

ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

43

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ

ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 43



ЛЕНИНГРАД

«НАУКА»

ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

1979

Бюллетень включает оригинальные сообщения по флоре и фауне внутренних водоемов. Рассматриваются вопросы физиологии, систематики, экологии и этологии гидробионтов. Отдельные сообщения содержат материалы по гидролого-гидрохимическому режиму водохранилищ. Рассчитан на специалистов широкого профиля, работающих в области гидробиологии, ихтиологии и гидрохимии внутренних вод.

О т в е т с т в е н н ы й р е д а к т о р
Доктор биол. наук В.Н. ЯКОВЛЕВ

О ПРОВЕДЕНИИ ПЕРВОЙ ШКОЛЫ-СЕМИНАРА ПО ИХТИОПАРАЗИТОЛОГИИ

С 24 мая по 5 июня 1978 г. в Институте биологии внутренних вод АН СССР состоялась первая всесоюзная школа-семинар молодых ихтиопаразитологов. Школа была организована Институтом биологии внутренних вод АН СССР, Ихтиологической комиссией Минрыбхоза СССР и Зоологическим институтом АН СССР. В работе школы-семинара приняли участие 32 молодых ихтиопаразитолога из 22 городов страны. Это были сотрудники институтов АН СССР, ряда академий союзных республик (Литовской, Эстонской, Украинской, Киргизской, Армянской, Азербайджанской, Сибирского отделения АН СССР, Бурятского филиала Сибирского отделения АН СССР), рыбохозяйственных институтов Минрыбхоза СССР и Минрыбхоза РСФСР, а также из ихтиопатологической службы Минрыбхоза СССР.

Программа семинара, составленная оргкомитетом, включала главным образом вопросы методического характера.

Занятия школы-семинара открылись вступительным словом И.Е. Быховской-Павловской, автором методического пособия „Паразитологическое исследование рыб“, выдержавшего 2 издания и ставшего библиографической редкостью. Лекция О.Н. Бауера была посвящена современному состоянию ихтиопаразитологии в СССР и за рубежом. Несколько практических занятий было посвящено методике полного паразитологического вскрытия рыб и фиксации собранного материала (О.Н. Юнчис), методике сбора, обработки и определения простейших, моногеней, метацеркарий трематод (С.С. Шульман, А.В. Гусев, Н.А. Изюмова, А.А. Шигин).

Специальные лекции методического характера прочитаны А.М. Лопухиной и О.Н. Бауером: „Методика определения смертности молодых рыб, вызываемой паразитами“, „Статистическая обработка паразитологических данных“, „Методика определения паразитологической ситуации водоема“. Лекцию „Современная микроскопическая техника, ее возможности и использование в ихтиопаразитологических исследованиях“ прочитал Б.И. Куперман.

Слушатели школы-семинара познакомились с экспериментальной базой института и некоторыми лабораториями, работали со специальной литературой в библиотеке, получали дополнительные консультации у специалистов.

Кроме предусмотренных программой слушателям школы-семинара были прочитаны лекции С.С. Шульманом о сущности паразитизма и О.Н. Бауером о вирусных заболеваниях рыб.

В свободное от занятий время проводились экскурсии в дом-музей Н.А. Морозова и на экспедиционном судне „Академик Топчиев“ на Угличское водохранилище. Б.И. Куперман организовал вечер отдыха в молодежном кафе, где А.В. Монахов поделился своими впечатлениями о пребывании в Судане в составе экспедиции, посвященной рыбохозяйственному исследованию Нила. Все участники школы проявили большое усердие, трудолюбие и интерес к практическим занятиям и лекциям.

На заключительном занятии было отмечено, что первая школа-семинар молодых ихтиопаразитологов прошла успешно. Полученные знания будут способствовать повышению как эффективности и качества ихтиопаразитологических исследований, так и унификации используемых в ихтиопаразитологии методов.

В принятом постановлении указана целесообразность введения в практику подобных методических школ, высказано пожелание опубликовать 3-е издание книги И.Е. Быховской-Павловской „Паразитологическое исследование рыб“ и подготовить коллективное методическое руководство по ихтиопаразитологическим исследованиям. Все участники школы-семинара выразили благодарность дирекции Института биологии внутренних вод АН СССР, сотрудникам лаборатории физиологии и паразитологии, учреждениям-организаторам за хорошую подготовку и проведение школы, а также всем ее преподавателям, поделившимся своими знаниями с ее участниками.

Н.А. Иаюмова

О ФОТОМЕТРИИ РЕГИСТРИРУЮЩИХ СТРУКТУР РЫБ

Изучению регистрирующих структур рыб (чешуи, костей, отолитов) уделяется большое внимание в связи с тем, что в них содержится информация об особенностях роста и возрасте особей. В настоящее время широко используется наиболее простой и доступный визуальный анализ, обладающий рядом недостатков.

Из различных аппаратурных способов преобразования информации, содержащейся в регистрирующих структурах, все большее распространение получает фотометрия, предложенная Т.Ишихарой для описания оптической структуры срезов ушных пробок усатых китов, М.В. Миной – для анализа шлифов отолитов трески, Р.Майором, К.Мошером и И.Мейсоном, А.И. Гончаровым и М.М. Сметаниным – склеритной структуры чешуи. Это обусловлено относительно высокой точностью и детальностью информации, получаемой с помощью фотометрии, хотя в ряде случаев определенные преимущества имеют другие методы, например профилометрия.

Информация об изменении оптической плотности регистрирующих структур рыб используется для определения параметров ритмов, моделирования полиритмического роста, дифференциации территориальных группировок, усовершенствования методики определения возраста.

Обработка микрофотограмм производится, как правило, с использованием полуавтоматических и автоматических устройств. В кривых оптической плотности наряду с общими закономерностями присутствуют и сильные флуктуации. Наиболее адекватной моделью получаемых реализаций служит модель нестационарного случайного процесса. Учитывая, что общей теории анализа нестационарных процессов пока не создано, при изучении вариаций оптической плотности используются частные случаи.

К настоящему времени работы по фотометрии регистрирующих структур рыб в нашей стране и за рубежом представлены следующими основными публикациями.

1. А п с Р.А. К определению возраста балтийского шпрота по отолитам. – Рыбн.хоз-во, 1977, № 8, с.21-22.
2. В а с и л ь к о в В.П. Регистрационные свойства чешуи новозеландского джакаса – *Cheilodactylus Macropterus* (Bloch et Schneider) – и их использование для получения информации о ритмах роста. – Вопр.ихтиол., 1977, т.17, вып.3(104), с.429-436.
3. В а с и л ь к о в В.П., Б о р е ц Л.А. Определение возраста кабан-рыбы методом спектрально-фотометрического анализа структуры чешуи. – Биол. моря, 1978, № 1, с.79-83.
4. Г о н ч а р о в А.И., С м е т а н и н М.М. Способ объективного определения возраста и изучения роста рыб по чешуе. – Информ.бюл. „Биол. внутр.вод“, 1974, № 22, с.63-67.
5. М и н а М.В. О разработке метода объективной оценки структуры зон на отолитах рыб. – Вопр.ихтиол., 1965, т.5, вып.4(37), с.732-735.
6. М и н а М.В. Отолит как регистрирующая структура (опыт исследования зависимости между характером строения отолита трески и особенностями экологии популяции). – Автореф.канд. дис.М., 1967, 13 с.
7. М и н а М.В. Рост рыб (методы исследования в природных популяциях). – В кн.: Рост животных. Зоология позвоночных. Итоги науки и техники. М., 1973, т.4, с.68-115.
8. М и н а М.В., К л е в е з а л ь Г.А. Принципы исследования регистрирующих структур. – Усп.совр.биол., 1970, т.70, вып.3(6), с.341-352.
9. М и н а М.В., Т о к а р е в а Г.И. О структуре отолитов трески *Gadus morhua callarias* Linne юго-восточной части Балтийского моря. – Вопр.ихтиол., 1967, т.7, вып.2, с.326-337.
10. П о д д у б н ы й А.Г., Г о н ч а р о в А.И., С м е т а н и н М.М. Спектрально-корреляционный метод определения возраста и роста рыб с циклоидной чешуей. – В кн.: Типовые

методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс, 1976, ч.2, с.38-45.

11. С м е т а н и н М.М. К математическому анализу изменений оптической плотности чешуи рыб. - Информ.бюл. „Биол.внутр.вод“, 1976, № 31, с.66-69.
12. С м е т а н и н а Т.Л., С м е т а н и н М.М., Г о н ч а р о в А.И. К автоматизации обработки информации о склеритной структуре чешуи рыб. - Информ.бюл. „Биол.внутр.вод“, 1975, № 28, с.61-63.
13. Т е р с к о в И.А., В а г а н о в Е.А., С п и р о в В.В. Микрофотометрический анализ чешуи некоторых пресноводных рыб. - Изв.Сиб.отд-ния АН СССР, сер.биол.наук, 1976, № 10, вып.2, с.121-128.
14. G o n c h a r o v A.I., S m e t a n i n M.M. A possible method for objective determination of the age and for fish growth studies by scale analysis. - Congr.Europaeus Ichthyologorum, Sarajevo, 1973, p.50-51.
15. I c h i h a r a T. Photometric method for counting laminae in earplug of baleen whale. - Sci.Rep.whales. Rest.Inst., Tokyo, 1963, N 17, p.37-48.
16. K u r o k i T., K u u s c h i n K., K a w a s c h i m a R., S a t o O. A trial setup of the semiautomatic scale reading recorder. - Bull.Fac. Fish Hokkaido Univ., 1965, vol.19 (N 2), p.83-113.
17. M a j o r R.E., M o s h e r K.H., M a s o n J.E. Identification of stoks of pacific salmon by means of scale features the stock concept in pacific salmon. - In: H.R. Macmillan lectures in fisheries. Univ.Brit.Columbia, Vancouver, 1972, p.209-231.
18. M a s o n J.E. A semi-automatic machine for counting and measuring circuli on fish scales. - The Proceedings of an International symposium on the ageing of fish, 19-20 Juli, Reading, 1973, p.103-107.
19. V a n U t r e c h t W.L. Some adventures with scales. - Proc.6th Br. Coarse Fish.Conf.Liverpool, 1973, p.203-205.
20. V a n U t r e c h t W.L., S c h e n k k a n E.Y. On the analysis of the periodity in the growth of scales, werterbrate and other hard structures in a teleost. - Aquacult., Amsterdam, 1972, vol.1(3), p.293-316.

М.М. Сметанин, А.Н. Касьянов

УДК 581.526.38

Е.А. К л ю к и н а

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ПРОДУКЦИЯ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НЕКОТОРЫХ ОЗЕР СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ КАРЕЛИИ

Исследования высшей водной растительности на озерах Каменное, Лувозеро и Кимас (район костомукшского железорудного месторождения) проведены впервые в 1973 и 1974 гг. Есть отдельные сведения, касающиеся видового состава [2].

Работы велись по общепринятой в геоботанике методике [1], определялись видовой состав растительности, степень зарастания озер, химический состав доминирующих видов и их продукция.

Водоемы находятся на западе средней Карелии (бассейн р.Каменной), образуя цепь озер, соединенных речными участками. Они имеют вытянутую рассеченную форму. Вода характеризуется слабой минерализацией и почти нейтральной реакцией. В озерах, лежащих в нижнем течении р.Каменной, увеличивается эвтрофикация.

Различие трофности озер, размеров площади мелководий (до 2 м) и изрезанности береговой линии обуславливают степень развития высшей водной растительности (от 1.2% на оз.Каменном до 12% на оз.Кимас). Некоторое влияние на развитие растительности оказывает характер водосборных бассейнов, который определяется структурой озер и объемом водных масс, поступающих с бассейна в водоемы, что характеризуется коэффициентом условного водообмена (табл.1).

В большей степени влияние бассейна сказывается на отчлененных участках (губах и заливах), где создается особый режим. На таких участках преимущественно и развиваются водные растения.

Флористический состав макрофитов этих водоемов представлен 47 видами, относящимися к 19 семействам. Они образуют 3 экологические группы: истинно-водные (гидатофиты), воздушно-водные (гидрофиты), растения влажных мест обитания (гигрофиты). При сравнении флоры озер Каменного и Лувозера отмечен довольно высокий (79) коэффициент общности (по Жакару).

В озерах доминируют формации тростника, хвоща, камыша, кубышки, рдестов и ежеголовника.

Оз.Каменное – самое крупное и глубокое, имеет высокие берега и узкую литораль с крутыми подводными склонами (табл.1).

Т а б л и ц а 1

Морфометрическая и гидрологическая характеристика озер [2]

Озеро	Площадь, км ²	Площадь водной поверх- ности, км ²	Объем, млн.м ³	Средняя глубина, м	Площадь литора- льной зоны 0- 2 м, %	Площадь водосбо- ра, км ²	Кoeffи- циент условного водообме- на
Каменное	105.50	95.52	767.20	8.0	13	652.9	0.34
Лувозеро	13.80	13.36	76.39	5.7	20	1266.1	6.5
Кимас	38.42	33.86	127.00	3.3	27	2458.9	7.1

Высшая водная растительность развита слабо. Заросли отмечены в верховьях губ и заливов. Ими покрыто 110 га, что составляет 1.2% водной поверхности водоема. Макрофиты распространены вдоль берега полосой в 5-10 м до глубины 1.6 м. Местами ширина зарослей увеличивается до 20-30 м, а в верховьях бухт до 100 м и более. Обнаружено 33 вида растений. Самыми распространенными в фитоценозах являются тростник (41% общей площади зарослей), хвощ (15%) и кубышка (16%). Широкое распространение имеют ассоциации ежеголовника, рдестов и лобелии Дортманна. Реже встречаются камыш, ситняг, уруть и лютик.

Основной фон зарослей создают полупогруженные растения (табл.2).

В губах и заливах макрофиты развиты неодинаково; площади, покрытые ими, составляют от 1.4 до 3.7%. Наиболее развита водная растительность в Нильма губе и Камалакте.

Лувозеро расположено ниже по течению р.Каменной, вытекающей из южной части оз.Каменного. Это наименьшее по площади и среднее по глубине озеро (табл.1). Высшая водная растительность здесь развита в большей степени, чем в оз.Каменном. Распространена она на глубинах до 2 м, преимущественно в мелководной западной части озера: в северном заливе, у рр.Контотки и Каменная, в бухтах, расположенных вдоль западного берега, и среди архипелага островов в районе бывшей дер.Лувозеро. Менее развита растительность в средней части озера и очень слабо в восточной. Ширина полосы зарослей зависит от характера подводного склона, изменяясь от 3-5 до 20-30 м, а в бухтах и приустьевых участках возрастает до 100 м и более.

В Лувозере обнаружено 38 видов растений, доминируют те же виды, что и в оз.Каменном. Наиболее широкое распространение имеют формации тростника (25% общей площади зарослей), хвоща и ежеголовника (по 13%), кубышки (16%), рдеста плавающего (15%), лобелии Дортманна (8%) и т.д.

Т а б л и ц а 2

Геоботаническая характеристика озер

Озеро	Число видов	Общая протяженность полос прибрежных зарослей, %	Площадь зарослей макрофитов		в том числе, %		
			га	%	погруженные в воду	с плавающими на воде листьями	полупогруженные
Каменное	33	42	110	1.2	3	26	71
Лувозеро	35	44	60	4.2	10	38	52
Кимас	17	70	450	12.0	6	11	83

Оз.Кимас расположено еще ниже по течению р.Каменной. Это наиболее изрезанное и мелководное озеро (табл.1), имеет хорошо развитую литораль с песчано-глинистыми и илистыми грунтами. Здесь наиболее благоприятные условия для развития водной растительности. Значительная часть берега (70%) окаймлена почти сплошной (20-50 м) полосой растительных сообществ. Местами ширина их достигает 150-200 м и более. Самое большое развитие получили макрофиты в хорошо прогреваемых затишных участках губ и заливов. Общая площадь зарослей оз.Кимас составляет 450 га, или 12 %. Доминирует формация тростника (68%), широко распространены растительные сообщества хвоща, камыша, кубышки, реже ежеголовника, урути, стрелолиста и др. Значительная часть дна покрыта шилией озерной (*Isoetes lacustris* L.).

Для оценки роли макрофитов в круговороте веществ по 40 укосам, взятым в период наибольшего развития растений, определены фитомасса и химический состав у наиболее распространенных видов водных растений оз.Каменного и Лувозера. Химический анализ выполнен Центральной химической лабораторией Эстонского научно-исследовательского института земледелия и мелиорации (% от воздушно-сухого вещества). В 1974 г. в период исследований на оз.Кимас было взято 16 укосов на фитомассу.

