *C. marina* обнаружено множество структур, известных у других представителей церкомонадид [4, 5]. К ним относятся разнонаправленные жгутики с просто устроенной переходной зоной, митохондрии с трубчатыми кристами и псевдоподии. Однако в отличие от церкомонадид у *C. marina* обнаружены своеобразные покровы, не встречающиеся ни в одной группе жгутиконосцев. Как следствие этого, у рассматриваемого вида псевдоподии образуются между складками покровов в вентральной бороздке, тогда как церкомонадины выпускают псевдоподии обычно на любом участке тела [3]. У *C. marina* отсутствуют микротельца и микротрубочковый конус, столь характерные для церкомонадид.

Известен лишь один жгутиконосец *Apusomonas proboscidea* неопределенного систематического положения, план строения которого такой же, как и у *Cercomonas marina* [1]. У этих двух организмов совпадают некоторые уникальные структуры. К ним относятся утолщенные покровы, хоботок, одинаковы также место образования псевдоподий (из вентральной бороздки), расположение лент микротрубочек (корешков). Однако у *Apusomonas proboscidea* ядро лежит в задней части клетки, а от кинетосом к ядру отходит лента, содержащая 9–12 микротрубочек. Кроме того, у этого жгутиконосца обнаружена третья патеральная лента, неиз-

вестная у *Cercomonas marina*. Стоит подчеркнуть также некоторое сходство *C. marina* с амeboидными жгутиконосцами *Thaumatomonas lauterborni*, у которого известна вентральная бороздка с выходящими из нее псевдоподиями, но отсутствует утолщение покровов [2]. Последние в свою очередь покрыты своеобразными чешуйками. Кроме того, в переходной зоне жгутиков *T. lauterborni* находится цилиндр, неизвестный у *Cercomonas marina*. Таким образом, строение рассматриваемого вида во многом отличается от строения пресноводных церкомонадид, поэтому отнесение *C. marina* к данной группе простейших представляется проблематичным.

## Л и т е р а т у р а

1. К а р п о в С.А., Ж у к о в Б.Ф. Ультратонкое строение бесцветного жгутиконосца *Apusomonas proboscidea* // Цитология, 1984. Т. 26, № 8.
2. К а р п о в С.А., Ж у к о в Б.Ф. Особенности ультраструктуры бесцветного жгутиконосца *Thaumatomonas lauterborni* // Цитология, 1987. Т. 29, № 10.
3. М ы л ь н и к о в А.П. Биология и ультраструктура амeboидных жгутиконосцев *Cercomonadida* ord.n. // Зоол. журн. 1986. Т. 65, вып. 5.
4. (М ы л ь н и к о в А.П.) М ы л ь н и к о в А.П. Ultrastructure of a colorless amoeboid flagellate, *Cercomonas* sp. // Arch. Protistenk. 1986. Bd 131, H. 3/4.
5. S c h u s t e r F.L., P o l l a c k A. Ultrastructure of *Cercomonas* sp., a free-living amoeboid flagellate // Arch. Protistenk. 1978. Bd 120, H. 1/2.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 574.583 : 593.175

З.М. М ы л ь н и к о в а

## ПЛАНКТОННЫЕ ИНFUЗОРИИ ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Сведения об инфузориях Волги до сооружения каскада водохранилищ, значительно изменивших природу реки, весьма фрагментарны [1-3]. Наиболее полно планктонные инфузории Волги были изучены Н.В. Мамаевой в 1972 г. [4]. Наши исследования проводились в августе 1987 г., спустя 15 лет, на 22 станциях в русловой части р. Волги - от Ярославля до Волгограда. Изучались качественный и количественный составы инфузорий по их составу и

Средняя численность массовых видов инфузорий в  
водохранилищах Волги в августе 1987 г., тыс. экз./м<sup>3</sup>

Вид	Водохранилище				
	Горь- ков- ское	Чебоксар- ское	Куйбы- шев- ское	Сара- тов- ское	Волго- град- ское
<i>Tintinnidium fluviatile</i> Stein	1016	642	115	40	94
<i>Strombidium viride</i> Stein	149	387	105	140	250
<i>Strobilidium velox</i> Faure-Fr.	-	125	70	50	100
<i>Codonella cratera</i> Leyd.	16	25	70	25	-
<i>Tintinnopsis cilindrata</i> Kof-Cam.	67	87	-	20	125
<i>Vorticella anabaena</i> Still	350	-	60	25	-
<i>Stokesia vernalis</i> Wenr.	33	100	-	-	25
<i>Paradileptus conicus</i> Wenrich	33	25	-	25	-

численности, оценивалось сапробное состояние исследуемых волжских водохранилищ.

Пробы отбирали батометром Францева с поверхностного и придонного горизонтов. Результаты обработки проб усредняли. Инфузорий подсчитывали в пробах воды объемом 50 мл в камере Богорова без предварительного концентрирования под бинокляром. Мелкие формы изучали под большим увеличением микроскопа. Одновременно на некоторых станциях инфузорий учитывали после предварительного концентрирования пробы объемом 300 мл путем фильтрования (без применения вакуума) через мембранный фильтр № 6. При фильтровании численность тинтиннид была занижена в десятки раз, а *Strombidium viride* - в 3-4 раза. Поскольку обе формы преобладали в пробах, нам пришлось отказаться от фильтрования (метода, ранее применяемого Н.В. Мамаевой [4]) и использовать метод прямого подсчета инфузорий. Одновременно проводили определение видовой принадлежности простейших.

Фауна инфузорий русловой части р. Волги бедна и представлена 13 видами: из них 4 относятся к отряду Kinetofragminophora, 5 - к Polyhymenophora, 4 - к Oligohymenophora. Наиболее часто встречались *Tintinnidium fluviatile*, *Strombidium viride*, *Strobilidium velox*, *Codonella cratera*. Первые 2 вида обнаружены во всех исследуемых водохранилищах, третий отсутствовал в Горьковском, а четвертый - в Волгоградском водохранилище (см. таблицу).

Наибольшая численность инфузорий отмечалась в Горьковском и Чебоксарском водохранилищах – 1508 и 1300 тыс. экз./м<sup>3</sup> соответственно. Значительно ниже она была в Волгоградском водохранилище (581 тыс. экз./м<sup>3</sup>), самая низкая (305 тыс. экз./м<sup>3</sup>) – в Саратовском.

Колебания биомассы мало отличались от таковых численности. Наибольшие значения биомассы инфузорий наблюдались в Чебоксарском и Горьковском водохранилищах (соответственно 101 и 61.8 мг/м<sup>3</sup>); самые низкие – в Куйбышевском и Саратовском (соответственно 22.5 и 36 мг/м<sup>3</sup>). На станциях с глубинами 7–12 м численность инфузорий в придонных горизонтах в 1.5–3 раза меньше, чем в поверхностных; а с глубинами 22–35 м (г. Тольятти, ниже Камышина, приплотинный плёс Волгоградской ГЭС) – инфузории не были обнаружены или встречались в единичных экземплярах (*Tintinnidium fluviatile*).

Инфузории служат хорошими индикаторами сапробности водоема. На основе наших наблюдений дана предварительная оценка сапробного состояния Волги летом 1987 г. При этом принимались во внимание только самые распространенные и многочисленные виды. Почти все они по общепринятой таблице сапробности и другим литературным источникам оцениваются как  $\beta$ -мезосапробы.

Повышенной сапробностью отличались участки ниже крупных городов, где численность инфузорий резко снижалась. Следует отметить, что наиболее распространенный и многочисленный вид – *Tintinnidium fluviatile* – полностью отсутствовал на следующих станциях: Камское Устье, ниже городов Куйбышева, Балаково, Саратова. Высокие значения сапробности в августе были в Саратовском и Куйбышевском водохранилищах (соответственно 1.92 и 1.88). Примерно такие же значения сапробности отмечены Мамаевой в 1972 г. Наиболее низкая сапробность была в Чебоксарском водохранилище (1.68).

По составу и численности инфузорий Волга в русловой ее части соответствует  $\beta$ -мезосапробным водоемам.

Проведем сравнительный анализ полученных нами данных с таковыми 1972 г. [4]. В 1987 г. обнаружены 13 видов инфузорий, в 1972 г. – 52 вида. Это объясняется тем, что помимо русловой фауны Волги Мамаева обследовала русла крупных ее притоков и учитывала эпибионтные инфузории. В 1987 и 1972 гг. доминировали одни и те же виды. Численность инфузорий в водохранилищах волжского каскада летом 1987 г. колебалась от 305 до 1500 тыс. экз./м<sup>3</sup>, что соответствует результатам наблюдений 1972 г. Значения сапробности, отмеченные в волжских водохранилищах в 1987 г., примерно такие же, как в 1972 г.

Таким образом, за прошедшие 15 лет существенных изменений в развитии планктонных инфузорий русловой части р. Волги не наблюдается.

1. Б е л и х о в Д.В. О потамопланктоне Волги // Учен. зап. Казан. ун-та. 1936. Т. 97.
2. З ы к о в В.П. О планктоне р. Волги // Годичный отчет Моск. о-ва испытателей природы за 1900-1901 гг. М., 1901.
3. М о р д у х а й-Б о л т о в с к а я Э.Д. Материалы по биологии инфузорий Рыбинского водохранилища // Экология и биология пресноводных беспозвоночных. Л., 1965.
4. М а м а е в а Н.В. Инфузории бассейна Волги. Л., 1979.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 591.324.12(571.663)

Н.В. В е х о в

# ANOSTRACA И NOTOSTRACA ВОДОЕМОВ АРКТИЧЕСКИХ ПУСТЫНЬ И ОСТРОВНЫХ УЧАСТКОВ АРКТИЧЕСКИХ ТУНДР ЕВРАЗИИ

Аностраки и нотостраки водоемов арктических пустынь и островных участков арктических тундр Евразии исследованы недостаточно [1, 2, 4]. Для изучения фауны и биологии этих рачков использованы сборы автора из водоемов архипелагов Шпицберген (о-в Западный Шпицберген, 1979 г.), Северная Земля (о-ва Большевик, Октябрьской Революции, 1981-1982 гг.), Новосибирские острова (о-ва Большой Ляховский, Столбовой, 1984-1985 гг.), о-в Вайгач (1984 г.) и литературные данные [1-8].

Самая бедная фауна характерна для наиболее удаленных от материковой суши участков арктических тундр (о-в Западный Шпицберген) и близко расположенных к материку островов Северного Ледовитого океана, занятых арктическими пустынями (Северная Земля). Здесь обитают *Branchinecta paludosa* (O.F. Müller) и *Lepidurus arcticus* Kröyer. Местонахождение этих рачков на островах Северной Земли – самое северное среди известных в Евразии. Такая же бедная фауна и тот же ее состав отмечены в водоемах пограничных с арктическими пустынями участков арктических тундр (Северный остров Новой Земли). На наиболее удаленных от материковой суши участках арктических пустынь (архипелаг Земля Франца-Иосифа, север архипелага Шпицберген) жаброногов нет.

На всех близко расположенных к материковой суше островных участках арктических тундр фауна жаброногов разнообразнее. Так, в водоемах Южного острова Новой Земли и о-ва Вайгач встречаются *Polyartemia forcipata* S. Fischer, *Branchinectella*

Количественные показатели размножения рачков  
в водоемах арктических пустынь и тундр

Вид	Место обита- ния	Длина тела, мм	Число кладок	Число яиц в кладке
<i>Lepidurus arcticus</i> (гермафродитная популя- ция)	Пусты- ня	12.4 $\pm$ 2.8	2 $\pm$ 1	3.0 $\pm$ 1.0
	Тундра	14.5 $\pm$ 2.1	3 $\pm$ 2	7.6 $\pm$ 4.1
<i>Branchinecta paludo- sa</i>	Пусты- ня	12.3 $\pm$ 2.4 10.3 $\pm$ 1.3	1-2	9.5 $\pm$ 4.5
	Тундра	20.5 $\pm$ 5.5 17.5 $\pm$ 3.0	2 $\pm$ 1	42.3 $\pm$ 33.1
<i>Artemiella skorikowi</i>	"	22.0 $\pm$ 4.1 26.0 $\pm$ 6.3	2 $\pm$ 1	105.6 $\pm$ 50.9
<i>Branchinecta tolli</i>	"	15.5 $\pm$ 2.9 22.5 $\pm$ 4.6	2 $\pm$ 1	47.3 $\pm$ 44.2
<i>Polyartemia forcipata</i>	"	8.5 $\pm$ 2.3 6.6 $\pm$ 2.2	3.5 $\pm$ 1.5	16.3 $\pm$ 4.1
<i>Artemiopsis bungei</i>	"	9.4 $\pm$ 2.1 9.5 $\pm$ 3.5	2 $\pm$ 1	91.5 $\pm$ 56.3

П р и м е ч а н и е. Над чертой - длина тела самок, под чер-  
той - то же самцов.