При сравнении фитомассы оз.Каменного, Лувозера и оз.Кимас отмечено, что в 2 последних она близка, на оз.Каменном значительно ниже в результате разреженности зарослей. Годовая продукция макрофитов, подсчитанная по И.М. Распопову [3], составляет на оз.Каменном 76 т, на Лувозере 96 т, на оз.Кимас 762 т воздушно-сухого вещества. В пересчете на единицу площади водоема она соответственно равна 0.5, 6.0 и 18 г/м². Основными продуцентами на всех водоемах являются полупогруженные растения, главным образом тростник; на оз.Каменном он составляет 55%, на Лувозере 42%, на оз.Кимас 80% годовой фитопродукции.

Т а б л и ц а 3

Продуцирование надземной частью водных растений, Σ кг

Озеро	Площадь зарослей, га	N	CaO	K ₂ O	P ₂ O ₅	S	Mg
Каменное	110	798	598	1233	384	57	98
Лувозеро	60	1151	744	1317	316	48	157

Химический анализ водных растений свидетельствует о том, что в растениях с плавающими листьями содержится больше жира, протеина и зольных веществ, чем в погруженных. Жиром наиболее богаты рдест плавающий (5.0% от воздушно-сухого веса), ежеголовник, кубышка (4.2), стрелолист (3.8); протеином - кубышка (17.85), ежеголовник (14.35); фосфором (в форме P₂O₅) - стрелолист (1.0), ежеголовник, кубышка (0.8); кальцием (CaO) - кубышка (2.1), кувшинка, хвощ (1.5); калием (K₂O) - стрелолист (4.7), ежеголовник (5.5), хвощ (3.7); магнием (Mg) - стрелолист, ежеголовник, рдест плавающий (0.4); серой (S) - ежеголовник, хвощ, камыш (0.21-0.24). В тростнике обнаружено самое большое количество клетчатки (41.4), необходимое для построения стебля и листьев, и очень мало протеина (4.4), золь (3.5), фосфора (0.17), калия (0.45), кальция (0.22), магния (0.05), серы (0.04).

Используя данные химического анализа водных растений и запасов фитомассы, удалось оценить роль макрофитов в балансе органических и минеральных веществ исследуемых водоемов. Надземной частью водных растений ежегодно продуцируется значительное количество химических элементов (табл.3).

Подобные расчеты продуцирования макрофитов Угличского водохранилища выполнялись сотрудниками Института биологии внутренних вод АН СССР [4].

При вычислении продукции на единицу площади водоема оказалось, что водные растения Лувозера накапливают в 6 раз больше фосфора и серы, в 8 раз калия и кальция и в 10 раз азота и магния.

Таким образом, с увеличением площади мелководья и эвтрофикации водоемов возрастают степень их зарастания и продуктивность макрофитов.

Л и т е р а т у р а

1. К а т а н с к а я В.М. Методика исследования высшей водной растительности. - В кн.: Жизнь пресных вод СССР. М., Л., 1956, т.4, с.160-182.

2. Л а з а р е в с к а я Н.М., П о п е н к о Л.К. Озера бассейна р.Каменной – Каменное, Лувозеро, Кимас. – Матер.по гидрол. (лимнол.) Карелии, Петрозаводск, 1959, с.18–23.
3. Р а с п о п о в И.М. Фитомасса и продукция макрофитов Онежского озера. – В кн.: Микробиология и первичная продукция Онежского озера. Л., 1973, с.123–143.
4. Э к з е р ц е в В.А., Л и с и ц ы н а Л.И., Д о в б н я И.В. Флористический состав и продукция водной растительности Угличского водохранилища. – В кн.: Флора, фауна и микроорганизмы Волги. Рыбинск, 1974, с.76–100.

Отдел водных проблем
Карельского филиала АН СССР

УДК 554.5(285.2):581

И.М. Р а с п о п о в

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ БЕЛОГО ОЗЕРА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Белое озеро в 1964 г. вошло в состав Шекснинского водохранилища, когда последнее было заполнено до проектной отметки. Уровень воды в озере был поднят примерно на 1 м. Озерные воды затопили пологие прибрежья. Под водой оказались сельскохозяйственные угодья, находившиеся при устьях рек Ковжи, Кемы, Мегры, Чалексы и при истоке р.Шексны, на месте которых и развиты группировки высших водных растений.

Сведений о зарастании оз.Белого до его вхождения в систему Волго–Балтийского водного пути очень мало. И.Н. Арнольд [1] отмечал, что высшая водная растительность в озере довольно обильна. У самого берега встречались сообщества *Polygonum amphibium* L. Дальше шли заросли *Potamogeton perfoliatus* L., которые тянулись прерывающейся полосой вокруг озера. На озере наблюдались весьма обильные заросли тростника. На 6-м году существования Шекснинского водохранилища в 1969 г. маршрутное обследование мелководий было проведено В.А. Экзерцевым и А.П. Белавской [2,3]. Они сообщили видовой состав макрофитов и краткие сведения ценоотического характера. Авторы подчеркнули, что растительность водохранилища находится на начальных стадиях формирования, внутриценоотические отношения еще не сложились, за исключением хорошо развитых фитоценозов *Phragmites australis* (Cav.) Trin.ex Steud.

Исследования высшей водной растительности Белого озера гидробиологами Института озероведения АН СССР проводились в 1975–1976 гг. Сообщества макрофитов к этому времени оказались вполне сформированными.

Т а б л и ц а 1

Экологические группы высших растений

Экологическая группа	Число видов	
	всего	в том числе эдификаторов
Мезофиты	4	—
Гигрофиты	9	3
Водно-болотные растения	1	—
Гидрофиты:		
воздушно-водные	19	12
с плавающими листьями	6	2
погруженные	8	4
Всего:	47	21

В Белом озере были описаны фитоценозы, в которых зарегистрировано 47 видов высших растений (специальных флористических исследований нами не проводилось).

В зарастании Белого озера преобладают виды воздушно-водных растений как по общему числу, так и по числу эдификаторов (табл.1). Они образуют группировки, относящиеся к 26 ассоциациям (табл.2).

Самым широко распространенным растением является горец земноводный, зарегистрированный в 18 ассоциациях. Формация горца земноводного, представленная 3 ассоциациями, занимает наибольшую площадь зарастающей литорали — около 405 га, или 31%. В большом числе ассоциаций встречаются ряски: *Lemna minor* L. (в 15), *L. trisulca* L. (в 15), *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid (в 11) — показатели высокой трофии зарастающих участков Белого озера. Стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia* L.) присутствует в растительном покрове 15 ассоциаций, хотя самостоятельных группировок он не образует. В 13 ассоциациях встречается рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus* L.). Две построенные им ассоциации занимают площадь около 170 га, или 12.7%, и преобладают среди погруженных растений. Соответственно в 10 и 9 ассоциациях отмечены тростник обыкновенный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud.) и сусак зонтичный (*Butomus umbellatus* L.) — эдификаторы господствующих в озере группировок воздушно-водных растений.

Т а б л и ц а 2

Ассоциация макрофитов оз.Белого и их площадь

Ассоциация	Площадь, га	Процент от общей пло- щади
<i>Caricetum acutae aquiherbosum</i>	1,52	0,12
<i>C.nigrae subpurum</i>	0,12	0,01
<i>C.aquatilis subpurum</i>	0,3	0,03
<i>Butometum umbellati aquiherbosum</i>	211,1	16,0
<i>Sparganietum simpliciaquiherbosum</i>	28,5	2,17
<i>S.ramosi aquiherbosum</i>	80,0	6,0
<i>S.ramosi potamogetonosum</i>		
<i>Typhetum latifoliae lemnosum</i>	0,05	-
<i>T.angustifoliae aquiherbosum</i>	0,02	
<i>Equisetum fluviatilis aquiherbosum</i>	32,0	2,5
<i>Digraphietum arundinaceae subpurum</i>	0,06	-
<i>Phragmitetum australis purum</i>		
<i>Ph.australis polygonosum</i>	331,0	25,0
<i>Scolochloetum festucaeae subpurum</i>	5,3	0,42
<i>Glycerietum maximae lemnosum</i>	0,72	0,06
<i>Scirpetum lacustris purum</i>	10,2	0,8
<i>Polygonetum amphibii aquiherbosum</i>	404,7	31,0
<i>P.amphibii subpurum</i>		
<i>P.amphibii lucentis-potamogetonosum</i>		
<i>Potamogetonetum natantis aquiherbosum</i>	0,05	-
<i>P.heterophilli aquiherbosum</i>	16,15	1,25
<i>P.pusilli aquiherbosum</i>	1,9	0,16
<i>P.perfoliati aquiherbosum</i>		
<i>P.perfoliati purum</i>	168,0	12,7
<i>P.lucentis aquiherbosum</i>		
<i>P.lucentis subpurum</i>	23,0	1,75

В целом высшая водная растительность занимает площадь 1234 га, что составляет немногим более 1% средней площади Белого озера, достигающей 1284 км². Большая часть всей заросшей литорали находится в 2 районах озера: вдоль западного и северо-западного берегов на участке, начинающемся немного южнее устья р.Чалексы и заканчивающемся северо-восточнее Ковжинских разливов, и в расширении у истока р.Шексны.

Основные закономерности зарастания северо-западной части озера сводятся к следующему. К северу от устья р.Чалексы вдоль берега на расстоянии от 0.5 до 1.2 км от него на глубине около 1 м протягивается полоса тростниковых зарослей шириной около 100 м, местами суживающаяся до 50 м. У устьев рек Чалексы и Мегры и к северу от р.Ковжа за полосой тростника параллельно урезу воды чередуются полосы воздушно-водных, плавающих и погруженных гидрофитов. У самого берега на глубине до 30 см располагаются фитоценозы хвоща приречного (*Equisetum fluviatile* L.). Далее между берегом и зарослями тростника располагаются 3 полосы, состоящие из сменяющих друг друга фитоценозов горца земноводного и рдеста пронзеннолистного (их соотношение 80 и 20%). Ширина полос колеблется от 200 до 300 м. Между полосами плавающих и погруженных растений ближе к берегу идет полоса, состоящая из комбинации фитоценозов ежеголовника ветвистого (*Spartanium ramosum* Huds.), сусака зонтичного, ежеголовника простого (*S. simplex* Huds.) со включением группировок погруженных растений, горца земноводного и небольших по размерам сообществ рогоза широколистного и узколистного (*Typha latifolia* L., *T. angustifolia* L.), тростянки овсяничной (*Scolochloa festuacea* Link.) и некоторых других видов. Следующая полоса воздушно-водных растений состоит главным образом из фитоценозов сусака зонтичного, а также из группировок ежеголовника ветвистого, между которыми произрастает горец земноводный. Ширина полос воздушно-водных растений в среднем составляет около 200 м.

С внешней стороны полосу тростников обрамляют почти чистые сообщества горца земноводного и рдеста пронзеннолистного.

У истока р.Шексны между прибрежными зарослями осоки острой (*Carex acuta* L.) и широкой полосой сомкнутых зарослей тростника обыкновенного (ширина до 250 м, длина до 3 км) располагаются группировки тростянки овсяничной и сусака зонтичного, идущие параллельно берегу (шириной 5-10 м), и мозаично разбросанные фитоценозы камыша озерного (*Scirpus lacustris* L.). Большая часть пространства, не занятого воздушно-водными растениями, заросла горцом земноводным, рдестами блестящим (*Potamogeton lucens* L.), разнолистным (*P. heterophyllus* Schreb.) и пронзеннолистным. Соотношение площадей, занятых фитоценозами указанных выше растений, соответственно 30-30-20-20%.

Для подсчета годовой продукции макрофитов Белого озера во всех ассоциациях были взяты укусы. Расчеты показали, что макрофиты ежегодно создают немногим менее 3.6 тыс. т органического

углерода. Половина этого количества падает на долю тростника (17%), на сусак (16%), горец земноводный (11%) и на ежеголовники. Отнесенная ко всей площади водоема продукция макрофитов составляет 2.8 гС/м^2 , или 117 кдж/м^2 . Однако известно, что органическое вещество, заключенное в макрофитах, после отмирания большей частью не разносится по всему озеру, а вступает в биотический круговорот в пределах зарастающих мелководий. Отнесенная к площади зарослей величина первичной продукции макрофитов оказалась значительной – 271 г С/м^2 . Белое озеро по этому показателю – наиболее продуктивное среди больших литоральных озер Северо-Запада СССР.

Л и т е р а т у р а

1. А р н о л ь д И.Н. Материалы по описанию рыболовства на озере Белом. – Изв.отд-ния прикладн.ихтиол. и науч.-пром. исслед., 1925, т.3, вып.1, с.5-27.
2. Э к з е р ц е в В.А., Б е л а в с к а я А.П. О растительности Шекснинского водохранилища. – Информ.бюл. „Биол.внутр.вод“, 1970, № 8, с.29-34.
3. Э к з е р ц е в В.А., Б е л а в с к а я А.П. К изучению флоры Шекснинского водохранилища. – Информ.бюл. „Биол.внутр.вод“, 1975, № 25, с.20-23.

Институт озераведения АН СССР

УДК 595.18

И.И. Н и к о л а е в, И.К. Р и в ь е р

ВСПЫШКИ ЧИСЛЕННОСТИ *CONOCHILUS HIPPOCREPIS* SCHRANK (ROTATORIA) В ПЛАНКТОНЕ БЕЛОГО ОЗЕРА (ШЕКСНИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА)

В планктоне озер и водохранилищ северо-запада европейской части СССР встречаются 2 вида рода *Conochilus*: *C.unicornis* Rousselet и *C.hippocrepis* E.Schrank. В литературе значительно чаще отмечается первый из них, однако имеется основание предполагать, что в нередких случаях этот вид указывается ошибочно вместо *C.hippocrepis* в результате недостаточно точного определения¹. Наши исследования зоопланктона на разных водоемах северо-запада убеждают в том, что *C.hippocrepis* не только

¹ Точно идентифицировать эти виды на фиксированном материале вообще невозможно.

широко распространен в озерах и водохранилищах данного географического района, но в некоторых случаях образует популяции очень большой плотности.

Широко распространен *C. hippocrepis* в Белом озере Вологодской обл. При обследовании зоопланктона озера в августе 1973 г. наибольшее количество этих коловраток было обнаружено в юго-восточной части, в районе г.Белозерска и истоков Шексны. Здесь их численность доходила до 2500 колоний/м³, или 95000 экз./м³ при биомассе 0.14 г/м³. В среднем по водохранилищу численность составляла 490 колоний/м³, биомасса - 0.03 г/м³. Однако по отдельным станциям и горизонтам *Conochilus* был распространен крайне неравномерно. Отсутствовали коловратки в прибрежной зоне до глубины 2-2.5 м в северной части озера. В центральных районах при резком усилении волнения они оказывались сосредоточенными у дна. Все колонии имели зеленый цвет от присутствия водорослей внутри слизи.

Обследование озера 25-26 июля 1976 г. производилось в период начавшегося потепления, сменившего длительную холодную погоду. Подъем температуры вызвал вспышку развития летних форм. Прогрев воды сопровождался штилем и установлением в южной половине озера температурной стратификации. Разница придонной и поверхностной температуры составляла в среднем 4.5°. При этом наблюдалась большая разница в вертикальном распределении зоопланктона (тыс.экз./м³).

	У поверх- ности	У дна
<i>Conochilus hippocrepis</i>	132.0	23.0
<i>Rotatoria</i> (прочие)	1.3	0.5
Copepoda	6.3	3.4
Cladocera	1.3	1.35
Общая численность	140.9	28.25
Температура, °C	20.1	15.4

Основная масса зоопланктеров была сосредоточена в поверхностном слое, доминировал *C. hippocrepis*, составляя по численности 132 тыс.экз./м³, или 4-5 колоний в литре, по биомассе - 0.2 г/м³.

Через несколько дней численность *C. hippocrepis* в озере еще более возросла. Необычно плотные концентрации *C. hippocrepis* были отмечены в период с 28 июля по 2 августа 1976 г. в литорали у г.Белозерска. Здесь в непосредственной близости к каменистой дамбе, отделяющей обводной белозерский канал от озера, в поверхностном метровом слое наблюдались плотности от 520 колоний в литре 28 июля до 600 колоний 1 августа. Колонии содержали по 70-100 и даже 148 зооидов, при этом биомасса составляла

соответственно 14.5, и 16.8 г/м³. Указанные выше концентрации наблюдались только в дневное время (с 8 до 19 ч в слое 0–1.5 м). В ночное время плотность популяции у поверхности уменьшалась в десятки и сотни раз.