*media* Schmankewitsch, *Artemiopsis bungei* plovmorni-  
ni Jaschnow, *Artemiella skorikowi* Daday, *Branchinecta*  
*paludosa*, *Lepidurus arcticus*; Новосибирских островов -  
*Branchinecta tolli* (G.O. Sars), *Artemiopsis bungei*  
G.O. Sars, *Chirocephalus rostratus* Daday, *Artemiella*  
*skorikowi*, *Branchinecta paludosa*, *Lepidurus arcti-*  
*cus*; о-ва Врангеля - *Branchinecta paludosa*, *Artemiopsis*  
*bungei*, *Chirocephalus rostratus*, *Lepidurus arcticus*.

Всего для региона выявлены 9 видов и подвидов рачков. Осно-  
ву фауны составляют аборигенные северные формы. Наиболее ши-  
роко распространены циркумполярные *Branchinecta paludo-*  
*sa*, *Lepidurus arcticus* и североевразийская *Polyartemia*  
*forcipata*. Северные границы ареалов 2 первых видов лежат в  
арктических пустынях, *P. forcipata* - на севере арктических  
тундр. Представители аборигенной фауны севера Восточной Сибири,  
Якутии и Чукотки - *Artemiella skorikowi*, *Artemiopsis*  
*bungei* и *Branchinecta tolli* - западнее о-ва Бельковского  
(архипелаг Новосибирские острова) не отмечены. *Artemiop-*  
*sis bungei plovmornini*, эндемик Новой Земли, и *Branchi-*  
*nectella media*, вселенец из южных районов материковой суши

Евразии, относятся к очень редким видам, их местонахождения единичны и в целом они не характерны для региона.

Аностраки и нотостраки населяют в регионе всевозможные постоянные мелкие водоемы глубиной 0,3–2,5 м, с илистыми и глинистыми грунтами, промерзающие зимой до дна, а летом прогревающиеся от 3–5 до 11–12 °С, с обилием растительности и ее остатков или без них. В арктических тундрах Якутии и Новосибирских островов отмечен наиболее богатый по количеству видов состав рачков. В одном водоеме может встречаться от 3 до 5 видов одновременно, что не имеет аналогов в пределах всей Евразии.

Активная фаза жизненных циклов жаброногов и арктических щитней составляет от 1–1,5 мес (начало/середина июля–середина августа) в арктических пустынях до 1,5–2 мес (начало/середина июля–конец августа/начало сентября) в арктических тундрах. Из-за слабого прогрева водной толщи аностраки достигают половозрелости через 25–30 сут. Половозрелые особи отмечались не ранее первой декады августа. Репродуктивный период составляет от 10–15 (арктические пустыни) до 20–25 сут (арктические тундры). Аностраки продуцируют от 1–2 (арктические пустыни) до 2–3 (арктические тундры) кладок латентных яиц, причем число яиц в кладке в первом случае в 4–9 раз меньше, чем во втором (см. таблицу).

*Lepidurus arcticus* половозрелости достигает через 20–25 сут (с середины июля до конца первой декады августа), репродуктивный период составляет 10–15 сут. Как и жаброноги, этот вид в водоемах арктических пустынь и арктических тундр характеризуется очень низкими репродуктивными показателями. В некоторых водоемах рачки продуцируют 1–2 кладки яиц по 1–4 яйца в каждой. Такая низкая плодовитость *L. arcticus* и других видов щитней ранее в природе не отмечалась.

## Л и т е р а т у р а

1. В е х о в Н.В. *Anostraca* водоемов арктического побережья Якутии и южной части Новосибирских островов // 11 Всесоюз. симпоз. биол. проблем Севера: Тез. докл. Якутск, 1986. Вып. 4.
2. М а к а р ч е н к о Е.А., Л е в а н и д о в а И.М., Ж и л ь ц о в а Л.А. Предварительные данные по фауне водных беспозвоночных острова Врангеля // Фауна пресных вод Дальнего Востока. Владивосток, 1980.
3. Р е т о в с к и й Л.О. О микрофауне пресных водоемов Новой Земли и Земли Франца-Иосифа // Тр. Аркт. ин-та. 1935. Т. 14.
4. С м и р н о в С.С. *Phyllopoda* Арктики // Тр. Аркт. ин-та. 1936. Т. 51.
5. Я ш н о в В.А. *Phyllopoda* Новой Земли // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1940. Т. 49, вып. 1.
6. H a l v o r s e n G., G u l l e s t a d N. Fresh-water Crustacea in some areas of Svalbard // Arch. Hydrobiol. 1976. Bd 78, N 3.

7. O l o f s s o n F. Studien über die süßwasserfauna Spitsbergens // Zool. bidr. Uppsala. 1918. Vol. 6.
8. S a r s G.O. The Phyllopoda of Jana-expedition // Ежегодник зоол. музея АН СССР. 1897. Т. 2.

Всесоюз. НИИ охраны природы  
и заповедного дела

УДК 597.554.3.08-15

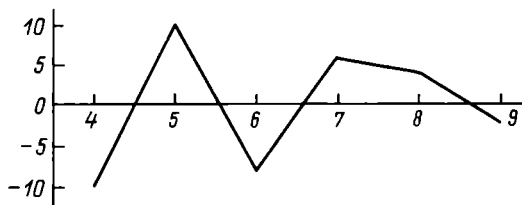
Н.Л. Б а б к и н а

ПЛОТВА МОРОЦКОГО ОЗЕРА.  
СООБЩЕНИЕ 2.  
АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЧИСЛА ПОЗВОНКОВ  
И ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОЕНИЯ КАНАЛОВ  
СЕЙСМОСЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ В РЯДУ ПОКОЛЕНИЙ  
И У РАЗНЫХ ПОЛОВ

Плотва Морозского озера (Дарвинский заповедник) по общему числу позвонков, их распределению по отделам позвоночника и по числу отверстий каналов сейсмодатчиковой системы на костях черепа достоверно отличается от плотвы Рыбинского водохранилища [1]. Обнаружение специфики озерной плотвы привело к необходимости внутривидового анализа изменчивости данных признаков, результаты которого изложены в настоящем сообщении. Исследованный материал и методика, а также используемые обозначения описаны ранее [1]. После определения возраста рыб по cleithrum выборка была разбита на 8 последовательных возрастных групп — с 4 до 13 лет. Общее количество особей — 441, число самцов — 21:

Возраст	Общее число особей	Число самцов	Средняя длина и ее ошибка, мм
4	10	—	85.9±12.9
5	43	7	82.5±1.6
6	100	7	81.2±0.8
7	142	3	87.3±0.7
8	99	3	93.4±0.8
9	32	1	102.6±1.4
10	9	—	111.0±3.7
11-13	6	—	121.3±4.3





Колебания суммарного уровня флюктуирующей асимметрии 6 признаков в ряду последовательных возрастных групп плотвы Морозского озера.

По оси ординат – отклонения суммарных рангов дисперсии асимметрии возрастных групп от среднего ранга, взятые с противоположным знаком так, чтобы большим положительным отклонениям соответствовали группы с большей суммарной асимметрией; по оси абсцисс – возрастные группы.

Для выяснения значимости различий частотных распределений признаков ряда поколений использовали критерии попарного сравнения Животовского ( $I$ ) и Колмогорова–Смирнова ( $\lambda$ ), критерий  $\chi^2$  равенства долей всех возрастных групп в каждой из градаций признака. Достоверность влияния возраста определяли с помощью однофакторного дисперсионного анализа. При расчете критерия  $\chi^2$  и дисперсионного комплекса малочисленные краевые группы обобщали с соседними.

Проведенный анализ показал, что на число глоточных зубов, общее количество и распределение позвонков по отделам позвоночника, а также число пор каналов сейсмосенсорной системы, за исключением канала на *praeoperculum* (*Por*), влияние возраста недостоверно и различия между поколениями можно отнести на счет случайных причин. В ряде случаев по критерию попарного сходства, преимущественно  $I$ , обнаружены достоверные различия между некоторыми возрастными группами. По всей видимости, это большей частью связано с чувствительностью показателя к наличию редких вариантов.

Дисперсионный анализ выявил достоверность влияния возраста на признак *Por*. При этом увеличения среднего числа отверстий в ряду возрастных групп не происходит, и большую межгрупповую дисперсию следует считать результатом специфических условий развития поколений.

В связи с малой численностью самцов в популяции и улове корректный анализ влияния пола на значения признаков провести трудно. В целом самцы обладают меньшими средними значениями признаков *Por* и *Dermopt*, достоверно отличаясь от самок по критерию Стьюдента ( $t$ ): соответственно для *Por*  $t = 3.36 > t_{0.01}$  и *Dermopt*  $t = 2.77 > t_{0.05}$ . По остальным признакам различия между самцами и самками недостоверны и при межпопуляционных сравнениях могут не приниматься во внимание.

Величина дисперсии флюктуирующей асимметрии ( $\sigma_d^2$ ) в ряду поколений колеблется, при этом различия между максимальными и минимальными значениями, как правило, достоверны. Если в целом по выборке асимметрия является флюктуирующей, т.е. направленной, то в отдельных, чаще малочисленных, возрастных группах, обнаруживается направленность, причем средняя разность значений на правой и левой сторонах тела принимает как положительные, так и отрицательные значения.

Расчет коэффициента Кендалла рангов флюктуирующей асимметрии по 6 признакам (Dent, Front, Par<sub>so</sub>, Par<sub>co</sub>, Por и Dermopt) для 6 последовательных возрастных групп (с 4 по 9) показал достоверное согласование рангов ( $\chi^2 = 15.3 > \chi_{0.01}^2 = 15.09$ ), т.е. изменение величины  $\sigma_d^2$  происходит согласованно по разным признакам. Подобные колебания уровня  $\sigma_d^2$  отмечены для многих животных и, по-видимому, являются результатом различий в условиях развития возрастных групп [2]. Общих тенденций направленного изменения уровня флюктуирующей асимметрии в ряду поколений не выявлено (см. рисунок).

Таким образом, признаки, по которым озерная плотва отличается от плотвы Рыбинского водохранилища, обладают достаточной устойчивостью в проанализированном ряду поколений и в силу этого вполне применимы для межпопуляционного анализа. Исключение составляет лишь Por, значения которого подвержены ощутимым колебаниям. Как уже отмечалось, для плотвы Морозского озера характерно неполное зарастание канала на Por, что связано, по всей видимости, со специфическими условиями обитания. Безусловно, ошибки определения возраста нивелируют возможные различия между поколениями, однако проведенный анализ не выявил направленного изменения значений признаков с увеличением возраста, что также подтверждает внутривидовую стабильность избранных характеристик.

Использование дисперсии флюктуирующей асимметрии в качестве популяционного признака требует анализа больших (не менее 100 экз.) разновозрастных выборок для адекватного отражения среднего уровня асимметрии.

## Л и т е р а т у р а

1. Б а б к и н а Н.Л. Плотва Морозского озера: Сообщение 1. Увеличение числа позвонков и специфика строения каналов сейсмодатчиковой системы головы при сравнении с плотвой близлежащих плёсов Рыбинского водохранилища // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1989. № 84.
2. З а х а р о в В.М. Асимметрия животных. М., 1987.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

В.И. Мартеньянов

ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ ГЛЮКОЗЫ В ПЛАЗМЕ КРОВИ  
КАРПА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОЛЕННОСТИ СРЕДЫ

Уровень глюкозы в крови животных применяют в качестве индикатора физиологического состояния организма [6, 8]. Используя этот показатель, мы изучали влияние солёности среды на пресноводных рыб.

Опыты проводили в зимний период на карпах *Cyprinus carpio* L. (возраст 1+). Рыб по 6 экз. помещали в 300-литровые аквариумы, заполненные артезианской водой. В одном из них осуществляли опреснение путем частичной замены артезианской воды на дистиллированную. В другие аквариумы ежедневно вносили по 300 г  $\text{NaCl}$ . После достижения заданных концентраций  $\text{NaCl}$  в среде: 0.002, 0.022 (артезианская вода), 0.95, 3.56, 5.67, 7.7, 10.2, 12 г/л добавки соли, опреснение прекращали. Рыб в таких условиях содержали в течение 3 нед. После этого у них брали пробы крови. Концентрацию глюкозы в плазме определяли ортотолуидиновым методом. Температура воды в аквариумах колебалась в пределах 10–12 °C.

По данным ряда авторов [3, 5, 7], содержание глюкозы в крови карпа колеблется от 49 до 75 мг/100 мл. Результаты, полученные нами, близки этим значениям.

Опыты показали, что наблюдается определенная зависимость между уровнем глюкозы в плазме крови карпа и содержанием  $\text{NaCl}$  в воде:

$\text{NaCl}$ , г/л	Глюкоза, мг/100 мл
0.002	49.0 $\pm$ 3.4
0.022	44.2 $\pm$ 1.7
0.950	42.9 $\pm$ 2.5
1.930	42.4 $\pm$ 1.3
3.560	38.9 $\pm$ 2.3
5.670	40.2 $\pm$ 1.9
7.700	52.9 $\pm$ 6.7
10.200	52.7 $\pm$ 1.9
12.000	102.6 $\pm$ 9.0

При содержании его в воде от 0.002 до 5.67 г/л концентрация глюкозы в плазме крови снижалась от 49 до 40 мг/100 мл. Ранее [9] было показано, что у пресноводной щуки при повышении солёности до 6 г/л уровень глюкозы в крови снижался в 2 раза:

у рыб, живущих в пресной воде, он составлял 106.2 мг/100 мл, тогда как у особей, обитающих в солоноватой среде, – только 54.3 мг/100 мл. Считается, что энергетические затраты на поддержание осмотической и ионной регуляции минимальны (принимаются за нуль) при содержании рыбы в таком растворе, который изотоничен их внутренней среде. Получено, что при уменьшении солености до уровня очень пресной воды потребление кислорода рыбами в зависимости от вида животного возрастает на 20–40% [4]. Эти величины принимаются как энергетическая цена осмотической и ионной регуляций водных животных. Если у карпа минимальный уровень глюкозы, полученный для рыб, акклиматизированных в среде с содержанием  $\text{NaCl}$  3.6–5.67 г/л, принять за 100%, то при снижении уровня соли до минимального значения концентрация глюкозы в плазме возрастает на 22%. Полученная величина хорошо согласуется с данными для других видов рыб по потреблению кислорода. Вероятно, можно считать, что это количество углеводов расходуется на осмотическую и ионную регуляцию у карпа.

При содержании  $\text{NaCl}$  выше 5.67 г/л концентрация глюкозы в плазме крови карпа повысилась до уровня, наблюдаемого у животных в пресной воде, и оставалась стабильной у рыб, находящихся в зоне с концентрацией  $\text{NaCl}$  7.7–10.2 г/л. В данном диапазоне соленость является совместимой с жизнью рыб.

Нами [2] было показано, что карп длительное время (опыт продолжался 7 мес) может выживать в среде с концентрацией  $\text{NaCl}$  10.2 г/л. Дальнейшее повышение его уровня в воде до 12 г/л сопровождалось увеличением концентрации глюкозы в плазме крови в 2 раза. Ясно, что в данном случае рыбы находились в состоянии стресса и, как было показано [1], эту концентрацию карпы не в состоянии переносить длительное время.

Характер зависимости концентрации глюкозы в плазме крови карпа от содержания  $\text{NaCl}$  в наружной среде отражает универсальный принцип феноменологических проявлений отношения пресноводных рыб к солености воды. Повышение концентрации  $\text{NaCl}$  до оптимального уровня сказывается благоприятно на пресноводных видах рыб как в нормальных, так и стрессорных ситуациях. Дальнейшее увеличение содержания  $\text{NaCl}$  вначале оказывается совместимым с жизнью, а затем становится летальным [1].

Таким образом, по уровню глюкозы в плазме крови пресноводных рыб можно определять энергетические затраты, связанные с углеводами, которые идут на осуществление осмотической и ионной регуляций, а также тестировать интервал солености, который вид может переносить, и выделять внутри данного диапазона благоприятные, толерантные (совместимые с жизнью) и резистентные (сублетальные) зоны солености.

## Л и т е р а т у р а

1. Мартеньянов В.И. Влияние солености на пресноводных рыб // Зоол. журн. 1989. Т. 69, № 5.

2. Мартеньянов В.И., Гречанов И.Г. Зимовка карпа в замкнутых системах с солоноватой водой // Рыб. хозяйство. 1988. № 11.
3. Шерстнева Т.А. Показатели углеводного обмена у зимующих сеголетков карпа // Изв. ГосНИОРХ. 1972. Т. 81.
4. Furspan P., Prange H.D., Greenwald L. Energetics and osmoregulation in the catfish, *Ictalurus nebulosus* and *I. punctatus* // Comp. Biochem., Physiol. A. 1984. Vol. 77, N 4.
5. Griego F. Inwieweit wirkt die Temperatur als stressor bei Karpfen (*Cyprinus carpio* L.). I: Stoffliche Zusammensetzung des Blutes unter besonderer Berücksichtigung der Serumelektrolyte // Zool. Anz. 1975. Bd 194, N 3/4.
6. Hattin J. Blood sugar as a indicator of stress in the freshwater fish *Labeo capensis* (Smith) / J. Fish Biol. 1976. Vol. 10, N 2.
7. Motelica I. Observations regarding the influence of temperature on „normal" glycemia in the carp (*Cyprinus carpio*) // Rev. roum. biol. Sér. zool. 1965. Vol. 10.
8. Silbergeld E.K. Blood glucose: a sensitive indicator of environmental stress in fish // Bull. Environ. Contam., Toxicol. 1974. Vol. 11.
9. Soivio A., Oikari A. Haematological effects of stress on a teleost, *Esox lucius* L. // J. Fish Biol. 1976. Vol. 8, N 5.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 639.2/3(28 : 47)

Ю.И. Никаноров, Т.А. Ефимова,  
В.П. Гуров, Л.М. Саппо

#### БРИКЕТСКИЕ КАРЬЕРЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В Рузском районе Московской области есть своеобразный водоем – Брикетские карьеры, – образовавшийся на месте бывших торфяных разработок. Карьеры (карты) соединены между собой канавами шириной 5–7 м, окаймленными земляными валами. Общая площадь карьеров 3,6 км<sup>2</sup>, максимальная глубина в картах до 2 м, в канавах – до 4,3 м. Берега низкие, сплавные, поросшие высшей водной растительностью. Дно сравнительно ровное, торфянистое, покрыто водной растительностью.

Т а б л и ц а 1

Состав ихтиофауны в уловах экспериментальным неводом и мальковой волокушей, %

Вид	Невод		Мальковая волокуша	
	коли- чество	масса	коли- чество	масса
Ротан	29.1	30.4	34.4	29.3
Окунь	28.5	31.0	1.2	3.1
Плотва	26.4	19.7	36.9	47.4
Карась золотой	3.0	6.4	-	-
Лещ	1.8	6.0	-	-
Щука	1.2	6.5	-	-
Верховка	-	-	27.5	20.2

Обследование карьеров проводилось в октябре 1986 г. Данных по гидрохимическому режиму, кормовой базе, ихтиофауне в литературе не имеется. Температура толщи воды в момент обследования составляла 4,7 °С. Содержание кислорода довольно высокое - 13,6 мг/л (105% насыщения), реакция среды слабощелочная - 7,6. Прозрачность воды 2,5 м, на меньших глубинах - до дна. Величина перманганатной окисляемости 7 мг О/л, что, по И.В. Баранову [1], характерно для водоемов олигогумозного типа. Соответствуют этому типу водоемов и другие типологические показатели карьеров: низкое содержание минерального азота (0,3 мг/л) и железа (0,07 мг/л), отсутствие фосфора и кремния, малая минерализация воды (около 150 мг/л) с преобладанием гидрокарбонатных ионов и кальция. Столь малая минерализация обусловлена наполнением карьеров бедной солями водой весеннего поверхностного стока и маломинерализованными атмосферными осадками. Для данного типологического ряда характерным является переход водоемов от олигогумозного состояния в дистрофное.

По основным гидрохимическим показателям карьеры благополучны для обитания рыб. Однако, по паспортным данным, в отдельных картах наблюдаются зимние заморы, что в настоящее время, видимо, является лимитирующим фактором, ограничивающим численность ценных видов рыб, более чувствительных к кислородному режиму.

Водная растительность есть на всей акватории водоема. Жесткая водная растительность занимает 10-15% площади, в основном это заросли тростника и осоки. Среди мягкой растительности наиболее распространены элодея, телорез и уруть, несколько меньше - рдесты, кувшинка, ежеголовник и ряска. В прибрежной части встречаются колониальные нитчатые водоросли.

Фитопланктон в октябре был беден и представлен в пробах лишь вольвоксовыми (7.8 тыс. кл./м<sup>3</sup>). В планктонных пробах в численном отношении доминировали коловратки (46%), затем кладоцеры (35%). Основу биомассы составляли кладоцеры (47%) и копепо-ды (30%). Количество зоопланктона крайне низкое, в среднем по водоему оно составило 5.73 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 0.036 г/м<sup>3</sup>, что обусловлено пониженной температурой в период наблюдений.

Донную фауну карьеров составляли олигохеты, личинки насекомых (хирономид, гелеид, стрекоз, ручейников, поденок, хаоборусов), а также моллюски (вивипарусы, прудовики, беззубки). Наибольшее значение в бентосе по численности (88%) и биомассе (70%) имели личинки хирономид. Около 24% биомассы составляли личинки стрекоз и ручейников. Доля олигохет не превышала 1.5%. Для водоема в целом средняя биомасса бентоса в октябре составила 9.61 г/м<sup>2</sup>, что позволяет оценить его по донной фауне как высококормный.

В составе ихтиофауны отмечены 10 видов рыб: лещ, щука, плотва, окунь, линь, карась, язь, угорь, верховка, ротан. В уловах экспериментального невода преобладали ротан, окунь, плотва, их соотношение (в процентах) примерно одинаково. Молодь в уловах мальковой волокушей была представлена 4 видами. Преобладали плотва, ротан и верховка (табл. 1). Уловы мальковой волокушей в Брикетских карьерах значительно ниже, чем в других водоемах Подмосковья. Так, например, за одно притонение в карьерах вылавливали в среднем 14.8 особей плотвы, в Озернинском водохранилище – от 555.6 до 4919, в Ивановском водохранилище – до 370 особей [3]. Имеющийся материал позволяет судить лишь о росте плотвы, окуня и ротана (табл. 2). У плотвы из Брикетских карьеров сходные показатели роста с плотвой из близлежащих подмосковных водоемов. Темп роста окуня сравнительно низок. Ротан в карьерах растет значительно быстрее, чем в „родных” водоемах бассейна Амура [2].

Пищевые взаимоотношения рыб складывались следующим образом. Подавляющее большинство исследованных особей окуня питалось ротаном (частота встречаемости в желудках 61%), лишь для 4% особей окуня была идентифицирована другая рыбная пища (плотва). Вероятно, ротан является основным компонентом и в пище другого хищного вида – щуки. Во всяком случае, ротан был обнаружен в желудках каждой из двух выловленных при контрольном облове щук. Питание самого ротана в карьерах довольно разнообразно. Преобладали в пище личинки насекомых, в основном стрекозы (частота встречаемости в желудках 57%). Моллюски, преимущественно прудовики, были встречены в пище у 24% особей ротана. Частота встречаемости рыбной пищи (ротан, плотва, окунь приблизительно в одинаковых количествах) составляла около 12%. Необходимо отметить высокую пищевую активность ротана. Несмотря на низкую температуру воды в период исследования (середина октября), подавляющее большинство особей ротана (95%) имело наполненные пищей желудки. Для сравнения отметим, что у окуня наполненными оказались 59% желудков.

Т а б л и ц а 2

Темп роста и возрастной состав рыб в неводных уловах

Возраст	Плотва		Окунь		Ротан	
	длина, см	%	длина, см	%	длина, см	%
1+	9.0	2.4	—	—	6.2	4.7
2+	10.2	58.6	10.5	13.0	7.0	14.3
3+	13.6	22.0	11.5	43.5	8.5	4.7
4+	15.0	14.6	13.5	21.8	11.5	40.6
5+	17.0	2.4	15.7	13.0	13.6	14.3
6+	—	—	18.5	2.2	17.3	4.7
7+	—	—	20.5	4.3	18.4	14.3
8+	—	—	—	—	—	—
9+	—	—	23.0	2.2	22.0	2.4

Таким образом, в настоящее время в составе ихтиофауны карьеров преобладают малоценные виды рыб: ротан, окунь, плотва. Ихтиофауна представляет собой, по-видимому, сформировавшийся стабильный комплекс. Одна из его специфических особенностей — наличие вида-вселенца — ротана, — который в силу специфики экологических условий занял ведущее место в зооценозе водоема. Если в процессе рыбохозяйственного освоения возникнет необходимость рыбохозяйственной мелиорации, ее осуществление может оказаться затруднительным. Кормовая база, в частности богатая донная фауна, используется преимущественно малоценными рыбами, да и то не полностью; водная растительность и зарослевая фауна практически не потребляется. До последнего времени карьеры находились в ведении Московского военного общества охотников и рыболовов. Однако рыбохозяйственное использование карьеров очень низкое: в 1985 г. базу посетило 1004 рыболова, которыми выловлено всего 458 кг рыбы, улов на рыболова составил 0.45 кг, снятая продукция — 120 кг/км<sup>2</sup> за год. Ни по снимаемой продукции, ни по составу ихтиофауны водоем не соответствует требованиям культурного рыбного хозяйства и своим потенциальным возможностям. После передачи водоема Московскому рыбопромышленному объединению поставлена задача повысить его продуктивность и рыбохозяйственную ценность. С этой целью целесообразно вселить в водоем угря, который будет способствовать подавлению малоценных рыб. Как показали исследования [4], угорь, вселенный в оз. Селигер, интенсивно питается щиповкой, ведущей придонный образ жизни и недоступной другим рыбам, что указывает на возможность питания угря в карьерах ротаном.