Дата	Часы	<i>C.hippocrepis</i> , колоний/л
28 VII	10.00	520
30 VII	22.40	2
31 VII	22.30	34
1 VIII	8.30	600
2 VIII	18.00	460

Проведенные в тот же период (30 и 31 VII) исследования зоопланктона в открытом озере показали, что *C.hippocrepis* распространился по всему водоему, но плотность популяции была примерно в 100 раз меньше, чем у берега; наибольшее количество (5–7 колоний/л, или 5000–7000 колоний/м³) было в юго-восточной части озера, на станциях, наиболее близко расположенных к литоральной станции у г.Белозерска. Максимальная плотность конохипуса в открытом озере, как и в литорали, наблюдалась в светлое время суток (от 9 до 18 ч) в поверхностном горизонте от 0 до 0.5 м. Средняя плотность по 9 станциям в этом горизонте составила 2.4 колоний в литре, в горизонте от 1 до 3 м – 0.3 колонии, а в придонном горизонте (4 м) коловратки отсутствовали. В горизонте 0–0.5 м южнее устьев рр.Кемы и Ковжи биомасса *C.hippocrepis* равнялась 0.2–0.3 г/м³ – уровень, которого в больших водоемах редко достигает биомасса всех коловраток в летний сезон.

Колонии *C.hippocrepis*, как и в 1973 г., имели зеленоватый цвет от присутствия внутри них синезеленых водорослей *Oscillatoria mucicola* Woronichin. При небольшом изменении температуры среды (в камере Богорова) колонии быстро распадались и из них освобождались не только многочисленные и быстро винтообразнодвигающиеся отдельные особи коловраток, но также многочисленные короткие нити *Oscillatoria* и скопления очень мелких шарообразных клеток паразитической микроспоридии *Plistophora asperspora*.

Период повышенной плотности *C.hippocrepis* в Белом озере в 1976 г. продолжался, по-видимому, около 10 дней, с 25–27 июля по 3–4 августа, когда интенсивное размножение этого вида прекратилось после штормовой погоды и резкого понижения температуры воды в озере.

Карельский филиал АН СССР

Институт биологии внутренних вод АН СССР

А.И. Б а к а н о в

СРЕДНЕМАСШТАБНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОРМОВОГО БЕНТОСА
В ВОЛЖСКОМ ПЛЕСЕ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Бентосная съемка русловой части Волжского плеса Рыбинского водохранилища в сентябре 1975 г. показала, что в пределах сравнительно однородного биотопа серых илов не наблюдались скопления кормовых бентосных организмов, которые можно было бы обнаружить, беря пробы через 500 м [1]. Для обнаружения более мелких скоплений нужно брать более густую сеть станций. Это невозможно выполнить с корабля, так как его положение нельзя зафиксировать с нужной точностью. Поэтому среднемасштабная бентосная съемка выполнялась нами со льда. 1 апреля 1976 г. в русловой части Волжского плеса между Шуморовским и Копринским островами взято 33 пробы бентоса с расстоянием между ними 50 м, а 15 апреля того же года - 27 проб с расстоянием 5 м. Пробы брались джочерпателем ДАК-250 (площадь захвата $1/40 \text{ м}^2$) и промывались через сито № 9, т.е. учитывались только организмы макробентоса.

Обработка первой серии проб (рис.1) показала, что и при этом масштабе съемки не обнаруживаются участки, донное население которых можно рассматривать как агрегацию, т.е. при данных условиях нет агрегаций протяженностью в несколько сотен метров. Э.П. Битюков, изучавший распределение *Chironomus f.l.salinarius* Kieff. в оз.Чаны путем взятия 114 проб на расстоянии 100 м одна от другой, отмечал, что на выбранной площади нельзя было выделить даже незначительного участка с одинаковым количественным развитием донной фауны, т.е. он также не обнаружил агрегаций размером в несколько сотен метров [2].

Пробы, взятые через 5 м, показывают наличие 2 агрегаций (рис.2) протяженностью около 45 м (ст.5-13 и 18-26). Первая агрегация имеет среднюю биомассу 36.3 г/м^2 , вторая - 33.1 , средняя биомасса на прочих станциях равна 24.3 г/м^2 и достоверно отличается от биомасс агрегаций. Важно отметить, что эти агрегации образованы всем бентосом в целом, отдельные же группы организмов - хирономиды, олигохеты, моллюски, доминирующие по биомассе виды *Chironomus plumosus* L. и *Isochaetides newaensis* Mich. - не образуют агрегаций такого масштаба.

Для количественной оценки вариабельности и пространственной структуры бентоса мы вычислили некоторые статистические характеристики и показатели агрегированности (табл.1,2): коэффициент вариации CV, показатель дисперсии $D = \sigma^2/\bar{x}$, показатель неоднородности структуры сообщества В.Д. Федорова U' [5], коэффициент агрегированности А.В. Смурова [4] для трехпараметрического распределения K_A . Здесь σ - среднеквадратическое отклонение,

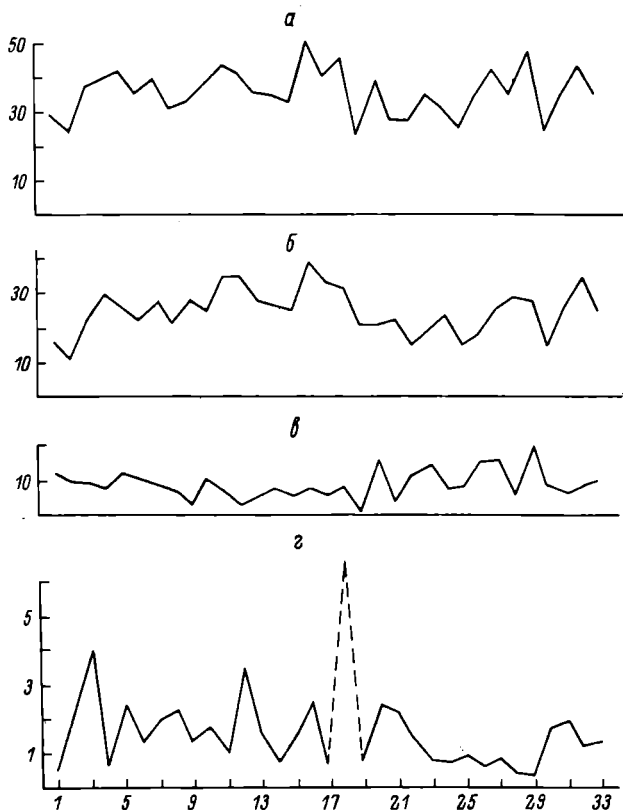


Рис.1. Изменение биомассы бентоса по станциям при расстоянии между пробами 50 м.

Биомасса: а - общая, б - хирономид, в - олигохет, г - моллюсков. По оси ординат - биомасса, г/м²; по оси абсцисс - номера станций. На ст.18 биомасса моллюсков больше $\bar{x} + 3\sigma$.

\bar{x} - средняя арифметическая. В предыдущей работе [1] мы рассчитывали K_A для двухпараметрического распределения.

Учитывая весь комплекс показателей, по степени возрастания агрегированности численности все организмы можно расположить следующим образом: *I. newaensis*, *Ch. plumosus*, хирономиды, суммарный бентос, олигохеты, моллюски. Агрегированность биомассы дает другой порядок размещения: суммарный бентос, хирономиды, *Ch. plumosus*, олигохеты, моллюски, *I. newaensis*.

У *Ch. salinarius*, изученного Э.П. Битюковым [2], CV практически такой же, как у нашего *Ch. plumosus*, показатели дисперсии D также близки, если учесть, что они сильно зависят от плотности

Т а б л и ц а 1

Статистические характеристики бентоса при расстоянии между пробами 50 м

Организмы	\bar{x}	$S\bar{x}$	σ	CV	D	U'	\hat{m}	\hat{m}	K_A
Общий бентос	119.5	8.2	47.0	39.3	18.5	0.920	171.1	79.0	0.56
	885.9	30.2	173.6	19.6	34.0	0.981	1056	714	0.50
Хирономиды	24.3	1.1	6.2	25.7	1.6	0.970	34.4	22.9	0.87
	622.9	29.0	166.9	26.8	44.7	0.962	786	456	0.49
Олигохеты	84.7	8.1	46.3	54.6	25.3	0.815	135	43.8	0.55
	218.8	18.4	105.8	48.4	51.2	0.858	354.1	137.6	0.63
Моллюски	8.0	0.7	4.2	52.8	2.2	0.878	14.3	6.4	0.80
	37.1	4.0	22.4	60.4	13.5	0.795	72.4	23.9	0.73
Ch. plumosus	19.1	1.0	5.5	28.9	1.6	0.960	25.2	17.2	0.77
	600.1	28.7	165.1	27.5	45.4	0.960	758	431	0.48
I. newaensis	0.9	0.2	1.3	140.7	1.9	-	1.7	0.2	0.40
	69.1	17.2	98.6	142.8	140.8	-	251	16.1	0.77

П р и м е ч а н и е. Над чертой - характеристики численности (экз./пробу), под чертой - биомасса (мг/пробу). $S\bar{x}$ - стандартная ошибка, \hat{m} - средняя плотность организмов в скоплениях, \hat{m} - то же на фоне.

Т а б л и ц а 2

Статистические характеристики бентоса при расстоянии между пробами 5 м

Организмы	\bar{x}	$S\bar{x}$	σ	CV	D	U'	\bar{m}	σ_m	K_A
Общий бентос	182.3	7.3	37.8	20.7	7.8	0.980	234.5	158.5	0.69
	780.4	32.5	168.9	21.6	36.6	0.977	951	617	0.51
Хирономиды	21.2	1.0	5.2	24.7	1.3	0.970	23.9	18.9	0.53
	430.3	23.3	121.3	28.2	34.2	0.960	558	318.6	0.53
Олигохеты	151.6	6.6	34.5	22.8	7.9	0.975	194	127	0.63
	251.2	15.7	81.4	32.4	26.3	0.951	360	192	0.65
Моллюски	7.1	0.9	4.5	63.8	2.9	0.784	11.7	4.1	0.61
	89.2	12.8	66.3	74.3	49.2	0.679	189	46.2	0.70
Ch.plumosus	12.2	0.7	3.7	30.3	1.1	0.954	12.6	8.2	0.09
	392.1	22.6	117.7	30.0	35.3	0.955	518	285	0.54
I.newaensis	0.5	0.1	0.6	111.8	0.6	-	-	-	-
	40.1	9.9	51.3	127.9	65.6	-	126.2	10.0	0.74

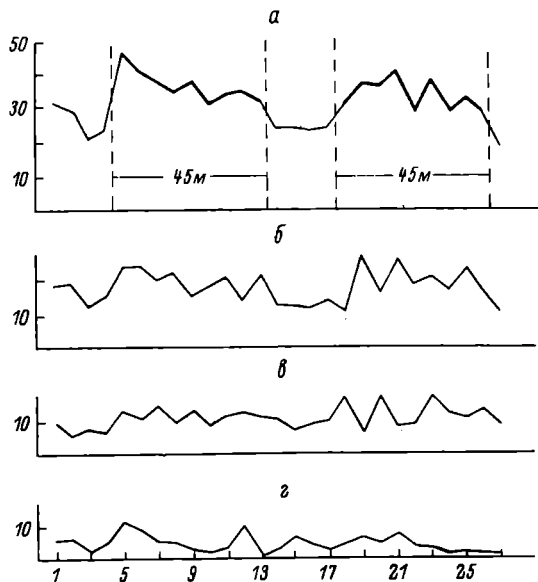


Рис.2. Изменение биомассы бентоса по станциям при расстоянии между пробами 5 м.

Жирная линия – агрегации. Остальные обозначения те же, что на рис.1.

организмов. По данным Э.П. Битюкова нами рассчитан K_A для численности *Ch. salinarius*, он оказался равным 0.62, т.е. близок к $K_A = 0.77$ для нашего *Ch. plumosus*.

Б.А. Вайнштейн [3] оценивал показателем дисперсии агрегированность некоторых организмов бентоса в эстуарии р.Ковжы. Его данные по моллюскам (1.2-9.9), хирономусу (2.0) и олигохетам (6.8) также близки к нашим.

Таким образом, внутри относительно однородного биотопа бентос может образовывать агрегации протяженностью несколько десятков метров. Олигохеты, как правило, более агрегированы, чем хирономиды.

Л и т е р а т у р а

1. Б а к а н о в А.И. Крупномасштабное распределение кормового бентоса в Волжском плесе Рыбинского водохранилища. – Информ. бюл. „Биол.внутр.вод“, 1978, № 38, с.32-37.

2. Б и т ю к о в Э.П. О распределении *Chironomus f.l.salinaris* Kieff. в условиях гомогенного биотопа. - Зоол.журн., 1962, т.41, вып.10, с.1503-1507.
3. В а й н ш т е й н Б.А. О статистической достоверности количественных учетов пресноводных беспозвоночных. - Информ.бюл. „Биол.внутр.вод“, 1969, № 3, с.44-53.
4. С м у р о в А.В., Р о м а н о в с к и й Ю.Э. Новое трехпараметрическое статистическое распределение и более общее выражение индекса агрегированности K_A , имеющего экологический смысл. - Журн.общ.биол., 1976, т.37, № 1, с.141-150.
5. Ф е д о р о в В.Д. Новый показатель неоднородности структуры сообщества. - Вест.Моск.ун-та, биол.,почвовед., 1973, № 2, с.94-96.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 594. 124 (26)

Е.П. В и г м а н

ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА И ЕЕ РОЛЬ
В ПОДДЕРЖАНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ДРУЗ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ ПРОМЫСЛОВОЙ МИДИИ
CRENOMYTILUS GRAYANUS (DUNKER.)

Дальневосточная промысловая мидия *Crenomytilus grayanus* образует устойчивые агрегаты особей, называемые друзами [6-8]. Скопления особей известны у многих гидробионтов (иглокожих, брюхоногих и пластинчатожаберных моллюсков, ракообразных). Образование скоплений является важной адаптацией к условиям существования, создающей оптимальные условия для размножения и питания, обеспечивающей защиту от хищников [5].

Друзы *C.grayanus* представляют собой элементарные единицы популяции данного вида [8]. Время существования друзы превышает время жизни отдельных входящих в друзу моллюсков и, по-видимому, исчисляется сотнями лет. К настоящему времени биология *C.grayanus* изучена недостаточно полно, для того чтобы ответить на вопрос, почему в последние годы сокращается численность популяции этого вида [1].

Для понимания биологических особенностей *C.grayanus* большое значение имеют данные о механизмах поддержания устойчивос-

ти друз. Один из важных факторов, определяющий устойчивость дру-
зы, по-видимому, ее возрастная структура.

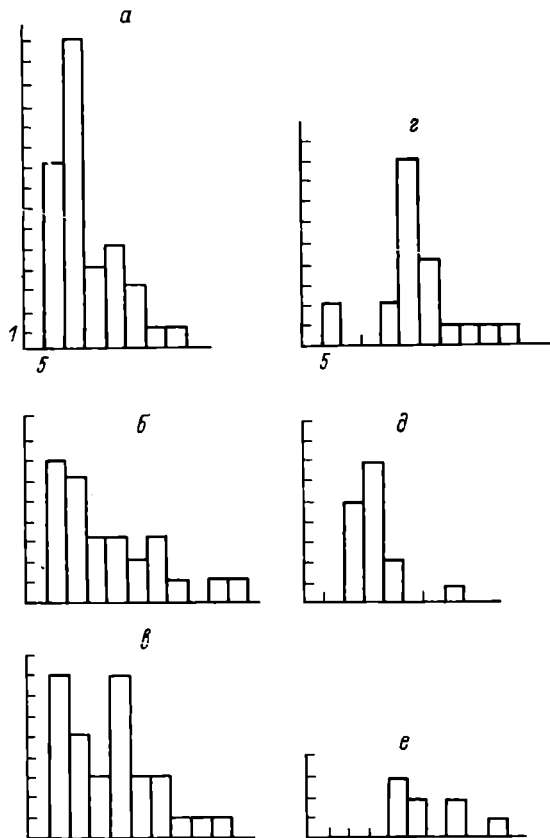
C. grayanus свойственны строго упорядоченные отношения между моллюсками различного возраста. Эти отношения проявляют-
ся уже в нерестовый и посленерестовый периоды во взаимодействии пелагической (велигеры) и бентосной (взрослые мидии) частей по-
пуляции. Фильтрационная активность взрослых мидий способствует оседанию велигеров в друж [4]. В дальнейшем на протяжении существования друзы входящие в ее состав взрослые моллюски за-
щищают только что осевших велигеров и молодь от хищников [4, 7,8].

Настоящая работа посвящена рассмотрению роли возрастной структуры друзы в поддержании ее устойчивости и целостности. Бы-
ло обследовано 30 друз, собранных в районе бухты Восток (зал. Петра Великого, Японское море) летом 1975 г. Возраст моллюс-
ков определяли по внутренним структурам раковины [3].

Средний возраст половозрелых мидий в друзах колебался в ши-
роких пределах - от 8 до 43 лет.