Уровень воды в карьерах в зависимости от сезона года колеблется в пределах 0,5–1 м. Для улучшения гидрохимического режима и облова озера целесообразно на протоке, соединяющей карьеры с р. Озерной, соорудить простой шлюз двухстороннего действия, позволяющего регулировать уровень воды в пределах 1 м. Однако наиболее эффективное рыбохозяйственное использование может быть достигнуто, если будет обеспечен полный спуск водоема. Это позволит засыпать разделительные каналы между картами, спланировать ложе карьеров и превратить их в большой нагульный пруд для выращивания карпа и растительноядных рыб с продуктивностью до 100 т и более с 1 км<sup>2</sup>. С этой целью в настоящее время на водоеме проводятся проектно-исследовательские работы.

## Л и т е р а т у р а

1. Б а р а н о в И.В. Основы биопродукционной гидрохимии. М., 1982.
2. Б е р г Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.; Л., 1949. Ч. 1–3.
3. Г у р о в В.П. Распределение и особенности роста молоди рыб в зоне мелиоративных работ в Ивановском водохранилище // I Всесоюз. конф. по проблемам ихтиологии, рыбохозяйственного использования водоемов питьевого и рекреационного назначения: Тез. докл. М., 1987.
4. Н и к а н о р о в Ю.И. Результаты вселения угря в озеро Селигер // Рыбное хозяйство Калининской области. М., 1974.

Верхне-Волжское отд-ние ГосНИОРХ

УДК 576.895.1 + 595.69–4–51

В.В. К р и в е н к о, А.Г. Г и н о в к е р

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ ЯИЦ OPISTHORCHIS FELINEUS (RIVOLTA, 1884) К ОБИТАНИЮ В ВОДНОЙ СРЕДЕ

Изучение особенностей адаптации свободноживущих стадий гельминтов к условиям окружающей среды имеет теоретическую и практическую значимость и предусмотрено санитарно-паразитологическим направлением исследований инвазионного начала гельминтов [6]. В связи с этим в работе обобщены литературные данные и наблюдения авторов, касающиеся особенностей приспособленности яиц *Opisthorchis felineus* (Rivolta) к водной среде обитания. Наблюдения проводили в 1975–1988 гг. Исследовано 1,3 млн яиц описторхисов группами по 30–300 экз. Скорость оседания яиц в воде наблюдали в кювете от фотокалориметра с дном,

замененным на покрывное стекло, а исследование выхода из яиц и поведения мирацидиев – в кювете из органического стекла, одна из стенок которой была выполнена из покрывного стекла с нанесенной на него сеткой из 36 квадратов со стороной 3 мм. Размеры яиц определяли с помощью окуляр-микрометра и окулярной линейки.

Длина яиц описторхисов, по данным ряда исследователей и нашим [2–5], достигает 0.023–0.035 мм, ширина – 0.011–0.019 мм, а удельная масса их находится в пределах от 1.306 до 1.406. В экспериментах (42 серии опытов) нами установлено, что скорость оседания яиц описторхисов в воде колеблется от 0.28 до 0.43 см/мин. Это подтвердилось математическими расчетами по формуле Стокса [7] с применением коэффициента на неидеально круглую форму яиц.

При такой скорости оседания в воду яйца описторхисов будут переноситься на значительные расстояния и осядут на дно водоема на разном удалении от точки внесения и относительно друг друга. Расчеты показали, что при скорости течения воды 1 км/ч и глубине водоема 2 м яйца описторхисов до момента полного осаждения будут перенесены на 9–10 км, а зона обсеменения дна водоема будет простирается на 1 км. С увеличением скорости течения зона рассеивания яиц будет находиться на большем расстоянии от точки внесения.

В отличие от яиц других видов трематод, у которых личинка в яйце продолжает формироваться и во внешней среде, описторхис продуцирует яйца со сформированным мирацидием. Однако наши наблюдения показывают, что яйца этого гельминта после вынесения их во внешнюю среду становятся инвазионными для первого промежуточного хозяина через 1–3 сут. Следовательно, за этот период созревание яиц происходит и во внешней среде.

Заражение первого промежуточного хозяина происходит пассивным путем при заглатывании моллюсками яиц описторхисов с пищей. Однако часть мирацидиев вылупляется из яиц непосредственно в воде [1, 2, 5, 8].

Наши наблюдения (19 серий по 32 опыта в каждой) показали, что вылупление мирацидиев из яиц описторхисов в воде наступает в конце первых–третьих суток с момента внесения [5], что соответствует сроку созревания яиц. Резкое увеличение числа вылупляющихся мирацидиев наступает на третьи сутки, а затем нарастает в течение первого месяца пребывания в воде. Через 1.5–2 мес этот процесс прекращается. В конце наблюдений количество вылупившихся мирацидиев составляло  $(16.0 \pm 0.73) - (18.0 \pm 1.72) \%$ . Следовательно, вылупление мирацидиев в воде – явление закономерное.

Изучение процессов вылупления и поведения мирацидиев описторхисов в воде (при 20–22 °C) проведено нами в лабораторных условиях в 64 опытах. Выход мирацидиев наблюдался из  $(18.7 \pm 6.8) \%$  яиц. Вышедшие в воду личинки совершали характерное поисковое перемещение с постоянными и частыми остановками, которые в некоторых случаях длились до 3 мин. Протяженность отрезков пройденного мирацидиями пути колебалась от 2 до 10 мм. Наибольшее

время, в течение которого мирацидии были активными, составляло 42 мин. В случаях, когда в кювету помещали части тела моллюсков *Codiella inflata*, личинки перемещались в их направлении и контактировали с ними.

Из сказанного следует, что основным способом заражения первого промежуточного хозяина лервальными формами описторхиса является заглатывание моллюсками его яиц. Однако результаты наблюдений показывают, что не исключен активный способ заражения моллюсков вышедшими в воду мирацидиями, хотя этим способом в природе заражается, вероятно, небольшое количество моллюсков.

## Л и т е р а т у р а

1. Герман С.М., Бээр С.А. Изучение механизма выплывания мирацидиев из яиц *Opisthorchis felinus* // XI Всесоюз. конф. по природной очаговости болезней. Алма-Ата, 1984.
2. Гинецкая Т.А. Трематоды, их жизненные циклы, биология и эволюция. Л., 1968.
3. Горячев П.П. Биология *Opisthorchis felinus* (Rivolta, 1884) в условиях Западной Сибири // Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 1955.
4. Дроздов В.Н., Зубов Н.А., Варман Е.Г. Описторхоз у детей. М., 1969.
5. Кривенко В.В. Биологические свойства яиц описторхов и роль некоторых видов окончательных хозяев как источников инвазионного материала при описторхозе в Западной Сибири // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1984.
6. Кривенко В.В., Филатов В.Г., Мефодьев В.В. и др. Пространственно-функциональная структура очагов описторхоза как основа для разработки мероприятий по подавлению их активности // Новые аспекты проблемы описторхоза. Курган, 1987.
7. Ландсберг Г.С. Элементарный учебник физики. М., 1966. Т. 2.
8. Лисицкая Л.С. К вопросу изучения действия некоторых факторов внешней среды на восприимчивость яиц *Opisthorchis felinus* // Тр. науч. конф. Ростовского мед. ин-та. Ростов, 1957.

Тюменский медицинский институт

А.С. Литвинов, Р.Г. Ясоев

О КОРОТКОПЕРИОДНЫХ КОЛЕБАНИЯХ  
ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ  
В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Поля физических характеристик вод водоемов (скорость и направление течения, температура воды, электропроводность, оптические характеристики и др.) испытывают как хаотические, случайные, так и упорядоченные, детерминированные, изменения в пространстве и во времени. Множеством и разнообразием причин, вызывающих изменчивость полей физических характеристик (взаимодействие с атмосферой, антропогенная нагрузка, морфометрия водоема и др.), объясняется широкий диапазон пространственно-временных масштабов и амплитуд их колебаний. При этом нижний предел изменчивости ограничен кинематической вязкостью воды и состоит из мелкомасштабных турбулентных пульсаций (диссипирующих механическую энергию в тепловую), верхний — размерами водоема, а по времени — годами и десятилетиями.

Наименее изученными в водохранилищах являются мелкомасштабные (короткопериодные) изменения. Применение малоинерционных датчиков температуры (постоянная времени 0.05 с и чувствительность 0.01 °C) при исследованиях, проводимых на Рыбинском водохранилище, позволило выполнить некоторые оценки ее мелкомасштабных изменений. По классификации океанологических полей [1], к мелкомасштабным явлениям в водохранилищах отнесены колебания гидрофизических характеристик с периодами от долей секунд до десятков минут.

Анализ записей температуры, выполненных 20 июня 1985 г. на Рыбинском водохранилище в фиксированной точке в зоне смешения вод Моложского и Главного плёсов (рис. 1–3), показывает наличие как неупорядоченных, разномасштабных, случайных колебаний, так и строго детерминированных гармонических колебаний.

Запись в ранние утренние часы при скорости ветра 2.4 м/с и разности температур на границе вода–воздух в 2 °C характеризует турбулентно–конвективные процессы различных масштабов в устойчиво стратифицированной жидкости, обусловленные ночным охлаждением поверхностных слоев (рис. 1). Вторая запись выполнена в штилевых условиях в вечерние часы и при прогреве поверхностных вод на 2.5 °C относительно предыдущей. Вертикальные профили температуры и частота Вэйсяля–Брента для каждой записи представлены на рис. 2. Наличие квазиоднородных по плотности слоев и слоев с большими градиентами плотности в вечерние часы привело к возникновению внутренних волн разных периодов, фрагмент суперпозиции которых и был зафиксирован при наблюдениях.

Оценка энергетических спектров полученных записей температуры показала, что для большинства из них уровень спектральной

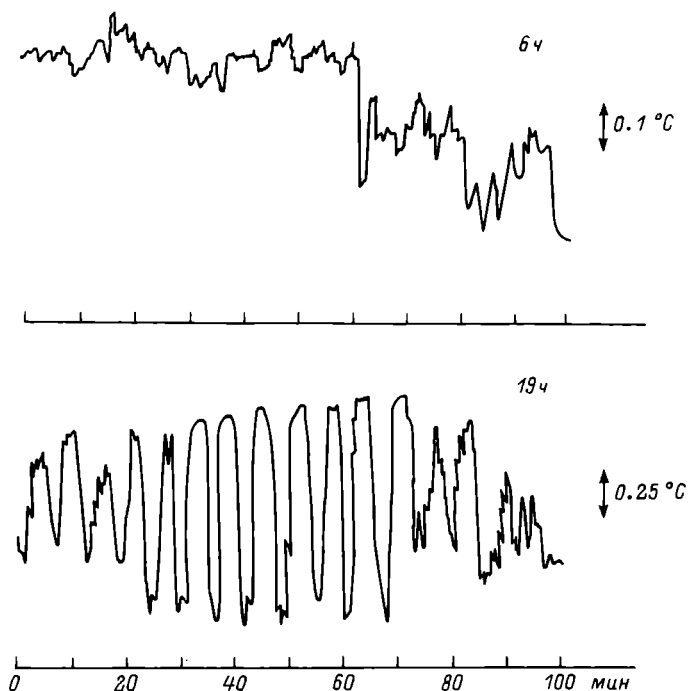


Рис. 1. Пример записи температуры воды на горизонте 3 м.

Стрелками показан масштаб записи температуры.

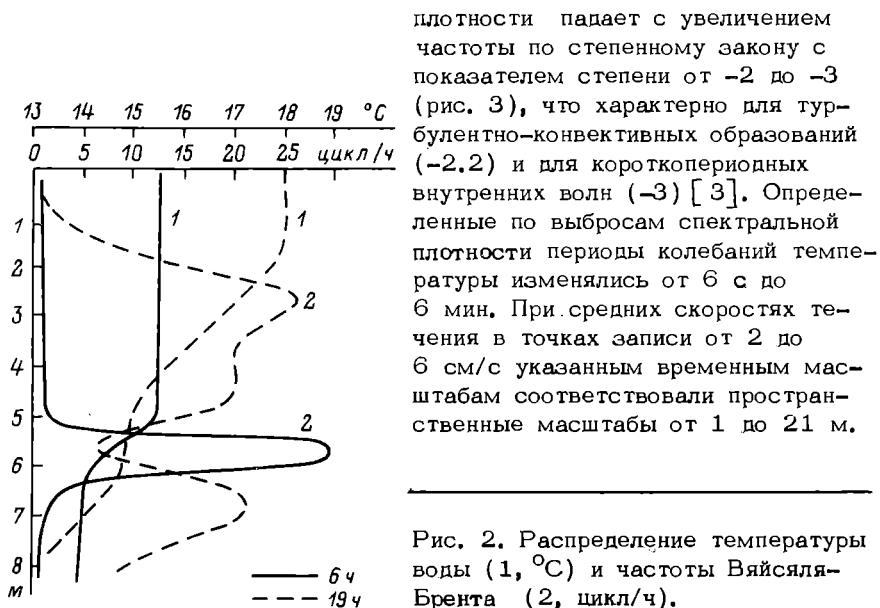


Рис. 2. Распределение температуры воды (1, °C) и частоты Вайсяля-Брента (2, цикл/ч).