Возрастная структура каждой друзы представлена в виде графич-
еской зависимости числа моллюсков от их возраста. Использована
возрастная шкала, единица которой равна 5 годам. Выбор такого
масштаба оправдан тем, что использованная методика определения
возраста дает результаты с точностью, приблизительно равной ± 2
года. На рисунке видно, что друзы имеют разную степень заполнен-
ности возрастной шкалы. По этому признаку условно выделены 2
группы друз: А - друзы с заполненной возрастной шкалой (см. рису-
нок, а-в), В - друзы с незаполненной возрастной шкалой (см. рису-
нок, г-е). К группе А отнесли те друзы, в состав которых входят
моллюски всех без исключения возрастных классов от года до 30
лет. В друзах группы В отсутствуют моллюски некоторых возраст-
ных классов. Так, в друж "е" нет моллюсков в возрасте от года
до 20 лет.

Иными словами, друзы группы В в течение ряда лет недостаточ-
но пополняли свой состав за счет осевших и развившихся до поло-
вой зрелости молодых моллюсков. Так как ежегодно во время нерес-
та планктон в местах обитания *C. grayanus* содержит огромное
количество велигеров, то подобное нарушение возрастной структу-
ры скорее всего отражает состояние самой друзы. Для непрерывно-
го восстановления численности необходимо ежегодное "насасывание"
личинки в друж и наличие в ней благоприятных условий для их рос-
та и развития [8]. Взрослые мидии в друж должны быть доста-
точно многочисленны, для того чтобы создать постоянный приток
личинки и обеспечить им надежную защиту. Молодые же возрастные
классы должны обеспечивать восстановление численности взрослых,
которая падает в результате естественной смертности старых мол-
люсков.



Возрастная структура друз *Crenomytilus grayanus*.

По оси ординат – число моллюсков каждого возрастного класса в друзе; по оси абсцисс – возраст моллюсков (величина каждого возрастного класса равна 5 годам). Остальные обозначения в тексте.

Можно предположить, что численность половозрелых моллюсков в друзе влияет на сбалансированность возрастной структуры и поддержание целостности друзы как надорганизменной единицы популяции вида.

По-видимому, малочисленная по числу взрослых особей друза не обладает достаточно эффективным механизмом „насыщения” молоди. Защитные свойства сети биссуса в такой друзе малы; она более уязвима для хищников. Друзы с малой численностью взрослых особей (д,е) легко истребляются [4]. Многочисленные друзы (а-в)

обладают необходимыми ресурсами для поддержания оптимальной численности и устойчивости.

На основании подсчета числа молоди (длиной от 1 до 30 мм) в друзах была проведена предварительная оценка эффективности механизма „насосывания” молоди в друзах группы А и В. Эффективность оценивалась по числу молодых моллюсков, приходящемуся на одного половозрелого моллюска в друзе. Установлено, что на одного взрослого моллюска в группе А приходится в среднем больше молоди, чем в группе В. Достоверность различия определена по непараметрическому критерию Вилкоксона [2].

Полученные данные свидетельствуют в пользу предположения о том, что многочисленные по числу половозрелых мидий друзы с заполненной возрастной шкалой обладают более действенным механизмом регенерации численности и большей устойчивостью. Сбалансированный возрастной состав обеспечивает оптимальные условия для длительного существования друзы и позволяет ей непрерывно восстанавливать свою численность.

Использованный в работе критерий заполненности возрастной шкалы дает возможность оценивать состояние друзы и может быть применен на практике при отборе друз для искусственного разведения *C. grayanus* в аквакультуре.

Л и т е р а т у р а

1. Б и р ю л и н а М.Г. Современные запасы мидий в заливе Петра Великого. - В кн.: Вопросы гидробиологии некоторых районов Тихого океана. Владивосток, 1972, с.11-22.
2. Г у б л е р Е.В., Г е н к и н А.А. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях. Л., 1973. 141 с.
3. З о л о т а р е в В.Н. Многолетние ритмы роста раковин мидии Греяна. - Экология, 1974, № 3, с.76-80.
4. К у т и ш е в А.А. Избирательная способность личинок дальневосточной мидии *Crenomytilus grayanus* при оседании на субстрат. - ДАН СССР, 1976, т.230, № 3, с.737-740.
5. М и л е й к о в с к и й С.А. Постоянные массовые скопления и временные агрегации морских свободноподвижных мелководных донных беспозвоночных и их биологическое значение. - Океанология, 1967, т.7, вып.4, с.655-664.
6. С а д ы х о в а И.А. Формирование и состав друз *Crenomytilus grayanus*. - Зоол.журн., 1970, т.49, № 9, с.1408-1409.
7. С в е ш н и к о в В.А. Структура жизненного цикла дальневосточной мидии *Crenomytilus grayanus*. - ДАН СССР, т.236, № 4, с.1028-1031.

8. С в е ш н и к о в В.А., К у т и ш е в А.А. Структура друз дальневосточной мидии *Crenomytilus grayanus*. - ДАН СССР, 1976, т.229, № 3, с.773-776.

Институт эволюционной морфологии
и экологии животных АН СССР

УДК 594, 3-15

Л.К. С м и р е н и н а

К ПРОБЛЕМЕ ОБЩЕНИЯ У ВОДНЫХ ГАСТРОПОД

Нами сделана попытка обнаружить феномены общения у брюхоногих моллюсков. Объектом исследования служили широко распространенные пресноводные моллюски: катушка *Planorbis corneus* (L.) и прудовик *Limnaea stagnalis* (L.) (Gastropoda, Pulmonata, Basommatophora). Работа проводилась на прудовой базе Института биологии внутренних вод АН СССР в июле-августе 1975 г.

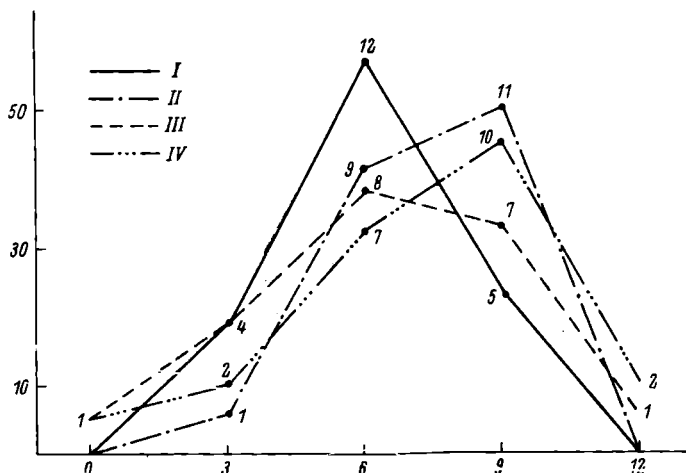
В прямоугольный сосуд, в углы, расположенные по диагонали, на 1 ч помещали 2 моллюсков. Плексигласовый прозрачный сосуд, размером 41х49х15 см, стоял строго горизонтально. Сосуд наполнялся на 2 см водой из пруда, в котором обитали моллюски. Проведено 3 серии экспериментов (65 опытов): 1) на парах моллюсков *Planorbis corneus* (L.), 2) на парах *Limnaea stagnalis* (L.), 3) на смешанных парах. В ходе опытов в среднем через каждые 5 мин регистрировалось перемещение моллюсков по сосуду, а также отмечались особенности поведения каждой особи.

При обработке данных учитывались: средняя скорость передвижения моллюска в опыте (путь восстанавливался по координатам местонахождения моллюска через каждые 5 мин, зарегистрированным в протоколах, и измерялся курвиметром); число встреч для данной пары за время опыта; характер встречи моллюсков.

Полученные данные свидетельствуют о том, что существует различие в поведении моллюсков. Кривые распределения средних скоростей прудовиков различны в однородных и смешанных парах (см. рисунок). То же, но в меньшей степени, верно и для катушек.

Возникло предположение, что моллюски могут регулировать скорость своего передвижения в соответствии со скоростью партнера. Для проверки было построено двумерное распределение средних скоростей пары моллюсков. Оказалось, что если один моллюск из пары катушка-катушка передвигается по сосуду с большой скоростью, то и второй тоже передвигается с большой скоростью. То же, но в меньшей степени, справедливо для пар прудовик-прудовик.

Изучение числа встреч в опыте также подтверждает предположение о влиянии моллюсков в паре друг на друга. Поскольку в наших опытах моллюски передвигались в основном вдоль стенок сосуда,



Распределение средних скоростей моллюсков.

I — прудовики в однородных парах (1-я серия опытов), II — катушки в однородных парах (2-я серия), III — прудовики в смешанных парах (3-я серия), IV — катушки в смешанных парах (3-я серия). Арабские цифры — число опытов.

По оси ординат — частота встречаемости каждого значения параметра, %; по оси абсцисс — скорость передвижения, см/мин.

то с увеличением скорости передвижения должно увеличиться число встреч. Однако корреляции между скоростью передвижения моллюска и числом встреч за опыт нет (коэффициент корреляции 0.02–0.3).

Можно заметить, что в смешанных парах моллюски изменяют направление движения после встречи лишь в 20% случаев. В однородных парах катушки изменяют направление в 50% случаев. Это свидетельствует о существовании различий в поведении при взаимодействии катушек в однородных и смешанных парах.

Если принять за 100% число встреч моллюсков смешанных пар, то у катушек в однородных парах встречи составляют 114%, а у прудовиков — всего лишь 50%. Можно предположить, что у прудовиков дистантные рецепторы развиты лучше, чем у катушек. По-видимому, это позволяет прудовикам получить на расстоянии ту информацию, которая катушкам доступна лишь при непосредственном контакте.

На большее развитие контактных рецепторов у катушек, возможно, указывают и такие акты, как характерное для них касание щупальцами и более длительное ощупывание. У прудовиков щупальца не столь развиты, и при физическом контакте они обычно касались партнера большей частью подошвы, но не ощупывали друг друга щупальцами.

Приведенные выше данные о различии поведения моллюсков в смешанных и однородных парах свидетельствуют, что изученные катушки и прудовики отличают представителей своего вида от представителей другого вида.

Можно ли вышеописанное поведение моллюсков отнести к феноменам общения? Главная теоретическая трудность в настоящее время состоит в отсутствии общепринятого определения. Мы считаем, что для оценки результатов опытов целесообразно пользоваться концепцией Tavoiga [1].

Эта концепция основана на классификации способов отправления сигналов. Согласно такому подходу, общение имеет место лишь тогда, когда отправитель (экспедиент) обладает специальным механизмом, продуцирующим стимул. При этом стимулы должны занимать лишь узкую часть возможного диапазона данного канала связи. Воспринимающая особь (реципиент) должна иметь специализированные рецепторы и отвечать специфическим образом.

Если следовать концепции Tavoiga, то у изученных моллюсков можно говорить лишь о некоторых зачатках общения, которые и были выявлены в ходе экспериментов, но пока нет оснований признать наличие подлинного общения у брюхоногих моллюсков.

Л и т е р а т у р а

1. T a v o i g a W.N. Fishes. - In: Animal communication, Bloomington - L., 1968, p.271-288.

Московский университет

УДК 595.381

Н.Д. Б о р о д и ч

О НАХОЖДЕНИИ CASPIOCUMA CAMPYLASPOIDES G.O. SARS (GRUSTACEA, CUMACEA) В КУЙБЫШЕВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Кумовые ракообразные - в основном морские виды, но представители сем. Pseudocumidae обладают широкой эвригалинностью. В нижнем течении Волги и ее дельте обитает 10 видов этого семейства [1]. Однако из-за малых размеров своего тела они в отличие от других перакарин не могут противостоять сильному течению и высоко по рекам не поднимаются. Пределом обитания кумовых в Волге А.Н. Державин [3] считал участок реки протяженностью 180 км от устья.

В последние годы благодаря значительному расширению работ по интродукции во внутренние водоемы кормовых для рыб беспозво-

ночных границы распространения отдельных видов сильно расширились. Вследствие этого списки понтокаспийских организмов, известных для бассейна Волги, постоянно пополняются. Среди них в 1976 г в Куйбышевском водохранилище обнаружена *Caspiocuma campylaspoides*.

В Азово-Черноморском бассейне, Каспийском море, низовьях Волги и Урала *C. campylaspoides* достигает длины 4-5 мм. Обитает, как и другие кумовые, в поверхностных слоях грунта прибрежной зоны на песчаных и заиленных грунтах, больших скоплениях не образует [2, 5, 7]. В Куйбышевском водохранилище найдена в районе г. Ульяновска на участке протяженностью около 60 км; у с. Поповки на глубине 21 м в июне обнаружено 4 экз. размером 2.0-2.7 мм, в сентябре 2 экз. - 2.0-2.8 мм; в сентябре у с. Городище в затоне на глубине 3 м - 17 экз. от 1.6 до 3.4 мм, весом 9 мг и у с. Криуши на глубине 11 м - 2 экз. Грунт на всех указанных участках - серый ил с глиной. У самок размером 3.0 мм в марсупиальных сумках найдено 9.11 и 15 зародышей.

В 1965-1967 гг. в районе г. Ульяновска выпустили мизид, отловленных в Цимлянском водохранилище и дельте Дона [4]. Однако в Цимлянском водохранилище *C. campylaspoides* до сих пор не была отмечена [6], поэтому можно считать, что в Куйбышевское водохранилище она была завезена вместе с донскими мизидами в мае 1965 г., но до 1976 г. ее не удавалось обнаружить.

Обнаружение *C. campylaspoides* на различных глубинах довольно обширного участка свидетельствует о том, что условия для ее развития в районе г. Ульяновска оказались достаточно благоприятными. Весьма вероятно, что распространение этого рачка в водохранилище не ограничивается указанным районом, и он может быть найден на аналогичных биотопах других участков.

Л и т е р а т у р а

1. Б е н и н г Л.Л. К изучению придонной жизни реки Волги. Сагатов, 1924. 398 с.
2. Б и р ш т е й н Я.А., Р о м а н о в а Н.Н. Отряд Cumacea. - В кн.: Атлас беспозвоночных Каспийского моря. М., 1968, с.227-241.
3. Д е р ж а в и н А.Н. Каспийские элементы в фауне бассейна Волги. - Тр. Ихтиол.лабор., 1912, т.2, вып.5, с.19-44.
4. И о ф ф е Ц.И. Обогащение кормовой базы для рыб в водохранилищах СССР путем акклиматизации беспозвоночных. - Изв. ГосНИОРХ, 1974, т.100, с.3-226.
5. М а к а р о в А.К. Распространение некоторых ракообразных Mysidacea, Cumacea и лиманных моллюсков в устьях рек и открытых лиманах северного Причерноморья. - Зоол.журн., 1938, т.17, вып.6, с.1055-1062.

6. М и р о ш н и ч е н к о М.П. Многолетняя динамика развития высших ракообразных и их значение в донной фауне Цимлянского водохранилища. - Тр. Волгоградского ГосНИОРХ, 1975, т.9, с.45-63.
7. П а у л и В.Л. Ситасеа Черного и Азовского морей. - Тр. Севаст.биол.ст., 1949, т.7, с.94-126.

Куйбышевская станция
Института биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 595.324.6-15

Ю.А. Р у д я к о в

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ
НА ДВИГАТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ
LEPTODORA KINDTI (CLADOCERA)

Известно, что температура во многом определяет поведение животных и их распределение в естественных условиях [5]. В частности, было показано, что от скорости изменения температуры зависит двигательная активность морских планктонных животных и эта зависимость может иметь существенное экологическое значение [1,2].

Среди представителей пресноводного зоопланктона *Leptodora kindti* может служить наиболее удобным объектом для изучения двигательной активности: размер животного составляет около 10 мм, плавательные движения совершаются практически непрерывно и, что самое важное, их частота настолько мала, что может быть определена визуально.

Работа выполнена в июле-августе 1974 г. на Рыбинском водохранилище в лаборатории ихтиологии Института биологии внутренних вод АН СССР.

Лептодор отлавливали с берега сачком и выдерживали при температуре планируемого эксперимента 14-16°С. После этого нормально плавающих особей среднего размера (5-10 мм) отлавливали стеклянной трубкой и по одной помещали в термостатируемую ультра-термостатом NBE стеклянную кювету, укрепленную на предметном столике бинокулярного микроскопа. Через час при помощи секундомера измеряли время, затрачиваемое на выполнение 50 взмахов антенн. По результатам 10 таких измерений, разделенных интервалами порядка 10-15 с, вычисляли среднюю частоту плавательных движений по формуле $P=500/T$, где P - частота, T - время, затраченное на выполнение 500 взмахов антенн. В качестве результата

одного наблюдения в данной работе принята средняя из 3 таких оценок частоты, т.е. каждое число в приводимых ниже таблицах основано на 30 отдельных измерениях.

Все эксперименты проведены по единой схеме: животных, акклимированных к температуре 15 или 20°, подвергали действию понижения или повышения температуры на 2.5° со скоростью порядка 0.2 град/мин. Для каждой особи измерялась частота взмахов при начальной температуре, в процессе ее изменения и первых 5 мин с периода стабилизации, а также при конечной температуре, начавшая с 15-й мин после ее установления. Кроме того, были проведены измерения при постоянной температуре 10° с тем же временем акклимации.