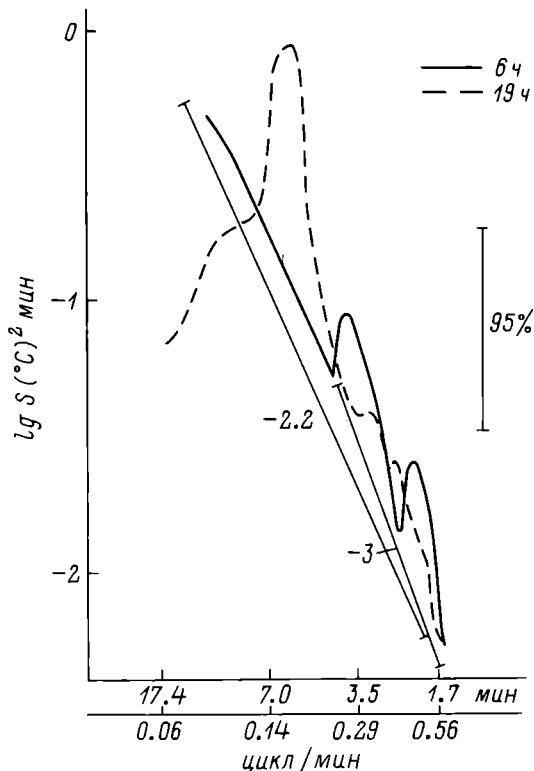


Рис. 3. Спектры изменения температуры воды.

Оценки скоростей вертикального переноса в короткопериодных внутренних волнах [2], выполненные по данным наблюдений на водохранилище, показали, что в большинстве случаев они составляют 0,02–1,9 см/с. Однако при амплитуде колебаний температуры в 2,5 °С, наблюдавшейся 20 июня и периоде 52 с, вертикальная составляющая скорости достигала 7 см/с. Такие величины скорости могут оказать заметную роль в распределении и вертикальной миграции зоо- и фитопланктона.

#### Л и т е р а т у р а

1. Монин А.С., Каменкович В.М., Корт В.Г. Изменчивость Мирового океана. Л., 1974.
2. Филатов Н.Н. Динамика озер. Л., 1983.
3. (Phillips O.M.) Филлипс О.М. Динамика верхнего слоя океана. М., 1969.

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

В.Ф. Р о щ у п к о

ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
ШЕКСНИНСКОГО ПЛЁСА  
РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В мае–сентябре 1987 г. в связи с необходимостью оценки распространения бытовых и промышленных стоков г. Череповца в Шекснинском плёсе Рыбинского водохранилища был выполнен комплекс гидрологических исследований на 10 поперечных разрезах (рис. 1).

Верхняя часть плёса представлена русловым участком, который после впадения р. Суды резко расширяется, занимая пойму и надпойменные террасы Шексны. Нижняя граница проходит у д. Леушино [2]. Площадь плёса при среднем навигационном (на 1 м ниже НПГ) уровне –  $560.2 \text{ км}^2$ , объем –  $1.948 \text{ км}^3$ , или 13.8 и 9.3 % соответственно от площади и объема всего водохранилища, средняя глубина – 3.3 м, максимальная – 18 м [1].

Наполнение Рыбинского водохранилища весной 1987 г. несколько отличалось от среднего. Максимум притока вод ( $10.7 \text{ км}^3$  – 159 % нормы) отмечался в мае, а не в апреле, как обычно. На Шекснинский гидроузел и р. Суду приходилось  $1.7 \text{ км}^3$ , что составило 160 % объема плёса в апреле.

Коэффициент условного водообмена ( $K_p$ ) (рис. 1; см. таблицу), рассчитанный для четырех морфометрически обособленных участков плёса, свидетельствует об интенсивной сменяемости вод на первых двух участках весной.

Водообмен Шекснинского плёса большую часть года определяется объемом сброса вод через Шекснинский гидроузел (рис. 2), но в отдельные периоды (II декада июня, I–III декады августа) зависит от объема притока р. Суды. В таких случаях коэффициент водообмена второго участка выше, чем первого.

Граница весенних вод в плёсе к моменту съемки (17–22 мая) проходила у пос. Гаютино, где они прослеживались у восточного берега.

В район д. Кабачино (верховья плёса) поступали воды Шекснинского водохранилища с температурой  $11.2^\circ\text{C}$ , электропроводностью  $134 \text{ мкСм/см}$ , цветностью  $60^\circ$ . Ниже впадения р. Ягорбы (разрез I и II) температура шекснинских вод на русле и у правого берега повышалась на  $0.8^\circ\text{C}$ , электропроводность – на  $10\text{--}15 \text{ мкСм/см}$ .

Влияние вод р. Кошты, богатых растворенными солями, с электропроводностью  $250\text{--}500 \text{ мкСм/см}$  и температурой  $11.9\text{--}15.3^\circ\text{C}$ , наблюдалось не только на выходе их в плёс, но и у о-ва Ваганиха, где они занимали верхний 2-метровый слой. В устье р. Суды воды р. Кошты располагались на глубинах ниже 5 м у левого берега и на русле. Верхний 5-метровый слой – воды самой р. Суды, прогретые до  $14\text{--}15^\circ\text{C}$ , с электропроводностью  $108\text{--}112 \text{ мкСм/см}$ .

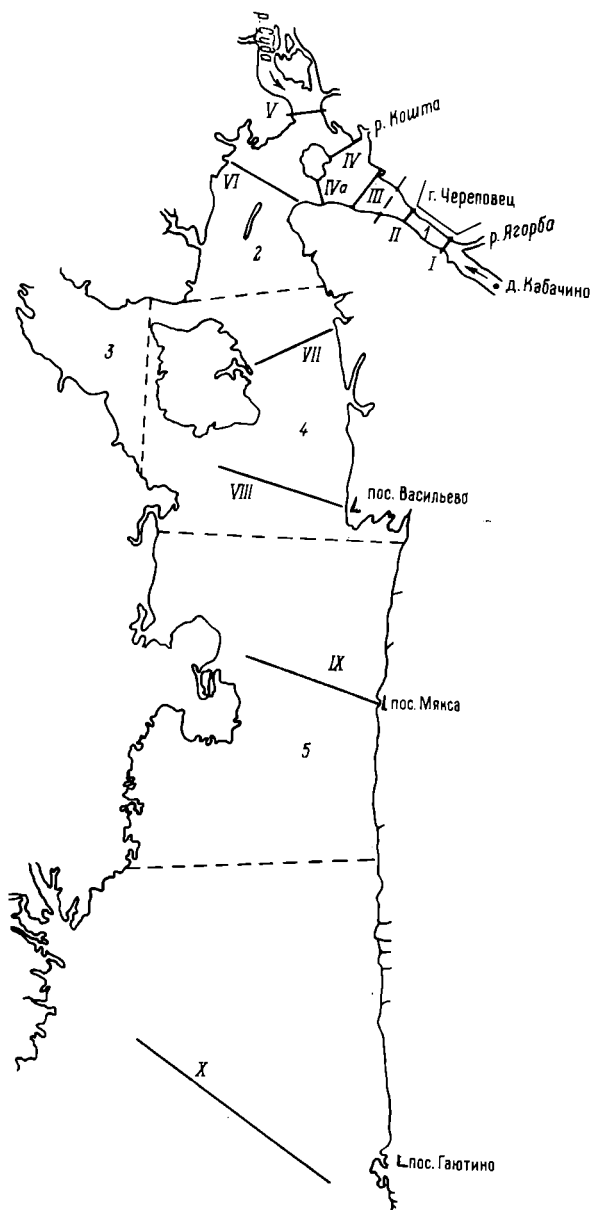


Рис. 1. Схема Шекснинского плёса.

Сплошная линия и римские цифры – поперечные разрезы; пунктирная линия и арабские цифры – границы участков (по:[1]).



Месяц	Дека- да	Участок				Месяц	Дека- да	Участок			
		1	2	4	5			1	2	4	5
Январь	1-я	8	15	31	40	Июль	1-я	7	11	22	26
	2-я	9	17	36	48		2-я	21	27	53	62
	3-я	15	25	53	71		3-я	43	43	83	100
Февраль	1-я	7	13	29	40	Август	1-я	90	53	111	143
	2-я	14	23	50	66		2-я	25	28	59	71
	3-я	20	31	71	100		3-я	333	32	67	83
Март	1-я	11	19	42	56	Сентябрь	1-я	18	18	37	45
	2-я	15	24	56	77		2-я	24	26	53	62
	3-я	18	26	59	83		3-я	25	27	55	67
Апрель	1-я	-	90	200	250	Октябрь	1-я	9	13	28	33
	2-я	23	28	62	83		2-я	9	13	28	34
	3-я	5	7	16	22		3-я	9	13	28	34
Май	1-я	2	3	6	9	Ноябрь	1-я	55	38	77	100
	2-я	3	4	9	11		2-я	36	33	67	90
	3-я	6	7	16	19		3-я	22	21	45	59
Июнь	1-я	19	31	45	55	Декабрь	1-я	17	16	34	45
	2-я	62	45	90	111		2-я	24	23	50	67
	3-я	7	11	21	26		3-я	142	143	333	500

Воды р. Кошты были зафиксированы и на разрезе 1Уа, где от их влияния повышались температура воды на 1 °С, электропроводность — на 7–10 мкСм/см по сравнению с II–III разрезами.

Вниз по плёсу до пос. Мякса отмечалась горизонтальная неоднородность по температуре и электропроводности: в западной части разрезов первый показатель понижался от 15 до 11 °С, а второй был практически неизменным (110–118 мкСм/см). В восточной же части температура оставалась постоянной — 12.4–12.7 °С, а электропроводность уменьшалась от 141 до 120 мкСм/см.

Цветность вниз по плёсу уменьшалась от 120° в р. Суде до 40–50° у пос. Гаютино. Прозрачность увеличивалась от 100 см в верховьях до 250 см в Главном плёсе.

Анализ полученных материалов позволил сделать следующий вывод. Поступающий из Шекснинского водохранилища поток перед о-вом Ваганиха раздваивается: одна часть огибает остров с северной стороны, соединяясь с водами р. Суды, другая — с южной. Измерения скорости течения показали наличие здесь заметного потока, направленного к юго-западу со скоростью 22–25 см/с.

В июне Рыбинское водохранилище еще продолжало наполняться, а в июле объем сброса через Рыбинский гидроузел уже превысил

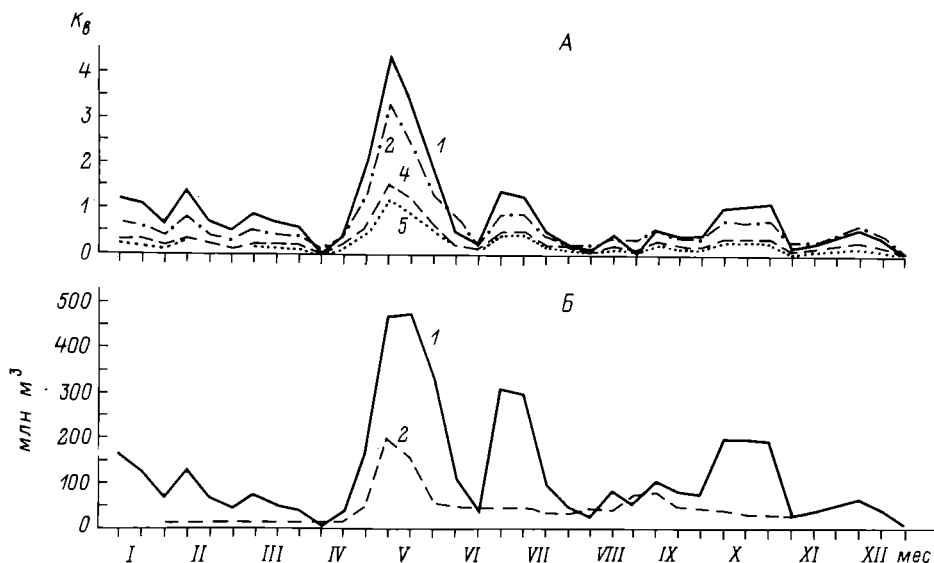


Рис. 2. Годовой ход коэффициента водообмена по участкам (А, 1, 2, 4, 5 – участки плёса) и объема поступления вод через Шекснинский гидроузел (Б, 1) и по р. Суде (Б, 2).