Дисперсионный анализ результатов 4 опытов доказывает статистическую значимость заметных различий отдельных особей по частоте совершаемых ими плавательных движений (табл.1). Что же касается различий в частоте при начальной и конечной температуре и в процессе ее изменения, то они оказались существенны (при вероятности ошибки менее 1%) лишь в опытах по охлаждению. Однако в этих опытах не обнаруживается специфическая реакция на скорость изменения температуры, описанная Грейнджером [4] и обнаруженная в поведении пелагических остракод [2].

Общий вид температурной зависимости частоты плавательных движений лептодоры при 14-16-часовой акклимации получаем по данным табл.1 и 2, произведя из первой выборку значений частоты при начальной температуре 15 и 20°. Частота плавательных движений 17 особей *L.kindti* при 10° (гц) приведена ниже.

2.64	1.75	1.97
2.25	1.72	1.18
2.16	1.05	1.80
1.69	1.74	1.81
1.39	2.17	2.17
1.89	1.35	Средняя: 1.808

Результаты статистического анализа (табл.2) свидетельствуют о высокой значимости эффекта температуры, а так как отклонения от линейной регрессии оказались совершенно несущественными (соответствующий средний квадрат оказался даже меньше среднего квадрата ошибки), то изучаемая зависимость частоты от температуры в области определения, соответствующей температурным условиям обитания этого вида в природе, может считаться линейной. Интерполяционная формула этой зависимости имеет вид $Y=0.763+0.102X$, где Y - частота, X - температура (ошибка коэффициента регрессии равна 0.015). Отсюда следует, что при изменении температуры на 10° частота взмахов антенн меняется приблизительно на 1 гц или в 1.57 раза в диапазоне от 10 до 20°.

Т а б л и ц а 1

Частота плавательных движений L_{kindti} при изменении температуры, гц

Условия опыта	Номер особи	При начальной температуре	В процессе изменения	При конечной температуре
Нагрев от 15 до 17.5°	1	2.11	2.17	1.85
	2	2.66	2.94	2.61
	3	2.68	2.21	1.88
	4	2.24	2.55	2.48
	5	2.38	2.47	2.34
	6	2.56	2.82	2.61
	7	1.71	1.77	1.67
	8	1.54	1.69	1.58
	Средняя:	2.235	2.328	2.128
Охлаждение от 15 до 12.5°	1	1.45	1.11	1.04
	2	2.49	2.13	2.46
	3	2.10	1.98	1.92
	4	2.08	2.02	1.90
	5	2.48	2.02	2.02
	6	2.75	1.97	1.91
	7	2.55	1.90	1.97
	8	2.99	2.56	2.36
	9	1.42	1.02	1.96
Нагрев от 20 до 22.5°	Средняя:	2.257	1.857	1.949
	1	2.33	2.46	2.49
	2	2.36	2.27	2.28
	3	3.15	3.29	3.19
	4	3.05	3.38	2.84
	5	3.16	3.30	3.04
	6	3.23	2.80	3.13
	7	3.15	3.66	3.28
	8	3.49	3.50	3.62
Охлаждение от 20 до 17.5°	Средняя:	2.990	3.082	2.984
	1	2.51	1.78	1.76
	2	2.57	1.82	1.86
	3	3.19	2.43	2.14
	4	2.37	2.21	2.70
	5	3.44	3.16	3.23
	6	2.36	2.25	1.79
	7	2.84	2.76	2.51
	8	2.61	2.24	2.45
	9	2.26	2.12	1.73
	Средняя:	2.683	2.308	2.241

Т а б л и ц а 2

Дисперсионный анализ частоты плавательных движений L_{kindti} при 10, 15 и 20°

Источник варьирования	Число степе- ней свободы	Сумма квадратов	Средний квадрат	Вероят- ность
Общее	50	18.1128	-	-
Температура	2	8.9056	4.4528	<0.05
Линейная регрессия	1	8.8434	8.8434	<0.01
Отклонения	1	0.0622	0.0622	
Ошибка	48	9.2072	0.1918	

Насколько можно судить по имеющимся данным, частота гребных движений лептодоры зависит от температуры в меньшей степени, нежели скорость потребления кислорода ракообразными [3]. Этот факт может свидетельствовать о наличии некоторого механизма компенсации зависимости двигательной активности от температуры. Однако эти изменения все же остаются значительными и должны приводить к столь же существенным изменениям скорости плавания лептодор и, следовательно, к изменениям их распределения по глубине: при охлаждении воды лептодоры под влиянием силы тяжести должны перемещаться из поверхностных слоев водоема в придонные, а при нагреве двигаться в обратном направлении. Проверка этого предположения может послужить задачей самостоятельного исследования.

Л и т е р а т у р а

1. М е н ш у т к и н В.В., Р у д я к о в Ю.А. Математическое моделирование суточных вертикальных миграций зоопланктона. Тр.Ин-та океанол. АН СССР, 1975, т.102, с.288-294.
2. Р у д я к о в Ю.А. Влияние температуры на двигательную активность планктонных ракообразных. - Тр.Ин-та океанол. АН СССР, 1975, т.102, с.280-287.
3. С у щ е н я Л.М. Интенсивность дыхания ракообразных. Киев, 1972. 196 с.

4. G r a i n g e r J.N.R. First stages in the adaptation of poikilotherms to temperature change. - In: Physiological adaptation. Washington, 1958, p.79-90.
5. H e r t e r K. Der Temperatursinn der Tiere, Die Neue Brehm-Bucherei. Wittenberg, 1962. 80 S.

Институт океанологии АН СССР

УДК 595.426-13

П.В. Тузовский

НИМФА ВОДЯНОГО КЛЕЩА

BARBAXONELLA ANGULATA

(VIETS, 1955) (AXONOPSIDAE, ACARIFORMES)

Водяной клещ *Axonopsalbia* (*Hexanopsalbia*) *angulata* Viets, 1955, описанный первоначально по самке, на основании изучения морфологических особенностей самца переведен Гледхиллом [2] в род *Barbaxonella* Lundblad, 1954. Преимагинальные фазы *B.angulata* до сих пор не описаны. Вид был известен из Англии [2,5], Чехословакии [3] и Болгарии [4]. В июне 1976 г. он обнаружен нами в р.Убин близ станицы Убинская Северского района Краснодарского края. Род *Barbaxonella* - новый для фауны СССР. В сообщении приводится описание дейтонимфы.

В работе используется ранее разработанная нами [1] номенклатура щетинок: Vi - теменные внутренние, Ve - теменные наружные, Oi - затылочные внутренние, Oe - затылочные наружные, Ti - височные внутренние, Te - височные наружные, Hi - плечевые внутренние, He - плечевые наружные, Sci - лопаточные внутренние, Sce - лопаточные наружные, Li - поясничные внутренние, Le - поясничные наружные, Si - крестцовые внутренние, Se - крестцовые наружные, Ci - хвостовые внутренние, Pi - постанальные внутренние, Jcx₁ - межтазиковые передние, Jcx₂ - межтазиковые задние.

Длина туловища 355 мкм. Передние щетинки на дорсальной поверхности (рис.1, А) толстые перистые, остальные - гладкие волосовидные. Щетинки Vi и Oi, как и у большинства гидрахнелл [1], ботридиального типа без кожных желез. Плечевой ряд щетинок сильно смещен латерально, так что He перешла на вентральную сторону.

Форма коксальных щитов и расположение на них щетинок показаны на рис.1, Б. Щетинки Pi без кожных желез сближены с Ci и сидят на общей кожной бляшке. Наружные постанальные щетинки располагаются вблизи задних тазиков.

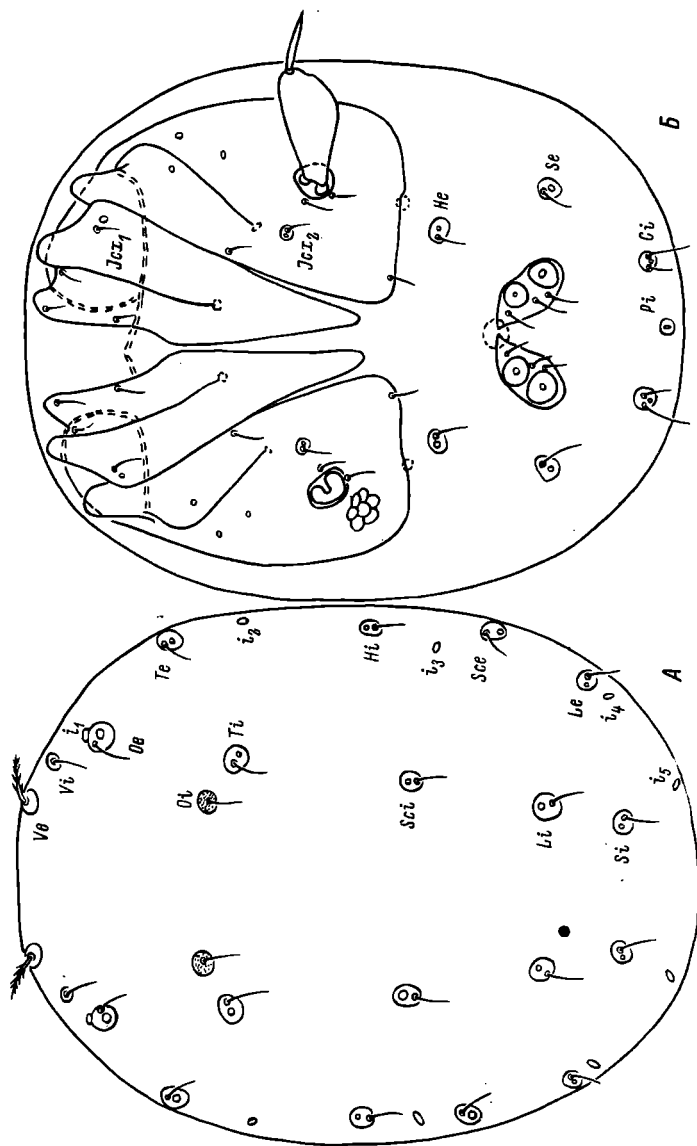


Рис.1. Нимфа *Barboxonella angulata*.

А - сверху, Б - снизу; $i_1 - i_5$ - лировидные органы. Обозначения щетинок в тексте.

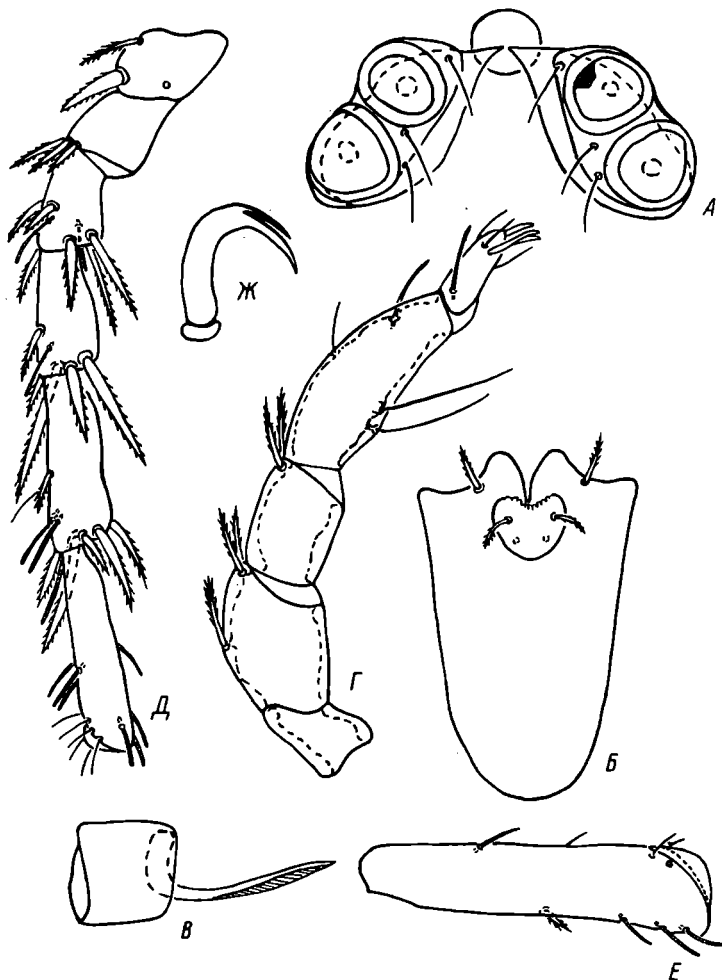


Рис.2. Нимфа *Barbaxonella angulata*.

А - генитальный орган, Б - гипостом, В - хелицера, Г - педипальпа, Д - нога I, Е - лапка IV, Ж - коготок.

Переднемедиальные углы генитальных пластинок (рис.2, А) заострены и почти соприкасаются. Генитальный щиток небольшой. Половые присоски примерно равны по величине. На каждой генитальной пластинке по 3 щетинки, расположенных по медиальному краю.

Гипостом (рис.2, Б) вытянут в длину. Передние гипостомальные щетинки крупнее задних. Длина гипостома 65 мкм.

Подвижный палец хелицеры (рис.2,В) сильно вытянут в длину, заострен на вершине.

Вертлуг педипальпы (рис.2,Г) без щетинок, на бедре I 3 дорсальные перистые хеты: проксимальная и 2 дистальные, на бедре II 2 дорсодистальные щетинки. Колено педипальпы с небольшим вздутием по вентральному краю и несет 3 тактильные щетинки и 1 соленидий. Вентральные щетинки располагаются в проксимальной части колена, причем задняя несколько крупнее передней. Тибиотарзальный комплекс педипальпы вооружен 3 дистальными шипами, 3 тактильными щетинками и проксимальным соленидием. Длина члеников педипальпы, измеренная по дорсальному краю, в мкм: 20, 30, 25, 40, 20.

Ходильные конечности без плавательных волосков. Первые 5 члеников всех ног (рис.2,Д) вооружены крупными перистыми щетинками и соленидиями. Лапки I-III снабжены гладкими надкоготковыми щетинками и соленидиями. Вентральная поверхность лапки IV с толстой перистой щетинкой (рис.2,Е). Длина члеников ног, мкм:

Нога	Вертлуг	Бедро I	Бедро II	Колено	Голень	Лапка
I	35	30	30	40	45	45
II	35	30	30	35	50	55
III	35	35	30	40	50	60
IV	55	45	45	45	65	70

Коготок (рис.2,Ж) без коготковой пластинки с крупным внутренним и мелким наружным зубцами.

Взрослые клещи *B.angulata* очень сильно отличаются от нимфы по степени склеротизации покровов. Самки и самцы имеют крупный дорсальный щит, прикрывающий почти всю спину, тогда как у нимфы он отсутствует. Коксальные щиты у самца занимают всю вентральную поверхность, у самки примерно 4/5, а у нимфы немногим более половины длины туловища. Кроме того, нимфы отличаются от прозопон строением полового органа, обедненным хетомом педипальп и ходильных конечностей, а также меньшими размерами.

Л и т е р а т у р а

1. В а й н ш т е й н Б.А., Т у з о в с к и й П.В. Туловищный хетом водяных клещей, его онтогенез и эволюция. - В кн.: Биология и продуктивность пресноводных беспозвоночных. Л., 1974, с.230-269.
2. G l e d h i l l T. *Axonopsalbia* (Hexanopsalbia) *angulata* Viets, 1955 and the genus *Barbaxonella*

- Lundblad, 1954 (Hydrachnellae, Acari). - J. Querk. Microsc. Club., 1964, vol. 29, p. 269-302.
3. L à s k a F. Některé pro faunu CSSR nové rody a druhy čel. Axonopsidae (Hydrachnellae, Acari) z potoků Severomoravského kraje. - Prirod. Čas. Slez., 1962, vol. 3, p. 1-13.
4. P e t r o v a A. Hydracariens souterrains de Bulgarie (Hydrachnellae, Acari). III. - Изв. на Зоол. Инст. с Мыа., 1968. № 28, с. 47-93.
5. V i e t s K. Über die Wassermilben-Gattung Axonopsalbia (Hydrachnellae, Acari). - Zool. Anz., 1955, Bd 155, S. 34-36.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.587 (28) : 591

Ф.Л. М а к с и м о в а

КАРИОТИПИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ
ЛИЧИНОК CHIRONOMUS PLUMOSUS L.
РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В последние годы при таксономическом определении трудно различимых полиморфных видов рода *Chironomus* все чаще используется метод цитодиагностики личинок хирономид, в основе которого лежит изучение строения поличенных хромосом клеток слюнных желез. Этот метод не только позволяет определить видовую принадлежность личинок, но и является решающим для выявления внутривидовых различий. В работе Кейла и Штрenske [8] отмечено, что значительная вариабельность морфологических признаков личинок *Chironomus thummi* приводит к противоречивости в их определении. После того как кариологический анализ, проведенный Кейлом, выявил среди личинок данного вида 2 различимые по структуре хромосом группы, Штрenske удалось обнаружить тонкие различия между ними и во внешней морфологии личинок. Все это послужило основанием для выделения 2 подвидов: *Chironomus thummi-thummi* и *Ch. thummi-piger*.

Chironomus plumosus - массовый, повсеместно распространенный в природе вид хирономид. Его личинки заселяют стоячие и текущие водоемы и встречаются на всех глубинах при различных температурном и кислородном режимах [5]. Для вида характерна широкая пластичность, выражающаяся в высокой степени полиморфизма как на стадии личинки [4], так и на стадии имаго [6].

При исследовании кариотипической структуры природных популяций личинок *Ch. plumosus* в ареале были изучены и 2 выборки из Рыбинского водохранилища. Личинки одной из них были собраны в бывшем русле Волги в районе буя 76 на глубине 15 м в июне 1974 г., а личинки другой – в зоне прибрежья на глубине 2 м в августе 1976 г.

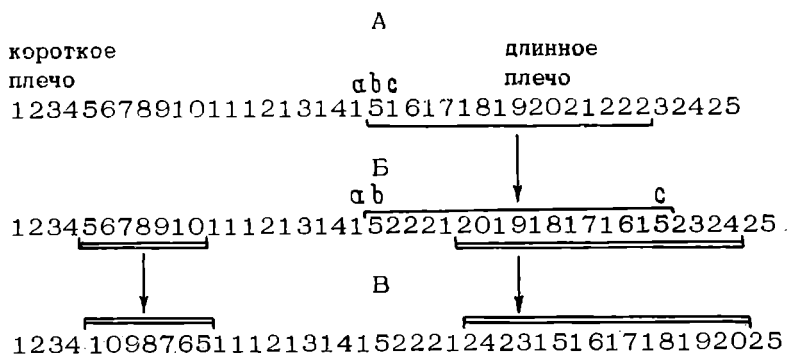
Живой материал на месте сбора был зафиксирован смесью 96%-го спирта и ледяной уксусной кислоты (3 : 1). Видовая принадлежность личинок определена по энтомологическим препаратам головной капсулы в сочетании с длиной брюшных отростков [1]. Кариотипические особенности популяций изучены на поличенных хромосомах клеток слюнных желез личинок середины 1У возраста. Изолированные слюнные железы окрашивали 1%-м пропионо-орсеином, раздавливали в 45%-й уксусной кислоте и исследовали под микроскопом. Всего проанализированы 64 личинки из бывшего русла Волги и 30 личинок из прибрежья.

Все 94 исследованные личинки по совокупности морфологических признаков определены как *Ch. plumosus*. У всех личинок и на глубине и в прибрежье длина брюшных отростков чуть меньше или равна длине подталкивателей (*f.l. semireductus* – по: [4]). Общая характеристика кариотипа всех личинок обеих выборок подтверждает их принадлежность к виду *Ch. plumosus* [2,7]. Диплоидное число хромосом равно 8; первые 3 пары хромосом тесно сконъюгированы по всей длине, образуя 3 длинные хромосомы. Четвертая пара, связанная с ядрышком и кольцом Бальбиани, напротив, слабо сконъюгирована. Хромосомы I, II и III почти равны по длине, хромосома 1У значительно короче их.

Вместе с тем детальное исследование кариотипических особенностей всех изученных личинок выявило определенные различия между ними в тонкой структуре поличенных хромосом. При этом все личинки, собранные на глубине, отличаются одинаковой морфологией хромосом (1-й кариотип), а в зоне прибрежья четко выделяются 2 группы личинок. 80% исследованных особей из мелководья по структуре хромосом тождественны личинкам глубинной выборки (1-й кариотип), 20% – отличаются от них (2-й кариотип).

Отличия между выделенными кариотипами касаются прежде всего общего „фенотипа” хромосом. У личинок 1-го кариотипа хромосомы более короткие, чем у личинок 2-го кариотипа. Выявлены также различия между кариотипами и в морфологии хромосом I и 1У, тогда как хромосомы II и III и в том и в другом кариотипе одинаковы по рисунку дисков. Гомологи хромосомы 1У личинок, собранных на глубине, всегда полностью несконъюгированы, а гомологи этой хромосомы на мелководье у личинок 2-го кариотипа сливаются или по всей длине или в области ядрышкового организатора. Наибольшие различия между личинками с разными кариотипами отмечены в

морфологии хромосомы I. Это легко прослеживается на следующей схеме, где цифрами обозначены соответствующие отделы хромосом.



Примечание. А - хромосома I стандартного кариотипа *Ch.plumosus*, Б - то же личинок 1-го кариотипа, В - то же личинок 2-го кариотипа.

Хромосома I у личинок 1-го кариотипа *Ch.plumosus* Рыбинского водохранилища отличается от стандартного кариотипа *Ch.plumosus* гомозиготной инверсией отделов 15с-22. Очевидно, в условиях Рыбинского водохранилища форма с подобной последовательностью дисков отличается большей жизнеспособностью. Наличие данной инверсии и в гетерозиготном состоянии свидетельствует о совместимости личинок 1-го кариотипа с личинками стандартного кариотипа. В коротком плече хромосомы I личинок 1-го кариотипа отмечена гетерозиготная инверсия в отделах 5-10.

Как видно из схемы, у личинок 2-го кариотипа в хромосоме I по сравнению и со стандартом и с 1-м кариотипом наблюдается иная последовательность дисков. Короткое плечо отличается гомозиготной перестройкой отделов 5-10, а длинное плечо - гомозиготной перестройкой отделов 20-24. У личинок 2-го кариотипа при этом не обнаружено ни одной гетерозиготной инверсии. Малый объем выборки безусловно не дает возможности утверждать, что личинки этой группы абсолютно мономорфны. Однако несомненно, что уровень гетерозиготности личинок 1-го кариотипа в несколько раз выше, чем у личинок 2-го кариотипа (см. таблицу).

При изучении инверсионного полиморфизма у личинок *Ch.plumosus* в разных точках ареала выделенные в популяциях Рыбинского водохранилища кариотипы были обнаружены и в других природных популяциях. Личинки 1-го кариотипа широко распространены в европейской части СССР (в Эстонии и Литве, в Кубенском озере, в Иваньковском, Рузском и Цимлянском водохранилищах). Личинки 2-го кариотипа встречаются в прудах Краснодарского края, Омской области, в прибрежье Можайского водохранилища. При этом только

Уровень гетерозиготности популяций личинок *Chironomus plumosus* L. Рыбинского водохранилища.

Место и дата сбора личинок	Общее количество исследованных личинок	Количество			Количество, % от всех инверсий		
		гетерокариотипов, % от всех личинок	гомокариотипов, % от всех личинок	инверсий на одну особь	инверсий в хромосоме I	инверсий в хромосоме II	инверсий в хромосоме III
Бывшее русло Волги в районе буя 76, июнь 1974 г. (1-й кариотип)	64	73	27	1.0:3	55	45	-
Прибрежье, август 1976 г. (1-й кариотип)	24	84	16	1.3:3	42	33	25
Прибрежье, август 1976 г. (2-й кариотип)	6	-	100	-	-	-	-

у 2 личинок омской популяции (из 74 исследованных личинок) в длинном плече хромосомы I отмечены гетерозиготные перестройки, границы которых картировать не удалось из-за слияния многих дисков в один гетерохроматиновый блок. Ни в одной другой выборке при достаточном количестве проанализированных личинок в длинном плече хромосомы I не было обнаружено ни одной гетерозиготной перестройки.

Исходя из этого, можно предположить, что 2 кариотипа личинок *Ch. plumosus* из Рыбинского водохранилища отличаются между собой фиксированными гомозиготными перестройками. Наличие подобных перестроек у других *Diptera* рассматривается как отличие видового ранга [3,9]. Однако гетерозиготные инверсии в коротком плече хромосомы I личинок 1-го кариотипа свидетельствуют о совместимости личинок 1-го и 2-го кариотипов и подтверждают их принадлежность к одному виду *Ch. plumosus*. Тем не менее гомозиготные инверсии в длинном и коротком плечах хромосомы 1, особенности структурной организации хромосомы 1Y, а также различный уровень гетерозиготности личинок 1-го и 2-го кариотипов говорят о том, что внутривидовая дивергенция личинок *Ch. plumosus* достигла столь значительного уровня, что можно выделить 2 четко различимые хромосомные расы. Имеют ли обнаруженные генотипические различия какие-либо фенотипические проявления и каково их таксономическое значение, покажут дальнейшие совместные исследования систематиков и кариологов.

Л и т е р а т у р а

1. Л и н е в и ч А.А., Е р б а е в а Э.А. К систематике рода *Chironomus* Meig. из водоемов Прибайкалья и Западного Забайкалья. - Изв.Биолого-геогр.науч.-исслед.ин-та Иркутского ун-та, 1971, т.25, с.127-190.
2. М а к с и м о в а Ф.Л. К вопросу о кариотипе *Chironomus plumosus* устьижорской природной популяции Ленинградской области. - Цитология, 1976, т.19, № 10, с.1264-1269.
3. С т е г н и й В.Н. Цитогенетическое исследование видов-двойников *Anopheles* палеарктического комплекса *maculipennis*. - Автореф.канд.дис., Л., 1976. 16 с.
4. Ч е р н о в с к и й А.А. Определитель личинок комаров семейства *Tendipedidae*. М.-Л., 1949, 185 с.
5. Ш и л о в а А.И. Хирономиды Рыбинского водохранилища. Л., 1976. 250 с.
6. G o e t t g h e b u e r M. *Tendipedidae* (*Chironomidae*). - In: Linder, Die Fliegenden palaarktischen Region, Subfamilie *Tendipedinae* (*Chironominae*). Stuttgart, 1937, Lief. 107, 13c, p.1-72.
7. К е у л Н.Г., К е у л I, Die Cytologische Diagnostik der *Chironomiden*. - Arch.Hydrobiol., 1959, vol.56, p.43-57.

8. K e y l H.G., S t r e n z k e K. Taxonomie und Cytologie von Zwei Subspecies der Art Chironomus thummi. - Z.Naturforsch., 1956, vol.11b, p.727-745.
9. R o t h e l s K.H. Black flies sibling, sex and species grouping. - J.Heredity, 1956, vol. 47, N 3, p.113-125.

Институт цитологии АН СССР

УДК 595.771-19

А.И. Ш и л о в а, А.И. Р у з а н о в а

К ФАУНЕ ХИРОНОМИД СРЕДНЕЙ ОБИ
(DIPTERA, CHIRONOMIDAE)

Материалом для сообщения послужили сборы имаго хирономид из района Средней Оби. Приводимый список видов далеко не исчерпывает состав фауны, ибо остались неопределенными многочисленные мелкие ортокладины и виды рода *Procladius*. Но поскольку половозрелые стадии хирономид для данного района не изучались, считаем полезным опубликовать полученные данные.

1. *Psilotanypus imicola* (Kieff.) : 3 ♂♂ собраны 6 VI 1976 у старицы Манатка.
2. *Tanypus punctipennis* (Mg.) : 1 ♂ найден 26 VII 1976 у старицы Манатка.
3. *Ablabesmyia monilis* (L.) : 1 ♂ найден 10 VIII 1975 на берегу пойменного озера близ р.Вах.
4. *Microcricotopus bicolor* (Zett.) : 1 ♂ найден в районе р.Старая Обь 22 VII 1976.
5. *Corynoneura celeripes* Winn. : 1 ♂ найден на берегу р.Старая Обь 8 VII 1976; личинки встречаются довольно часто в планктонных пробах, взятых среди растительности.
6. *Chironomus plumosus* L. : в массе обнаружены ♂♂ и ♀♀ с конца мая до конца августа 1975-1976 гг. у старицы Манатка, озерах Инголдук и Кричиновое; 4 ♂♂ и 5 ♀♀ выведены из личинок, собранных в старице Манатка, а также 1 ♂ из р.Чулым; личинки обитают на серых илах с различным количеством детрита, на илах с примесью глины; в районе Средней Оби *Ch.plumosus* имеет один полный и один неполный лёт: первый с конца мая до конца июня, второй с конца июля до середины августа.
7. *Ch.obtusidens* Goetgh. : 11 ♂♂ найдены 22 VII 1976 в районе Старой Оби; выведены 3 ♂♂ из личинок, собранных в р.Старая Обь; личинки обитают на заиленных песках.

8. *Cryptochironomus defectus* Kieff.: 1 ♂ обнаружен на берегу старицы Манатка 20 VII 1976.

9. *Crypt. supplicans* (Mg.) : 1 ♂ обнаружен у р. Старая Обь 22 VII 1976.

10. *Crypt. psittacinus* (Mg.) : 2 ♂♂ найдены в прибрежной растительности старицы Манатка 3 VII 1976.

11. *Cryptocladopelma viridula* (F.) : 1 ♂ найден в районе р. Старая Обь 22 VII 1976.

12. *Cryptocladopelma* sp. : 2 ♂♂ найдены у старицы Манатка 11 VIII 1976.

13. *Einfeldia carbonaria* (Mg.) : 1 ♂ встречен на берегу Старой Оби 22 VII 1976; личинки очень часто встречаются в районе родников старицы Манатка на серых илах с большой примесью детрита.

14. *Endochironomus albipennis* (Mg.) : 4 ♂♂ обнаружены в начале июня 1976 г. на прибрежной растительности старицы Манатка; выведен 1 ♂; личинки часто встречаются на растениях и корягах.

15. *End. tendens* F. : 1 ♂ найден у оз. Большая Курья 25 VII 1976; личинки встречаются в обрастаниях, а также минируют растения и древесину.

16. *Glyptotendipes mancurianus* Edw. : 1 ♂ найден 5 VI 1976 у оз. Кричиковое; личинки минируют растения и древесину.

17. *Gl. glaucus* (Mg.) : 2 ♂♂ обнаружены 11 VIII 1976 у старицы Манатка; личинки встречаются часто в обрастаниях.

18. *Gl. imbecillis* (Walk.) : 1 ♂ найден 22 VII 1976 в районе Старой Оби; личинки минируют растения.

19. *Parachironomus arcuatus* G. : 2 ♂♂ обнаружены 1 VII 1974 у старицы Ягодная.

20. *P. frequens* Joh. : 1 ♂ встречен 25 УП 1976 у оз. Большая Курья.

21. *P. cinctellus* Goetgh. : 1 ♂ найден 25 VII 1976 у оз. Большая Курья; вид впервые указывается для фауны СССР.

22. *Lauterborniella agrailoides* Kieff. : 1 ♂ найден у оз. Чертоколь 26 VII 1976.

23. *Cladotanytarsus mancus* (Walk.) : 3 ♂♂ встречены в июле и августе 1976 г. в районе старицы Манатка.

24. *Cl. nigrovittatus* G. : 1 ♂ найден 11 VIII 1976 у старицы Манатка.

25. *Tanytarsus lestagei* G. : 2 ♂♂ найдены на берегу истока Манатки 25 IX 1976.

26. *T. volgensis* Miseiko : 1 ♂ найден 25 VII 1976 у р. Старая Обь.

27. *T. bathophilus* Kieff. : 1 ♂ найден у старицы Манатка 4 VI 1976.

28. *Stempellinella minor* Edw. : 1 ♂ обнаружен в районе истока Манатки 25 IX 1976.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР
Томский государственный университет

УДК 597.554.3-15

Д.В. Радаков

О РЕАГИРОВАНИИ ВЕРХОВКИ
НА ГРУППУ РЫБ ТОГО ЖЕ ВИДА
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАССТОЯНИЯ

Поведение рыб, особенно стайных, в очень большой степени зависит от поведения и количества их „соседей“ [1 - 3, 5, и др.]. Реакция рыбы на любой раздражитель (кроме чрезмерно сильных) представляет собой ответ, в котором в интегрированной форме отражается как действие этого раздражителя, так и влияние „соседей“, если они есть, на данную особь [4].

Мы поставили перед собой задачу определить, хотя бы в первом приближении, каково предельное расстояние (в известном направлении), на котором „соседи“ еще оказывают влияние на особь? Работа выполнена на базе лаборатории ихтиологии Института биологии внутренних вод Академии наук СССР в сентябре 1976 г.