приток. Поступление вод из Шекснинского водохранилища и р. Суды во 2-й декаде июля по сравнению с маем уменьшалось почти в 3 раза.

Многодневный ветер северо-западного направления со скоростью до 10 м/с способствовал интенсивному перемешиванию водных масс и выравниванию их характеристик.

Температура воды от д. Кабачино до пос. Мякса изменялась мало (15,5–16,9 °С). По сравнению с весенней она повысилась всего на 1–5 °С. Высокая электропроводность (510 мкСм/см) наблюдалась в р. Коште; в р. Суде она была равна 180–215 мкСм/см.

Небольшое увеличение электропроводности на 10–25 мкСм/см в результате влияния рек Ягорбы, Кошты и Суды прослеживалось от I до У1 разреза.

Цветность вод от д. Кабачино до пос. Мякса изменялась в пределах 105–130°, прозрачность – 110–140 см; на разрезах III–У она составляла 80–90 см.

В период осеннего охлаждения (28–30 сентября) происходило вертикальное и горизонтальное выравнивание характеристик по всему водохранилищу. Температура воды по плёсу составляла 6–10 °С. По сравнению с весенне-летним периодом на 30 мкСм/см увеличилась электропроводность у д. Кабачино, на 150–220 мкСм/см – в реках Ягорбе и Коште; величины, близкие к летним, сохранялись ниже пос. Мякса.

Таким образом, влияние вод рек Ягорбы (на расстоянии 2 км ниже устья) и Кошты (в пределах второго и четвертого участков) наи-

более четко прослеживалось в мае при безветренной погоде, несмотря на повышенный водообмен.

## Л и т е р а т у р а

1. Б а к у л и н К.А. Морфометрические характеристики Рыбинского водохранилища // Биологические и гидрологические факторы местных перемещений рыб в водохранилищах. Л., 1968.
2. Ф о р т у н а т о в М.А. Цветность и прозрачность воды Рыбинского водохранилища как показатели его режима // Тр. Ин-та биологии водохранилищ. М.; Л., 1959. Вып. 2(5).

Институт биологии внутренних вод  
им. И.Д. Папанина АН СССР

УДК 615.9 + 547.567

О.А. Меньшикова, А.Э. Балаян,  
Д.И. Стом

### ТОКСИКОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СМЕСИ П-БЕНЗОХИНОНА И ЛИГНИНА

Окисление одноатомных и двухатомных фенольных соединений, в том числе и компонентов сточных вод сульфатцеллюлозных предприятий, сопровождается образованием хинонов [1, 2]. Ранее [5, 6] нами было установлено, что ослабление токсичности о- и п-изомеров диоксибензолов в присутствии метаизомеров полифенолов обусловлено удалением хинонов, образующихся при дегидрировании о- и п-дифенолов, моноизомерами полифенолов. Учитывая фенольную природу лигнинных веществ, можно предположить, что роль компонента, удаляющего продукты окисления низкомолекулярных фенолов, играет лигнин. Для проверки этого предположения изучали токсичность растворов п-бензохинона в присутствии или отсутствии водорастворимого сульфатного лигнина и возможность последнего снижать концентрацию хинона в инкубационной среде. Концентрацию хинона определяли йодометрическим титрованием [3]. Токсичность оценивали с помощью биотеста, основанного на иммобилизации клеток *Dunaliella salina* [4].

Токсикометрические определения показали следующее. С одной стороны, растворы п-бензохинона ( $5 \cdot 10^{-6}$  моль/л) подавляли движение клеток *дуналиеллы* через 24 ч. С другой стороны, если наряду с п-бензохиноном ( $5 \cdot 10^{-6}$  моль/л) в смеси присутствовал лигнин (1,25 мг/л), то даже спустя 5 сут не наблюдалась иммобилизация клеток.

Химические анализы выявили, что во всех случаях добавление лигнина к растворам п-бензохинона интенсифицировало убыль послед-

него в сопоставлении с контролем. Так, при исходной концентрации  $10^{-4}$  моль/л при экспозиции в течение 1 ч количество п-бензохинона в растворе практически оставалось без изменений. В присутствии же лигнина в концентрации 25 мг/л за это время отмечали убыль п-бензохинона на 15% по сравнению с контролем. Увеличение количества лигнина в смеси до 50, 100, 200 мг/л влекло за собой дальнейшее снижение концентрации п-бензохинона и составляло соответственно 28, 34, 44%. За 2 ч в контроле наблюдали убыль п-бензохинона на 8%, а в присутствии лигнина в концентрации 25 мг/л – на 22%, при содержании лигнина 50 мг/л – на 38%, при увеличении лигнина в смеси до 100 мг/л – на 45%. Дальнейшее увеличение в смеси концентрации лигнина (до 200 мг/л) существенного влияния на убыль п-бензохинона не оказывало.

Таким образом, биологический и химический анализы указывают на то, что лигнинные вещества способны снижать токсичность хинонов, взаимодействуя с последними и таким образом удаляя их из инкубационной среды. По-видимому, указанное обстоятельство является важной причиной, объясняющей более низкую токсичность сточных вод сульфат-целлюлозных предприятий, чем можно было бы ожидать, исходя из токсичности индивидуальных компонентов сброса и принципа аддитивности.

#### Л и т е р а т у р а

1. (С том Д.И.) S t o m D.J. Use of thin-layer and paper chromatography for detection of orto- and para-quinones // Acta hydrochim., hydrobiol. 1975. Bd 3, N 1.
2. (С том Д.И., Тимофеева С.С., Кашина Н.Ф.) S t o m D.J., T i m o f e e v a S.S., K a s h i n a N.F. Methods of analysing quinones and their application in studying of effect of hydrophytes on phenols // Acta hydrochim., hydrobiol. 1980. Bd 3, N 3.
3. (С том Д.И.) S t o m D.J. Effect of polyphenols on shoot and root growth and seed germination // Biol. plant. Acad. sci. bohemosl. 1982. Vol. 24, N 1.
4. С том Д.И., Бапаян А.Э., Кобжицкая Н.З., Кожова О.М. Обездвиживание клеток *Dunaliella salina* как критерий токсического действия // Гидробиол. журн. 1984. Т. 20, № 5.
5. (С том Д.И., Гиль Т.А., Бапаян А.Э.) S t o m D.J., G e e l T.A., B a l a y a n A.E. Effect of individual phenolic compounds and of their in mixtures on luminous bacteria. Pt 1 // Acta hydrochim., hydrobiol. 1986. Bd 14, N 3.
6. (С том Д.И., Гиль Т.А., Бапаян А.Э.) S t o m D.J., G e e l T.A., B a l a y a n A.E. Effect of individual phenolic compounds and of their in mixtures

НИИ биологии при Иркутском университете

УДК 556.551.326.8 (282.252.1)

Д.Н. Ю р ъ е в, С.В. Б е л о ц к и й

## ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО В ЛЕДЯНОМ ПОКРОВЕ Р. АМУР

Льды являются важным звеном, где происходит химическая метаморфизация природных вод. Кроме того, в соленых и пресных водоемах лед может являться субстратом для развития гидробионтов [2, 3], которые в свою очередь оказывают значительное влияние на химизм льда. Если поведение основной части солей в ледяной толще водоемов сейчас в значительной мере изучено, то в отношении характера динамики органических соединений имеются лишь отрывочные данные [1].

Наблюдения проведены в марте-апреле 1987 г. и в январе-апреле 1988 г. на Нижнем Амуре (с. Богородское) и в районе г. Хабаровска. Керны льда отбирали кольцевым буром. Отдельные слои выпиливали из керна, быстро плавили, доводили температуру расплава до 20 °С и определяли биологическую потребность в кислороде (БПК) за несколько сроков по стандартной методике. Поскольку данная работа не ставит целью изучение кинетики БПК, результаты анализа с сокращениями приведены в табл. 1.

Сезонный анализ данных показал четкое возрастание величины БПК в толще льда к концу периода ледостава (табл. 2). Одной из причин этого является развитие „ледовых” водорослей, максимум численности которых отмечается во второй половине марта в нижних слоях льда. Соответственно почти во всех пробах, особенно взятых в марте до начала таяния, величины БПК закономерно возрастали по направлению к нижнему слою льда. Максимальные величины БПК в верхнем слое льда отмечены в период интенсивного таяния снежного покрова (и поверхности льда), в котором, очевидно, содержатся значительные количества органических веществ, особенно вблизи населенных пунктов. В среднем, по нашим данным, БПК в нижнем слое льда в 2 раза выше, чем в верхнем.

Сезонная динамика БПК в подледной воде менее выражена. В весенних пробах речной воды 1988 г. БПК несколько снизилось по сравнению с зимним. В январе-феврале БПК<sub>3</sub> во всех случаях было выше в подледной воде, чем в приводном слое льда, а в марте-апреле наблюдалась обратная картина. В марте-апреле 1987 г. БПК воды превышало эту величину нижнего слоя льда.

Сравнение данных, полученных на двух створах в протоке Амурской, показывает ошутимое превышение величин БПК льда на ниж-

Т а б л и ц а 1

Биохимическое потребление кислорода в расплавах льда  
и в подледной воде р. Амур, мг/л

Место сбора	Дата	Толщина льда, см	Горизонт, см	БПК <sub>3</sub>	БПК <sub>5</sub>
1 9 8 7 г.					
Центральная часть г. Хабаровска (створ Амурского бульвара)	8 III	120	100-110	1,76	2,51
			110-120	2,07	4,45
	18 III	125	Подледная вода	5,70	8,00
			Тот же	-	19,40
В 4 км выше г. Хабаровска	3 IV*	125	0-10	1,58	2,47
			55-65	1,09	2,69
			105-115	1,07	1,04
			115-125	0,49	1,98
			Подледная вода	1,03	1,70
Р. Амур, с. Богородское	31 III	138	0-10	-	0,56
			65-75	-	1,06
			118-128	-	2,33
			128-138	-	3,01
			Подледная вода	-	3,39
1 9 8 8 г.					
Р. Амур, в 4 км выше г. Хабаровска	19 I	100	0-10	0,15	0,30
			90-100	0,01	0,18
			Подледная вода	0,61	1,53
	30 III*	135	0-10	0,64	0,91
			90-100	0,30	0,34
			115-125	0,11	0,67
			125-135	0,20	0,93
Протока Амурская, в 40 км выше г. Хабаровска	27 I	107	Подледная вода	0,36	0,70
			0-10	0,02	0,27
			97-107	0,48	0,61
	25 II	132	Подледная вода	0,90	1,45
			0-10	0,00	0,00
			97-107	0,15	0,03
			112-122	0,00	0,19
122-132	0,20	0,79			
Подледная вода	0,49	1,41			

\* Дата интенсивного таяния льда.

Т а б л и ц а 1 (продолжение)

Место сбора	Дата	Толщина льда, см	Горизонт, см	БПК <sub>3</sub>	БПК <sub>5</sub>
Протока Амурская, в 40 км выше г. Хабаровска	24 III	137	0-10	0,27	0,47
			97-107	0,40	1,40
			117-127	0,29	0,41
			127-137	0,31	1,42
			Подледная вода	0,43	1,12
Центральная часть г. Хабаровска (протока Амурская)	19 I	105	0-10	0,20	0,38
			95-105	0,08	0,41
			Подледная вода	0,72	2,07
	27 I	112	0-10	0,30	0,51
			95-105	0,35	0,82
			105-112	0,20	0,58
			Подледная вода	0,72	1,06
	24 II	137	0-10	0,09	0,68
			95-105	0,16	0,27
			117-127	0,15	0,53
			127-137	0,68	1,08
			Подледная вода	0,52	1,17
	25 III	147	0-10	0,30	0,46
			95-105	0,29	0,67
			127-137	0,50	2,16
			137-147	1,06	5,23
			Подледная вода	0,53	1,42
Р. Амур, с. Богородское	15 II	115	0-10	0,06	0,42
			95-105	0,13	0,29
			105-115	0,00	0,52
			Подледная вода	0,97	1,82
	1 III	127	0-10	0,08	1,01
			95-105	0,37	0,93
			107-117	0,18	0,77
			117-127	0,15	1,29
			Подледная вода	0,24	0,63
	10 IV	144	0-10	0,58	1,20
			100-110	0,64	0,72
			124-134	0,47	0,81
			142-144	1,12	1,48
			Подледная вода	0,22	0,65

П р и м е ч а н и е. За 0 принята поверхность льда.