Для опытов использовали устройство, которое состояло из 11 каналов со стеклянными стенками (рис.1.); длина каналов 2 м, ширина 15 см, глубина (до поверхности воды) 20 см. Концы каналов были закрыты сетчатыми перегородками, предотвращавшими выход рыбы из установки. В каналах создавали течение со скоростью около 10 см/с. В один из крайних каналов (№ 1) помещали верховку (*Leucaspis delineatus* Heck.). Это был самец длиной 56 мм с половыми продуктами во 2-й стадии зрелости. В соседний с 1-м каналом или дальше от него помещали подвижный контейнер для рыб, который представлял собой проволочный каркас с натянутыми мелкоячеистой сеткой торцовыми стенками и дном; боковых стенок каркас не имел, так как ширина контейнера соответствовала ширине канала. В контейнере находились 25 верховок. Контейнер можно было перемещать вдоль канала как по течению, так и против него. В первой серии опытов контейнер помещали в отсек № 2, во второй - в отсек № 3 и т.д. (до отсека № 6). Оказавшиеся при этом ненужными стеклянные стенки промежуточных каналов убирали. Стаю верховок в контейнере перемещали вверх или вниз по течению. Опыт состоял в определении реакции рыбы в канале № 1 на перемещение

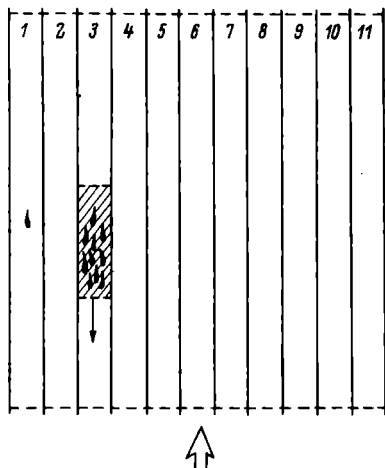


Рис.1. Опытная установка, вид сверху.

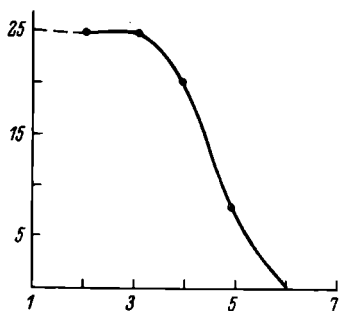


Рис.2. Количество следований верховки в зависимости от удаленности стаи.

По оси ординат – количество следований; по оси абсцисс – номера каналов.

стаи, находившейся в контейнере в одном из других каналов. Каждый опыт (протягивание контейнера вверх или вниз по течению) повторяли 25 раз, кроме протягиваний в канале № 6, где их повторяли 15 раз. Работу проводили в большом зале лабораторного корпуса при дневной освещенности, между 12 и 17 ч. Результаты опытов оказались следующими.

Когда контейнер со стаей верховок находился в канале № 2 (соседнем с каналом № 1, в котором была подопытная верховка) или в канале № 3, то она как при неподвижном положении контейнера, так и при его движении вверх и вниз по течению настойчиво держалась рядом с рыбами в контейнере, для чего ей при движении контейнера приходилось соответственно перемещаться по „своему“ каналу. Когда контейнер помещали в канал № 6, то подопытная верховка не проявляла никакой реакции на движение рыб, находившихся в нем. Движение контейнера с рыбами в каналах № 4 и № 5 вызывало определенную реакцию следования за собой у верховки в канале № 1, причем более сильную в канале № 4.

Количество „неуклонных следований“ подопытной особи за верховками, находившимися в контейнере при его перемещении, по тому или иному каналу (т.е. на том или ином расстоянии от этой особи) показано на рис.2. Предельное расстояние, на котором в

условиях наших опытов одиночная верховка проявляет еще заметную реакцию на группу рыб своего вида (25 особей), составляет более 60 см, но менее 75 см. При расстоянии между этой верховкой и группой около 30 см первая следует за второй в 100% случаев (при движении рыб против течения), а при увеличении этого расстояния влияние группы на подопытную особь резко уменьшается.

Характер изменения силы реакции одиночной верховки на движение группы рыб того же вида, находящейся в контейнере, вниз по течению такой же, как и в случае движения его против течения, но предельное расстояние, на котором перемещение контейнера с рыбами уже не вызывает следования за собой подопытной верховки, составляет около 60 см, а при расстоянии около 45 см такое следование наблюдалось всего в одном случае из 25.

Отметим также, что при движении контейнера вверх по течению в канале № 5 верховка сразу не сопровождала его, но в 9 случаях из 25 все же переходила в „верхний“ конец канала, где уже стоял переведенный туда контейнер, с опозданием на несколько секунд или несколько десятков секунд, как бы по памяти.

Приведенные данные мы рассматриваем как ориентировочные. Они характеризуют реакцию рыбы только одного вида - верховки - на группу рыб этого вида из 25 особей в определенный период жизненного цикла этой рыбы и при определенных условиях прозрачности, температуры воды и т.д. Вероятно, ходовые стаи верховки большей численности, чем в наших опытах, сильнее (на большем расстоянии) „притягивают“ одиночных верховок, т.е. вызывают их следование за собой. С другой стороны, вряд ли можно сомневаться в том, что большая мутность воды уменьшает это расстояние. Расстояние, на котором данная особь реагирует на группу рыб своего вида и изменение силы ее реакции в пределах этого расстояния, зависит, по всей вероятности, также от относительного положения рассматриваемой рыбы и группы в пространстве и от того, что делают рыбы в группе: неподвижны они или идут в ту же сторону, что и данная рыба, или навстречу ей и т.д.

Все же приведенные данные позволяют сделать следующий общий вывод. Стаю верховки, а также несомненно и других рыб можно рассматривать как совокупность зон реагирования особей, составляющих стаю. В стаях, состоящих из немногочисленных особей, все эти зоны в той или иной мере перекрываются; если же стая достаточно велика, т.е. превышает по объему индивидуальную зону реагирования, то перекрывается только часть этих зон.

Один из путей познания механизмов, обеспечивающих согласованность и в конечном счете биологическую эффективность маневров стаи рыб, состоит в более глубоком исследовании затронутых здесь закономерностей их поведения.

1. Г е р а с и м о в В.В. Пищевое поведение мурманской сельди в стае и вне стаи в аквариальных условиях. - Тр.Мурманск. морск.биол. ин-та, 1962, т. 2, вып.4/8, с.254-259.
2. Н и к о л ь с к и й Г.В., К у к у ш к и н А.А. К вопросу о влиянии плотности посадки на интенсивность потребления корма рыбами. - Зоол.журн., 1943, т.22, вып.2, с.120-125.
3. Р а д а к о в Д.В., М о ч е к А.Д. О взаимной стимуляции в стае *Pristella riddlei* Meek и *Rhodeus Sericeus* (Pallas). - Вopr.ихтиол., 1972, т.12, № 3, с.582-584.
4. B r e d e r C.M. Studies on social groupings in fishes. - Bull. Amer. Mus.Natur.Hist., 1959, vol.117, N 6, p.397-481.
5. W e l t y J.C. Experiments in group behaviour of fishes; a study of the influences of the group on individual behaviour. - Physiol.Zool., 1934, vol.7, N 1, p.85-128.

Институт эволюционной морфологии
и экологии животных АН СССР

УДК 556.552

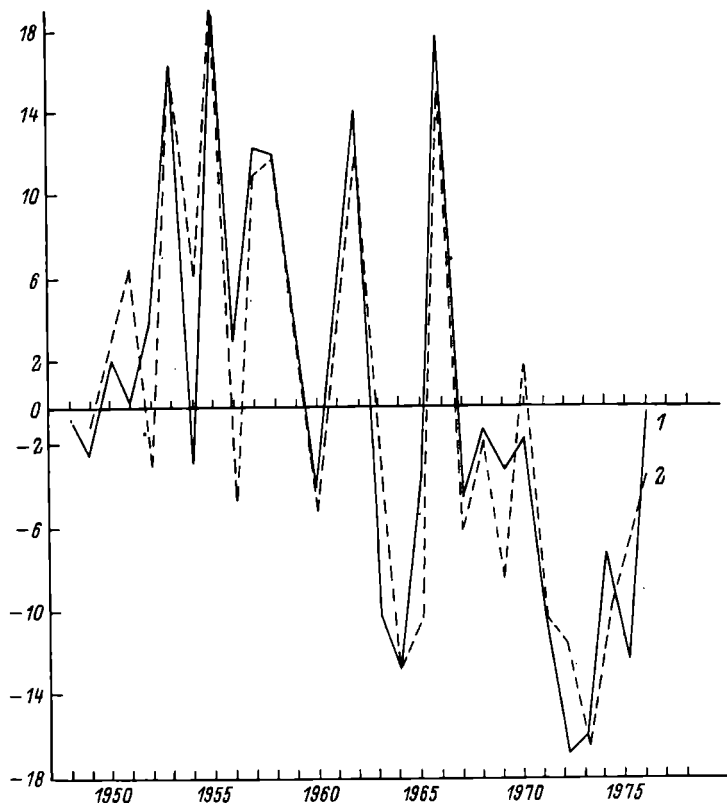
И.Ф. Ф о м и ч е в, А.С. Л и т в и н о в

О ГОДОВЫХ ВОДНЫХ БАЛАНСАХ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Согласно рассчитанному по нормативным данным Рыбинской гидрометеорологической обсерваторией среднему многолетнему водному балансу Рыбинского водохранилища поверхностный приток равен 33.2 км^3 , что составляет 92.6% от суммы приходных компонентов баланса, а величина осадков - 2.8 км^3 (7.4%) [2]. В расходной части баланса сток из водохранилища равен 34.1 км^3 (94.2%), а испарение - 1.9 км^3 (5.8%) [2].

Анализ годовых балансов водохранилища за период его нормальной эксплуатации ¹ (1948-1976 гг.), выполненный нами, показывает, что средний многолетний приток в водохранилище составляет 30.812 км^3 (93.8%), осадки на зеркало - 2.168 км^3 (6.2%) от суммы приходных элементов (табл.1). Сток из водохранилища равен 29.683 км^3 (90.4%), испарение - 2.216 км^3 . Таким образом, фактический приток в водохранилище за рассматри-

¹ Наполнение Рыбинского водохранилища началось в 1941 г., а закончилось в 1947 г.



Отклонение компонентов водного баланса от средних многолетних значений.

1 - приток, 2 - сток. По оси ординат - отклонение от среднего многолетнего, км³; по оси абсцисс - годы.

ваемый период был меньше на 2.388 км³, а сток на 4.417 км³, чем рассчитанный по нормативным данным.

В многолетнем аспекте приходные и расходные составляющие водного баланса могут значительно отличаться от приведенных величин (см. рисунок). Особенно заметно это отличие в многоводные и маловодные годы. Так, в многоводный 1955 г. объем притока в водохранилище составил 157% от среднего, а в маловодный 1972 г. - только 52%. В экстремальные по водности годы величины притока и стока могут отличаться более, чем в 3 раза (табл.1). Это безусловно не может не сказаться на динамике вод в водохранилище и условиях обитания в нем гидробионтов. В эти годы изменяются не только абсолютные величины приходных и расходных частей баланса, но и соотношение их элементов (табл.2). Если в многоводный год на долю поверхностного притока приходится 95.3%,

Т а б л и ц а 1

Средний многолетний годовой баланс Рыбинского водохранилища
и пределы колебаний отдельных составляющих за 1948-1976 гг., км³

Составляющие водного баланса	Средний приход	Пределы колебаний	Составляющие водного баланса	Средний расход	Пределы колебаний
Поверхностный приток	30.812	14.965-49.750	Сброс через Рыбинский гидроузел	29.683	14586- 47.420
Осадки на зер- кало водохрани- лища	2.168	1.246-2.870	Испарение	2.216	1.590- 3.365
			Фильтрация	0.491	-
			Изменение объема водо- хранилища	0.319	
Ошибка, %	0.42	-	Ошибка, %	0.42	-
км ³	0.140	-	км ³	0.138	
Итого:	32.847	-	Итого:	32.847	-

а на осадки 3.8%, то в маловодный год доля осадков в общем приходе возрастает до 7.2%, несмотря на уменьшение их по абсолютной величине (1955 г. - 1.95 км³, 1972 г. - 1.25 км³).

При оценке ряда среднегодового притока в водохранилище критерием серий [1] устанавливается присутствие тренда при уровне значимости $\alpha = 0.05$. Годы с величиной притока выше среднего в период с 1948 по 1962 г. повторялись 11 раз, а с 1963 по 1976 г. - 1 раз; годы с величиной стока выше среднего - соответственно 10 и 2 раза.

Исследования уровня озер северо-запада ЕТС выявили наличие внутривековых циклов в колебаниях уровня продолжительностью 25-33 года [4]. Каждый из таких циклов включает многоводную и маловодную фазу. Анализ водного баланса оз.Кубенского [3] показал, что последний цикл колебаний его водности начался в 1951 г. При этом первая половина цикла (1951-1962 гг.) составила многоводную фазу, а с 1963 г. началась маловодная фаза. Поскольку бассейн оз.Кубенского примыкает к бассейну Рыбинского водохранилища и они расположены в одной климатической зоне, то очевидно, что наличие тренда в среднегодовом притоке Рыбинского водохранилища также связано с внутривековыми колебаниями водности.

Т а б л и ц а 2

Водный баланс Рыбинского водохранилища за характерные годы

Составляющие водного баланса	Многоводный 1955 г.		Маловодный 1972 г.	
	км ³	%	км ³	%

П р и х о д

Поверхностный приток	49.49	95.3	15.87	90.9
Осадки на зеркало водохранилища	1.95	3.8	1.25	7.2
Объем воды во всплывшем льде со снегом	0.49	0.9	0.33	1.9
Итого:	51.93	100.0	17.45	100.0

Р а с х о д

Сток через Рыбинский гидроузел	47.51	95.9	19.52	89.0
Испарение	1.50	3.0	2.12	9.7
Потери воды при оседании льда со снегом	0.54	1.1	0.23	1.3
Итого:	49.55	100.0	21.92	100.0
Аккумуляция в чаше водохранилища	-0.75	-	-5.08	-
Невязка водного баланса	3.13	5.9	0.61	2.7

В многоводную фазу объем притока в водохранилище равнялся 35.94 км³, что на 5.12 км³ больше средней многолетней величины, а сток из водохранилища превысил средний многолетний на 6.03 км³. В маловодную фазу объем притока составил только 24.26 км³, т.е. был на 6.55 км³ меньше среднего многолетнего, а сток - 24.72 км³ или на 4.96 км³ меньше среднего.

Несмотря на большую регулируемую емкость Рыбинского водохранилища, наличие многоводной и маловодной фаз за рассматриваемый период сказалось и на его уровне. В многоводную фазу (1948-1962 гг.) средний уровень водохранилища превышал средний многолетний на 21 см, а в маловодную фазу (1963-1976 гг.) был на 25 см ниже.

1. Бенд ат Дж., П и р с о л А. Измерение и анализ случайных процессов. М., 1974. 463 с.
2. Г и д р о м е т е о р о л о г и ч е с к и й режим озер и водохранилищ СССР. Водохранилища Верхней Волги. Под ред.З.А. Викулиной, В.А. Знаменского. Л., 1975. 292 с.
3. О з е р о К у б е н с к о е. Под ред.Т.И. Малининой, И.М. Распопова. Л., 1977. 306 с.
4. Ш н и т н и к о в А.В. Внутривековая изменчивость общей увлажненности бассейна Ладожского озера. - В кн.: Гидрологический режим и водный баланс Ладожского озера. Л., 1966, с.5-57.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 556.551.47

Н.Н. Г у с е в а, С.И. Т р е т ь я к о в а

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО В ВОДЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В настоящей работе обобщены материалы 1964-1973 гг. Сбор их производился в ежемесячных рейсах на 13-20 станциях с мая по ноябрь. Органическое вещество характеризовалось по цветности, перманганатной и бихроматной окисляемости воды. Определения велись общепринятыми методами [1].

Перманганатная окисляемость изменялась в пределах от 6.9 до 19.4 мг О/л, бихроматная - от 20.5 до 56.7 мг О/л, цветность - от 15 до 66°.

В сезонной динамике окисляемости и цветности воды для всего водохранилища в целом выявилась сходная, повторяющаяся по годам закономерность (табл.1). В период весеннего паводка (май,июнь) и летом (по сентябрь) наблюдался относительно высокий уровень этих показателей. В октябре-ноябре их значения были наименьшими. Высокая окисляемость и цветность воды весной обусловлены значительным поступлением взвешенных и растворенных органических веществ с паводочными водами рек Волги и Камы. Весенний пик цветности и бихроматной окисляемости наблюдался в мае в связи с увеличенным выносом окрашенных и легкорастворимых веществ.