Т а б л и ц а 2

Отношение средневесенних величин БПК к среднезимним  
и уровня БПК в районе г. Хабаровска и выше города (в скобках)

Горизонт	БПК <sub>1</sub>	БПК <sub>3</sub>
Верхний слой льда	3,08 (2,30)	2,19 (2,20)
Нижний слой льда	2,38 (1,97)	3,45 (2,45)
Средние для толщи льда	2,41 (1,60)	2,70 (2,11)
Подледная вода	0,51 (0,97)	0,60 (0,92)

нем створе, в зоне влияния сточных вод г. Хабаровска (табл. 2); по данным БПК воды – разницы не наблюдается. Аналогичные результаты получены нами по фенолам и хлорофиллу. Максимальные величины БПК воды были получены 8 и 18 марта 1987 г. близ полыни, в месте сброса бытовых сточных вод г. Хабаровска.

### Л и т е р а т у р а

1. И в а н о в А.В. Теория криогенных и гляциогенных гидрохимических процессов // Итоги науки и техники. Гляциология. М., 1987. Т. 5.
2. И в а н о в А.В., Ю р ь е в Д.Н., Л е б е д е в Ю.М. Криоперифитон в ледяном покрове р. Амур // Материалы гляциологических исследований. М., 1987. Вып. 60.
3. М е л ь н и к о в И.А. Экосистема арктического дрейфующего льда // Биология Центрального арктического бассейна. М., 1980.

Вычислительный центр ДВО АН СССР

УДК 574.583(285.2) : 579,68

А.И. К о п ы л о в, И.Н. К р ы л о в а

### СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ПЛАНКТОННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ, АССОЦИИРОВАННЫХ С ЧАСТИЦАМИ ВЗВЕСИ

Детритная микрофлора является важным структурным компонентом пресноводного бактериопланктона. В отечественных исследованиях бактерии на частицах детрита учитываются либо на мембранных фильтрах, окрашенных эритрозином [4], при использовании световой микроскопии [2, 6], либо на ядерных фильтрах, окрашенных флюорохромом акредином оранжевым с применением эпифлюоресцентной



микроскопии [7]. Подсчет бактерий под световым микроскопом особенно на относительно крупных детритных частицах очень затруднен и вызывает много сомнений [3, 5]. Метод эпифлюоресцентной микроскопии [7, 9], обеспечивая четкую видимость бактерий на детрите, до конца не устраняет трудности их счета на частицах взвеси, особенно сильно заселенных микроорганизмами. Кроме того, определенную ошибку в величину численности детритной микрофлоры вносит коэффициент 2, используемый для учета бактерий на невидимой (обратной) стороне детритной частицы [7]. В последние годы многие зарубежные исследователи [8, 10] для более точного определения количества микроорганизмов, обитающих на детритных частицах, в исследуемую пробу воды предварительно добавляют химические вещества, способствующие откреплению бактериальных клеток от субстрата, и затем подвергают ее действию ультразвука, обеспечивающего хорошее диспергирование бактериальных клеток в воде.

В настоящей работе сравнивали метод определения количества детритной микрофлоры по В.И. Харламенко [7] и метод, включающий предварительную обработку проб воды пирофосфатом натрия и ультразвуком. В зависимости от трофности вод объем фильтруемой воды для учета бактерий на детритных частицах составлял 2–10 мл. Для уменьшения размера этих частиц их размельчали.

По второму методу образцы воды (воду с высоким содержанием взвеси разбавляли в 5–10 раз) фиксировали формальдегидом до концентрации 2%, добавляли пирофосфат натрия до концентрации 0,01 моль и инкубировали 20 мин. Затем 50 мл исследуемой воды в течение 30 с подвергали действию ультразвука на установке УЗДп–2Т при уровне мощности 100 Вт. Бактерии подсчитывали на ядерных фильтрах с диаметром пор 0,17 мкм методом эпифлюоресцентной микроскопии с использованием флюорохрома акридина оранжевого [9]. Количество бактерий, связанных со взвешенными частицами, рассчитывали как разницу между общей численностью, определенной в пробах воды методом эпифлюоресцентной микроскопии после воздействия ультразвуком, и количеством одиночных клеток бактерий. В предварительных исследованиях не обнаружилось уменьшения числа одиночных микроорганизмов после воздействия на них ультразвуком указанного уровня мощности. Приведенные в таблицах достоверные интервалы для полученных величин численности бактериопланктона рассчитаны по известной формуле случайной ошибки определения количества клеток неколонизальных видов [1].

В эвтрофных водоемах численность микроорганизмов, определенная методом прямого счета на детритных частицах, была в 1,1–3,9 раза ниже величин, полученных при использовании ультразвука и пирофосфата натрия. Причем разница оказалась тем существеннее, чем больше был размер анализируемых детритных частиц, что, по-видимому, связано с недоучетом клеток бактерий, находящихся внутри детритной массы (табл. 1). Исключением являлся первый опыт, где плотность бактерий на детрите была несколько выше. По-видимому, из-за неравномерного распределения бактерий на видимой и невидимой сторонах относительно небольших частиц, ис-

Т а б л и ц а 1

Численность бактерий, ассоциированных со взвешенными частицами, в эвтрофных водоемах

Место взятия пробы	Количество частиц взвеси, экз./мл	Пределы колебания линейных размеров частиц взвеси, мкм	Численность бактерий			
			в естественной воде		при использовании измельчителя тканей	
			10 <sup>3</sup> кл./мл	% от общего числа	10 <sup>3</sup> кл./мл	% от общего числа
Пруд №1 у пос. Борок	5917±1366	4-16	761±46	25.6	895±65	28.8
Пруд №2 у пос. Борок	15149±3194	4-130	4226±302	55.1	7756±646	69.2
Очистные сооружения пос. Борок	43465±7839	4-190	36067±1147	57.9	49114±1221	65.2
					10 <sup>3</sup> кл./мл	% от общего числа
					888±69	28.7
					9821±967	74.0
					90129±7951	77.5

Т а б л и ц а 2

Численность бактерий, ассоциированных со взвешенными частицами, на ст. Брейтово (Рыбинское водохранилище) в феврале 1988 г.

Горизонт, м	Количество частиц взвеси, экз. /мл	Пределы колебания линейных размеров частиц взвеси, мкм	Численность бактерий			
			метод прямого счета		обработка проб пирофосфатом и ультразвуком	
			10 <sup>3</sup> кл./мл	% от общего числа	10 <sup>3</sup> кл./мл	% от общего числа
0.02	37655±5541	4-120	12338±230	67.1	16084±1594	72.7
0.5	473±149	4-20	55±5	3.5	296±24	16.5
3	710±183	4-37	216±10	15.0	430±44	25.9
6	1262±339	4-16	69±9	5.5	329±29	21.7
8	17041±3279	4-100	4322±127	71.2	5601±520	76.2

пользование коэффициента 2 [7] привело в данном случае к завышению результата.

Оценку плотности эпифитных бактерий проводили в конце августа 1988 г., когда на значительной акватории Рыбинского водохранилища наблюдалось „цветение” синезелеными водорослями *Microcystis* sp. и *Aphanizomenon* sp. Последние образовывали крупные конгломераты, нередко достигавшие в диаметре 1–2 см. Использование указанных методов при учете бактерий, обитавших на *Microcystis* sp., привело к достаточно близким результатам, но обнаружило значительное различие при подсчете микроорганизмов на *Aphanizomenon* sp.

При подсчете бактерий, обитавших на *Microcystis* sp., методами прямого счета и обработки ультразвуком результаты оказались близкими – соответственно  $(22\,072 \pm 2403) \cdot 10^3$  кл./мл, или 63.6% об общего числа, и  $(19\,884 \pm 2851) \cdot 10^3$  кл./мл, или 60.8% общего числа; при подсчете микроорганизмов на *Aphanizomenon* sp. теми же методами обнаружилось значительное различие – соответственно  $(19\,548 \pm 1178) \cdot 10^3$  кл./мл, или 69.1%, и  $(38\,383 \pm 4035) \cdot 10^3$  кл./мл, или 81.4% от общего числа. Повидимому, такое расхождение данных связано с различиями структуры колоний исследуемых водорослей. Первые представляют собой слизистые комки и на фильтрах приобретают вид плоских образований, на которых бактерии хорошо были видны и довольно легко просчитывались. Вторые имеют вид плотных „пучков”, сохраняющих свою структуру при фильтрации, что создавало большие трудности при микроскопировании видимой стороны колонии и, кроме того, значительное количество бактерий, обитающих в толще этих „пучков”, оказывалось невидимым для наблюдателя.

Величины численности бактерий, ассоциированных с детритными частицами взвеси, в толще воды Рыбинского водохранилища в подледный период, полученные при использовании пирофосфата натрия и ультразвука, оказывались в 1.3–5.4 раза выше таковых, обнаруженных прямым счетом на детритных частицах (табл. 2). Причем наибольшие различия были характерны для горизонтов 0.5 и 6 м, прилегающих к слоям воды с повышенным содержанием взвеси. Следует отметить, что при исследовании придонной и непосредственно подледной воды разными методами использовали равные небольшие объемы (2–5 мл), тогда как для остальных горизонтов ультразвуковой обработке подвергали 50–100 мл, а для подсчета микроорганизмов на детритных частицах взвеси профильтровывали 10 мл воды. Подробное микроскопирование показало, что при относительно низком содержании на этих горизонтах мелкодисперсных детритных частиц, заселенных бактериями, присутствие в образцах воды, подвергаемых действию ультразвука, единичных экземпляров крупных частиц взвеси с богатой микрофлорой существенно влияло на разницу в результатах, полученных сравниваемыми методами. Таким образом, возможность диспергирования бактерий ультразвуком в больших объемах воды позволяет более полно учитывать количество микроорганизмов, связанных с детритом.

Проведенное исследование свидетельствует, что предварительная обработка опытных образцов воды пирофосфатом натрия и ультразвуком и последующий подсчет бактерий на ядерных фильтрах с помощью эпифлуоресцентной микроскопии позволяют за короткое время получать более репрезентативные данные о численности микроорганизмов, ассоциированных с частицами взвеси, чем метод прямого счета бактерий на видимой стороне взвешенных частиц.

### Л и т е р а т у р а

1. В е д е р н и к о в В.И., М и к а э л я н А.С. Количественный учет морского фитопланктона с использованием ядерных фильтров // Океанология. 1981. Т. 21, № 5.
2. И н к и н а Г.А. Бактерии, ассоциированные с частицами взвеси, и бактериальные микроколонии в воде озер // Продукционно-гидробиологические исследования водных экосистем. Л., 1987.
3. К о ж о в а О.М., М а м о н т о в а Л.М. Бактериопланктон ангарских водохранилищ и статистические методы его анализа. Л., 1979.
4. Р а з у м о в А.С. Прямой метод учета бактерий в воде: Сравнение его с методом Коха // Микробиология. 1932. Т. 1, № 2.
5. Р о м а н е н к о В.И. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. Л., 1985.
6. С п и г л а з о в Л.П. Агрегированность бактерий в воде Байкала // Микроорганизмы в экосистемах озер и водохранилищ. Новосибирск, 1985.
7. Х а р л а м е н к о В.И. Определение численности и биомассы водных бактерий эпифлуоресцентным методом с использованием отечественных ядерных микрофильтров // Микробиология. 1984. Т. 53, № 1.
8. A l b r i g h t L.J., M c C r a e S.K., M a y B.E. Attached and free-floating bacterioplankton in Howe Sound, British Columbia, a coastal marine fjord-embayment // Appl., Environ. Microbiol. 1986. Vol. 51, N 3.
9. H o b b i e J.E., D a l e y R.J., J a s p e r S. Use of nucleopore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy // Appl., Environ. Microbiol. 1977. Vol. 33, N 5.
10. V e l j i M.I., A l b r i g h t L.J. Microscopic enumeration of attached marine bacteria of seawater, marine sediment, fecal matter, and kelp samples following pyrophosphate and ultrasound treatments // Canad. J. Microbiol. 1986. Vol. 32, N 2.

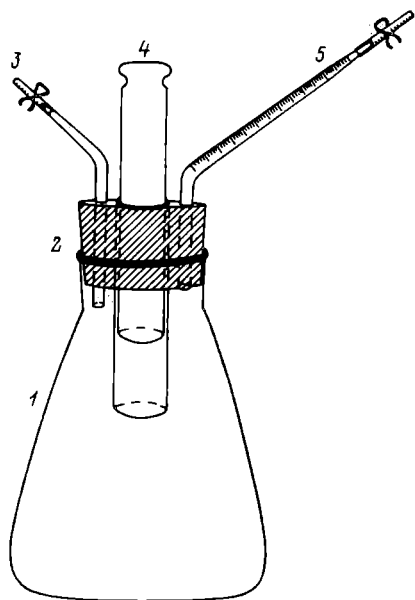
В.И. Романенко

ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БИОГАЗОВ  
В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДОЕМОВ

В донных отложениях водоемов постоянно присутствуют газообразные продукты метаболизма микроорганизмов: метан, водород, азот, углекислота и др. Впервые на выделение „горючего газа“ со дна водоемов обратил внимание итальянский физик Александр Вольта в 1777 г. [1, 6]. На бактериальное происхождение метана указал ученик Пастера Бешамп в 1868 г. [6]. В дальнейшем газоотделение из донных отложений изучалось многими исследователями [2-5].

Кояма [7] предложил оригинальный аппарат для извлечения газов из илов, основанный на вымывании их током углекислоты, образующейся под воздействием кислоты из мрамора.

Нами был сделан простой прибор (см. рисунок), позволяющий отбирать мягкие грунты из стратометра или дночерпателя и определять в них объем газовой фазы. Основу прибора составляет колба (1) объемом 300 мл с широкой горловиной под пробку (2) диаметром 45 мм. Снизу и сверху пробку обрезали, чтобы уменьшить ее толщину до 2,3 мм. Дыроколом в ней высверливали 3 отверстия: одно диаметром 19 мм и два по 6 мм. В большое отверстие вставляли медицинский шприц (4) объемом 10 мл. Предварительно его нижнюю металлическую часть снимали. Для этого достаточно было прогреть шприц на пламени горелки, чтобы расплавилось олово, удерживающее наколник на стеклянной трубке. В одно малое отверстие вставляли микробиологическую пипетку объемом 2 мл с делениями для измерения объема газа (5). Кончик ее, входящий в нижнюю часть пробки, слегка развальцовывали на пламени горелки и затем заделывали заподлицо в пробку, внешний конец загибали почти под прямым углом. Во второе отверстие вставляли отрезок микропипетки (3), верхний конец которой был слегка загнут для удобства при работе, а нижний выступал на 1 см от пробки, чтобы



Прибор для определения газов в донных отложениях.

Содержание газов в донных отложениях  
Рыбинского водохранилища (июнь, 1986 г.)

Станция, горизонт отбора проб	Донные отложения	Содержание газа, мл/л ила
Контроль	Рапа	10
Горькая соль	Глинистый ил, вверху темно-серый наилок, внизу почва	48
Разрез мыс Центральный-Гаютино	Серый ил (колонка газирует)	150
	Тот же	190
	Переходный ил с песком	12
	Торфянистый ил	60
О-в Луковец	Серый ил	5
Р. Серовка:		
0-5 см	Черный ил с мазутом	50
4-10 см	Тот же	210
Р. Кошта при впадении в р. Шексну (левая пойма)	Вверху буроватый наилок, внизу голубовато-серая почва	10
О-в Карагач:		
0-5 см	Серый ил до 20-25 см, вверху тонкий наилок	0
5-10 см	Тот же	80

газы не могли попасть в эту пипетку. На оба внешних конца трубочек надевали кусочки вакуумного шланга длиной 3 см, перекрывающие зажимом Мора.

Процедура определения количества газа в илу состояла в следующем. Ил из водохранилища отбирали трубчатым стратометром и продвигали до верхнего уреза трубки. Вмонтированный в пробку шприц медленно погружали в ил, при этом перемещая поршень так, чтобы он был полностью заполнен илом. Предварительно в колбу наливали 20 %-ный раствор хлористого натрия, перед этим прокипяченного и остуженного до комнатной температуры. Как известно, в рассолах растворимость газов намного меньше, чем в опресненной воде. На дно колбы помещали отрезок железной проволоки, запаянный в стеклянную трубку для электромагнитного перемешивания. При открытых зажимах на трубках 3 и 5 пробку вводили в колбу с раствором соли, затем зажим на трубке 5 закрывали и медленно поршнем выталкивали содержимое шприца в колбу и зажимом закрывали трубку 3. Колбу помещали на электромагнитную мешалку на 30-60 с, после чего снимали и отстаивали ил в течение 1 ч. Высвободившийся газ собирался в верхней части кол-

бы под пробкой. В пипетку объемом 5 мл набирали рассол и кончик ее вводили в резиновый шланг пипетки 3. Осторожно при открытых зажимах на обеих трубках через пипетку 3 вводили рассол таким образом, чтобы газ из-под пробки выходил в трубку 5. Объем его измеряли согласно делениям. Если газа в пробе более 1 мл, то, наклоняя колбу, можно измерить объем газа в 2 или 3 приема, попеременно пуская в трубку 5 то газ, то рассол. Для анализа состава газа к трубке 5 подсоединяли ниппельный шланг, наполненный рассолом, и через него газ перегоняли в пенициллиновую склянку под слой рапы, склянку закрывали тонкой пробкой и закрепляли заворачивающимся зажимом. Отсюда газ отбирали на хроматограф. Параллельно ставили контроль без ила.

Анализы газа были проведены на 11 станциях Рыбинского водохранилища. Общее его количество колебалось от следовых величин до 210 мл. Больше всего газа наблюдалось в серых и черных илах с богатым содержанием органического вещества по затопленным руслам рек, меньше всего – в плотных и песчаных почвах (см. таблицу). На глубине 10 см от поверхности газов всегда было больше, чем в самом поверхностном слое.

В среднем по всем станциям содержание газов равнялось 74 мл/л ила, что в расчете до глубины 10 см составляет  $7.4 \text{ л/м}^2$  поверхности грунта.

Таким образом, описанный способ может быть использован для определения содержания газов в донных отложениях при работе на экспедиционных судах. Объем шприца можно увеличить и определять газ в илах олиготрофных водоемов.

#### Л и т е р а т у р а

1. Б у т к е в и ч В.С. К вопросу об использовании микроорганизмов в целях разведки на природные углеводородные газы и на связанные с ними отложения нефти // Избр. труды. М., 1953. Т.2.
2. К у з н е ц о в С.И., К у з н е ц о в а З.И. Бактериологические и химические исследования озерных илов в связи с донным газоотделением // Тр. лимнол. станции в Косине. М., 1935. Вып. 19.
3. О м е л я н с к и й В.Л. О выделении метана в природе при биологических процессах // Избр. труды. М., 1953. Т. 1.
4. О м е л я н с к и й В.Л. О целлюлозном брожении // Избр. труды. М., 1953. Т. 1.
5. Р о с с о л и м о Л.Л. Явления газоотделения на Белом озере в Косине // Тр. Лимнол. станции в Косине. М., 1932. Вып. 15.
6. В a r h e r H.A. Bacterial fermentation. New York, 1956.
7. К о у а м а Т. Measurement and analysis of gases in sediments // J. Earth Sci. Nagoya Univ. 1953. Vol. 1, N 2.

Х Международным симпозиум по хирономидам (Н.А.Шобанов, Н.А.Петрова) . . . . .	3
СООБЩЕНИЯ	
Л а п т е в а Н.А., С в и с т у н о в а Т.И. Формы микроорганизмов в соленых озерах Крыма . . . . .	7
Б у т о р и н А.Н. Сезонная динамика численности и активности бактерий в поверхностной пленке илов озер Северо-Двинской системы . . . . .	14
С о л н ц е в а И.О., В и н о г р а д о в а Г.И. Сезонные исследования дрожжевой флоры воды и рыб в Рыбинском водохранилище . . . . .	17
К о р н е в а Л.Г. Горизонтальная структура фитопланктона Рыбинского водохранилища в летний период . . . . .	22
Г е н к а л С.И., П о п о в с к а я Г.И. Новый представитель рода <i>Stephanodiscus</i> Ehr. ( <i>S. binderanus</i> (Kütz.) Krieg. var. <i>baicalensis</i> Popovsk. et Genkal var. nov.) . . . . .	27
Н и к у л и н а В.Н., Г е н к а л С.И. <i>Skeletonema subsalsum</i> — доминирующий вид фитопланктона эстуария р. Невы . . . . .	31
С а д ч и к о в А.П., К у л и к о в А.С. Прижизненное выделение растворенного органического вещества фитопланктоном Можайского водохранилища и его утилизация бактериальным сообществом . . . . .	34
М ы л ь н и к о в А.П. Строение клеток жгутиконосца <i>Cercomonas marina</i> . . . . .	37
М ы л ь н и к о в а З.М. Планктонные инфузории волжских водохранилищ . . . . .	41
В е х о в Н.В. <i>Anostraca</i> и <i>Notostraca</i> водоемов арктических пустынь и островных участков арктических тундр Евразии . . . . .	44
Б а б к и н а Н.Л. Плотва Морозского озера: Сообщение 2. Анализ изменчивости числа позвонков и особенностей строения каналов сейсмодатированной системы в ряду поколений и у разных полов . . . . .	47
М а р т ы н о в А.С., Я с о в е е в Р.Г. Изменение уровня глюкозы в плазме крови карпа в зависимости от солености среды . . . . .	50
Н и к а н о р о в Ю.И., Е ф и м о в а Т.А., Г у р о в В.П., С а п п о Л.М. Брикетские карьеры и перспективы их рыбохозяйственного использования . . . . .	52
К р и в е н к о В.В., Г и н о в к е р А.Г. Некоторые особенности адаптации яиц <i>Opisthorchis felinus</i> (Rivolta, 1884) к обитанию в водной среде . . . . .	56
Л и т в и н о в А.С., Я с о в е е в Р.Г. О короткопериодных колебаниях температуры воды в Рыбинском водохранилище . . . . .	59
Р о щ у п к о В.Ф. Гидрологическая характеристика Шекснинского плёса Рыбинского водохранилища . . . . .	62
М е н ь ш и к о в а О.А., Б а л а я н А.Э., С т о м Д.И. Токсикометрический анализ смеси п-бензохинона и диглина . . . . .	66
Ю р ь е в Д.Н., Б е л о ц к и й С.В. Органическое вещество в ледяном покрове р. Амур . . . . .	68
К о п ы л о в А.И., К р ы л о в а И.Н. Сравнение методов определения численности планктонных микроорганизмов, ассоциированных с частицами взвеси . . . . .	71
Р о м а н е н к о В.И. Прибор для определения биогазов в донных отложениях водоемов . . . . .	76



## INFORMATION

X International Symposium on Chironomidae . . . . .	3
(N.A. Shobanov, N.A. Petrova) . . . . .	
ARTICLES	
Laptev A.N., Svistunov T.I. Forms of micro-organisms in saline lakes of the Crimea . . . . .	7
Butorin A.N. Seasonal dynamics of bacteria abundance and activity in surface film of silts of lakes in the North Dvina system . . . . .	14
Solntseva I.O., Vinogradova G.I. Seasonal investigations of the yeast flora of water and fishes in the Rybinsk reservoir . . . . .	17
Korneva L.G. Horizontal structure of phytoplankton in the Rybinsk reservoir during the summer period . . . . .	22
Genkal S.I., Popovskaya G.I. A new representative of genus <i>Stephanodiscus</i> Ehr. ( <i>S. binderanus</i> (Kütz.) Krieg, var. <i>beicalensis</i> Popovsk. et Genkal var. nov.) . . . . .	27
Nikulina V.N., Genkal S.I. <i>Skeletonema subsalsum</i> - a dominant species of phytocenosis in the estuary of the Neva river . . . . .	31
Sadchikov A.P., Kulikov A.S. Excretion of organic solutes by phytoplankton of the Mozhaik reservoir during its life period and their utilization by bacterial community . . . . .	34
Mylnikov A.P. Cell texture of flagellate <i>Cercomonas marina</i> . . . . .	37
Mylnikova Z.M. Plankton infusoria of the Volga reservoirs . . . . .	41
Vechkov N.V. Anostraca and Notostraca in reservoirs of the arctic wastes and insular areas of the arctic tundra of Eurasia . . . . .	44
Babkin A.N.L. Roach of the Morotsk lake: Communication 2. Analysis of variability of vertebrae number and peculiarities of canal structure of seismosensory system in a number of generations and various sexes . . . . .	47
Martemyanov V.I. Variation of glucose level in blood plasma of carp depending on the medium salinity . . . . .	50
Nikanorov Yu.I., Efimova T.A., Gurov V.P., Sappo L.M. Briquette quarries and perspectives of their use for commercial fishing . . . . .	52
Krivenko V.V., Ginovker A.G. Some peculiarities of <i>Opisthorchis felinus</i> (Rivolta, 1884) eggs adaptation to the aquatic medium . . . . .	56
Litvinov A.S., Yasoveev R.G. On short-period fluctuations of water temperature in the Rybinsk reservoir . . . . .	59
Roschupko V.F. Hydrological characteristics of the Sheksna reach of the Rybinsk reservoir . . . . .	62
Menshikova O.A., Balayan A.E., Stom D.I. Toxicometrical analysis of benzoquinone and lignin mixture . . . . .	66
Yuriev D.N., Belotckiy S.V. Organic matter in the ice cover of the Amur river . . . . .	68
Kopylov A.I., Krylov I.N. Comparison of the methods for determination of plankton microorganisms abundance associated with suspension particles . . . . .	71
Romanenko V.I. The device for determination of biogases in bottom sediments of reservoirs . . . . .	76