Снижение цветности воды начиналось с июня, когда ее показатели по сравнению с маем были ниже примерно в 1,2-1.3 раза. В августе-сентябре цветность воды несколько возрастала вследствие выпадения осадков и последующего берегового смыва. Сезонные различия перманганатной и бихроматной окисляемости выражены

Т а б л и ц а 1

Среднемноголетние показатели (1964-1973 гг.) прозрачности, цветности и окисляемости воды по месяцам

Показатель	У	У1	УП	УПІІ	1Х	Х	Х1
Прозрачность, м	0.4	0.7	1.1	1.1	1.0	0.9	0.9
Цветность, град.	42	36	34	36	35	30	33
Окисляемость, мг, О/л							
перманганатная	8.1	8.9	8.5	8.6	8.0	7.9	7.2
бихроматная	29.2	28.8	28.4	28.4	29.3	25.6	24.6
Отношение перманганатной окисляемости к бихроматной, %	28	31	30	31	27	30	29

Т а б л и ц а 2

Среднемноголетние показатели (1964-1973 гг.) прозрачности, цветности и окисляемости воды по плесам

Показатель	Волж-ский	Волго-Кам-ский	Тетюш-ский	Ундор-ский	Улья-нов-ский	Ново-деви-чен-ский	Прип-лотин-ный	Черем-шанский залив
Прозрачность, м	0.7	0.6	0.6	0.9	0.9	1.1	1.2	0.8
Цветность, град.	39	36	37	35	35	34	33	31
Окисляемость, мг О/л								
перманганатная	8.9	8.1	8.1	7.8	7.8	7.5	7.6	7.1
бихроматная	28.5	29.2	27.7	27.5	27.6	27.6	27.0	26.9
Отношение перманганатной окисляемости к бихроматной, %	31	28	29	29	28	27	28	25

слабее. Высокие и сравнительно близкие показатели оставались в течение мая-июля вследствие повышенного содержания аллохтонного органического вещества. В июле и августе окисляемость несколько увеличивалась, что связано с появлением автохтонного органического вещества в результате интенсивного размножения планктона. Более четко это выражено для бихроматной окисляемости, средняя величина которой летом достигала весенних показателей, а в отдельные годы даже превышала их.

По акватории водохранилища за весь вегетационный период цветность и окисляемость воды изменялись в небольших пределах с тенденцией к снижению их показателей от верховья к плотине (табл.2).

Наиболее высокие показатели цветности и окисляемости воды в верхних плесах – Волжском, Волго-Камском и Тетюшском, принимающих волжские и камские воды. В нижней части водохранилища – Новодевичинском, Приплотинном плесах и Черемшанском заливе – отмечалось снижение этих величин. В отдельные сезоны эти соотношения по плесам менялись за счет биохимических процессов. Такой характер распределения показателей цветности и окисляемости воды обусловлен, по-видимому, седиментацией взвешенных органических веществ и частичным выцветанием воды. Это подтверждается динамикой прозрачности воды.

Можно допустить, что различия в содержании органического вещества по продольной оси водохранилища обусловлены биологическими процессами, более интенсивно протекающими в нижних плесах водохранилища. Это подтверждается также отношением перманганатной окисляемости к бихроматной, величина которого в нижних плесах снижалась до 25-27%, что характерно для органического вещества планктонного происхождения [4].

Из всего изложенного следует, что в воде Куйбышевского водохранилища преобладает аллохтонное органическое вещество, поступающее со стоком рек. Летом возрастает роль органического вещества планктонного происхождения, возникающего главным образом в нижних плесах и заливах.

В разные годы показатели цветности и окисляемости воды подвержены значительным колебаниям. С 1958 по 1973 г. средние показатели органического вещества значительно изменились в зависимости от объема водного стока. Цветность и окисляемость воды в многоводные годы (1958, 1962, 1965, 1966, 1970) повышались по сравнению с маловодными примерно в 1.5-2 раза.

Значительный интерес представляет рассмотрение динамики органического вещества в период становления и последующей стабилизации Куйбышевского водохранилища (табл.3).

В первые годы (1958-1959) наблюдались высокие показатели органического вещества. Это связано с поступлением его из затопленных угодий, распадом затопленной растительности и высокой продуктивностью фитопланктона. По мере затухания указанных процессов содержание органического вещества заметно снижалось и в 1960-1963 гг. стабилизировалось на сравнительно низком уровне.

Т а б л и ц а 3

Среднемноголетние показатели цветности и окисляемости воды в период становления и стабилизации Куйбышевского водохранилища

Показатель	Период становления	Период стабилизации	
	1958-1959 гг.	1960-1963 гг.	1964-1973 гг.
Цветность, град.	35	36	35
Окисляемость, мг О/л			
перманганатная	9.2	7.1	8.2
бихроматная	31.4	25.4	27.7

В последующие 10 лет (1964-1973) содержание органического вещества по сравнению с периодом стабилизации водохранилища повысилось примерно в 1,3 - 1,4 раза. Увеличение содержания органического вещества подтверждается также нашими данными за 1966-1968 гг. по стоку его из Куйбышевского водохранилища в нижний бьеф.

Возможно, что увеличение содержания органического вещества в воде Куйбышевского водохранилища в последние годы связано с накоплением обогащенных органическим веществом аллохтонных и автохтонных илов, откуда оно поступает в воду при ветровом перемешивании. Накоплению органического вещества в грунтах в первые годы существования водохранилища препятствовали наносы (в основном минеральной природы), образовавшиеся в процессе интенсивного размыва берегов и ложа водохранилища [2,5]. Следует полагать, что в настоящее время интенсивность этих процессов значительно снизилась, а доля органического вещества в иловых отложениях возросла. Наши прежние исследования показали, что накопление органического вещества в грунтах наряду с увеличением общей заиленности началось с 1963 г., что особенно заметно в нижней части водохранилища и в заливах [3].

Л и т е р а т у р а

1. А л е к с и н О.А., С е м е н о в А.Д., С к о п и н ц е в Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л., 1973. 270 с.
2. Б а р а н о в И.В. Термический и гидрохимический режим Волги и Куйбышевского водохранилища в 1955-1957 гг. - Тр.Тат. отд-ния ВНИОРХ, 1958, вып.8, с.47-57.

3. Г у с е в а Н.Н., М а к с и м о в а М.П. Органическое вещество в донных отложениях Куйбышевского водохранилища. - Матер. 1-й конф. по изуч. водоемов бас. Волги, Куйбышев, 1971, с.60-67.
4. С к о п и н ц е в Б.А. О соотношении между кислородом окисляемости и органическим углеродом и общим содержанием органического вещества в природных водах. - Гидрохим.матер., 1950, т.18, с.57-58.
5. Ш и р о к о в В.М. К вопросу изучения динамики подводного рельефа Куйбышевского водохранилища. Куйбышев, 1963, вып.4, с.141-155.

Куйбышевская станция
Института биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 556.551.4

С.И. Т р е т ь я к о в а

РАСТВОРЕННЫЙ КИСЛОРОД
И ДВУОКИСЬ УГЛЕРОДА В ВОДЕ
КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1975-1976 гг.

Режим растворенных газов в водохранилище весьма своеобразен и динамичен; он определяется сложным комплексом гидрометеорологических и биологических факторов.

Наблюдения проводились в вегетационный период (май-октябрь) на 12 постоянных станциях, характеризующих всю акваторию водохранилища. Пробы воды отбирались ежемесячно с поверхности и из придонного горизонта в 0.5 м от дна батометром Молчанова. В местах отбора проб глубина колебалась в пределах 10-30 м. Определения велись по общепринятой методике [1].

Годы исследований отличались по гидрометеорологическим условиям. Для 1975 г. характерен очень низкий уровень воды: приток с основных рек составлял 150.3 км³, а боковая приточность оказалась ниже нормы на 41%. Температура воды в этом году была на 2.4-3.5° выше обычной (в среднем за вегетационный период 17.3°). В 1976 г. приточность воды была выше (179.6 км³). Для этого года характерны частые дожди и низкая температура, в среднем 14.3°.

Гидрометеорологические условия 1975 г. способствовали высокому насыщению воды кислородом. Его содержание в среднем за вегетационный период равнялось на поверхности 9.8 мг/л (или 100.3% насыщения) и у дна 8.0 мг/л (или 80.1%). Концентрация свободной СО₂ была в поверхностном слое 6.4 мг/л, в придонном - 10.7 мг/л. Концентрация водородных ионов (рН) находилась

в пределах 7.9–8.2. В 1976 г. пределы колебаний среднего содержания растворенного кислорода меньше, чем в 1975 г., а соответственно двуокиси углерода больше (табл.1).

В сезонной динамике растворенных газов в исследуемые годы выявились в основных чертах те же закономерности, что и в предыдущие годы [2–4]. Сезонный характер колебаний растворенных газов в значительной степени регулируется температурой воды и интенсивностью продукции фитопланктона, что наиболее четко выявилось в 1975 г. (табл.1).

Уже в мае этого года отмечалось высокое насыщение воды кислородом на целом ряде плесов (Тетюшский, Ундорский, Ульяновский, Черемшанский залив). Концентрация кислорода здесь возрастала в поверхностном слое в среднем до 10.6–13.3 мг/л (115–117% насыщения) за счет более раннего и интенсивного развития водорослей, а в придонном слое снижалась примерно в 1.8–2 раза. Содержание свободной CO_2 на этих участках в поверхностном слое понижалось до 0.5–5.8 мг/л, а величина pH возрастала до 8.8. Содержание кислорода в августе было максимальным за весь вегетационный период и составило в среднем в поверхностном слое 12.4 мг/л (132% насыщения), в придонном – 6.9 мг/л (75%). Это совпало с максимальной численностью фитопланктона, которая в августе равнялась 95 млн. кл./л. В сентябре вследствие снижения фотосинтеза и повышения интенсивности распада органического вещества содержание кислорода снизилось в среднем до 8.4 мг/л (84%), а в октябре в связи с похолоданием вновь возросло до весенних величин.

Весной и летом концентрация свободной CO_2 наименьшая, а к осени ее содержание увеличилось. Величина pH в воде водохранилища в 1975 г. оставалась повышенной в течение всего весенне-летнего периода и изменялась в обратной зависимости по сравнению с содержанием свободной CO_2 . В период фотосинтеза (июнь, август) отмечены наиболее высокие показатели pH (8.2–8.4), в октябре – наиболее низкие (7.9).

По акватории водохранилища содержание в воде растворенного кислорода и величины pH от верхних участков к нижним возрастали, а концентрация свободной CO_2 убывала (табл.2).

В 1976 г. в связи с неблагоприятными условиями (низкая температура воды, осадки, ветровое перемешивание и др.) и слабо выраженным „цветением“ воды концентрация кислорода в течение всего вегетационного периода была в поверхностном слое 8.8 мг/л, в придонном – 7.8 мг/л. Содержание свободной CO_2 оставалось повышенным в течение всего вегетационного периода (в среднем 9.2 мг/л). Величина pH колебалась от 7.4 до 8.2. Это связано не только с понижением продукции фитопланктона, но и с поступлением органического вещества из придонных горизонтов при ветровом перемешивании. В сезонном аспекте содержание исследованных растворенных газов в основных чертах повторяло закономерности, которые были отмечены в 1975 г., но в менее выраженной форме и со смещением во времени.

Т а б л и ц а 1

Сезонная динамика температуры, кислорода, свободной углекислоты, рН воды Куйбышевского водохранилища в 1975-1976 гг.
(средние величины)

	Гори- зонт	Темпе- ратура воды, °C	O ₂ , мг/л	O ₂ ,% насыще- ния	CO ₂ , мг/л	pH
1975 г.						
Май	О	16,7	10.7	111.9	5.3	8.17
	Дно	13.9	8.8	83.0	13.3	7.75
Июнь	О	18.8	9.5	97.9	7.2	8.18
	Дно	17.4	8.2	83.1	13.4	7.84
Июль	О	20.7	8.0	86.9	7.2	8.00
	Дно	19.9	6.8	72.9	10.3	7.81
Август	О	22.5	12.4	132.7	3.6	8.48
	Дно	20.9	6.9	74.9	9.4	7.86
Сентябрь	О	16.9	8.6	86.3	6.0	8.37
	Дно	16.5	8.2	82.2	7.6	8.25
Октябрь	О	10.8	9.7	86.0	8.8	7.99
	Дно	10.7	9.6	85.0	10.2	7.95
Среднее:	О	17.7	9.8	100.3	6.4	8.18
	Дно	16.5	8.0	80.1	10.7	7.91
1976 г.						
Май	О	9.1	8.9	75.7	10.2	7.44
	Дно	7.8	8.2	68.0	10.9	7.42
Июнь	О	15.7	7.9	78.2	7.5	7.50
	Дно	16.0	7.4	72.9	7.9	7.43
Июль	О	18.2	8.3	85.4	6.6	7.83
	Дно	17.1	7.3	73.3	11.2	7.53
Август	О	21.0	8.2	88.4	8.8	7.88
	Дно	20.4	6.8	73.0	11.0	7.69
Сентябрь	О	16.1	9.3	92.2	7.2	8.29
	Дно	16.0	8.2	81.1	8.9	8.23
Октябрь	О	7.7	10.3	87.7	14.8	7.62
	Дно	7.6	8.9	74.3	16.3	7.57
Среднее:	О	14.6	8.8	84.6	9.2	7.76
	Дно	14.2	7.8	73.7	11.0	7.64

П р и м е ч а н и е. О - поверхностный горизонт, дно - придон-
ный горизонт.

Т а б л и ц а 2

Температура, кислород, свободная углекислота, pH воды в плесах Куйбышевского водохранилища в 1975-1976 гг. (средние величины с мая по октябрь)

Плес	Горизонт	Температура воды, °C	O ₂ , мг/л	O ₂ , % насыщения	CO ₂ , мг/л	pH
------	----------	----------------------	-----------------------	------------------------------	------------------------	----

1975 г.

Волжский	О	17.6	8.7	87.8	8.8	8.04
	Дно	17.4	8.3	84.2	10.3	8.00
Волго-Камский	О	17.4	8.9	91.0	8.3	8.10
	Дно	16.7	8.3	82.0	11.6	7.90
Тетюшский	О	17.7	9.4	104.5	6.5	8.20
	Дно	16.9	7.9	79.0	10.7	7.89
Ундорский	О	17.4	9.6	97.1	6.8	8.22
	Дно	16.2	8.0	79.1	11.3	7.90
Ульяновский	О	18.2	10.8	112.6	5.0	8.37
	Дно	16.4	8.4	83.6	9.8	7.84
Новодевиченский	О	18.2	11.5	113.6	4.2	8.2
	Дно	16.4	8.4	83.6	9.8	7.8
Приплотинный	О	17.7	10.0	103.7	4.2	8.3
	Дно	15.8	8.0	78.0	9.5	7.9
Черемшанский залив	О	18.1	11.1	115.6	4.0	8.4
	Дно	16.2	7.7	69.7	12.4	7.8

1976 г.

Волжский	О	14.0	7.8	78.3	9.2	7.7
	Дно	14.1	6.9	65.6	10.3	7.6
Волго-Камский	О	14.2	8.2	79.3	9.7	7.7
	Дно	13.6	7.7	72.2	10.9	7.6
Тетюшский	О	14.7	9.1	88.3	10.3	7.7
	Дно	14.3	7.8	74.3	11.2	7.5
Ундорский	О	15.1	8.3	80.2	9.9	7.6
	Дно	14.5	7.5	71.9	10.7	7.6
Ульяновский	О	15.3	8.8	90.3	8.6	7.7
	Дно	14.6	8.2	78.3	10.9	7.5
Новодевиченский	О	16.0	9.7	95.3	7.96	8.0
	Дно	14.1	8.6	80.1	11.8	7.6
Приплотинный	О	14.1	9.3	89.2	9.2	7.7
	Дно	14.0	8.4	79.2	12.2	7.5
Черемшанский залив	О	15.3	10.4	97.7	6.8	8.2
	Дно	14.1	7.6	72.4	10.0	7.9

П р и м е ч а н и е. О - поверхностный горизонт, дно - придонный горизонт.

По акватории водохранилища в 1976 г. отмечалось сравнительно равномерное распределение O_2 и CO_2 (табл.2). Исключение составлял лишь Черемшанский залив (глубина 10 м), где вследствие „цветения“ воды насыщение ее кислородом было выше и составляло 10.4 мг/л на поверхности и в 1.5 раза меньше на дне. Содержание CO_2 в поверхностном слое снижалось до 6.8 мг/л. На других плесах водохранилища в 1976 г. в содержании O_2 и CO_2 существенных различий не наблюдалось, так как процессы фотосинтеза были ослаблены.

Таким образом, исследования, проведенные в 1975-1976 гг. по режиму растворенного кислорода и двуокиси углерода, показали некоторые его различия. Это было обусловлено гидрометеорологическими и биологическими факторами.

Л и т е р а т у р а

1. А л е к и н О.А., С е м е н о в А.Д., С к о п и н ц е в Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л., 1973. 270 с.
2. Г у с е в а Н.Н. Газовый режим Куйбышевского водохранилища в связи с гидрометеорологическими условиями. - Матер. 1 науч. - техн. совещ. по изуч. Куйбышевского водохр., Куйбышев, 1963, вып.3, с.34-41.
3. Г у с е в а Н.Н., Д з ю б а н Н.А. Динамика растворенных газов и величина рН в воде Куйбышевского водохранилища в период становления (1957-1968 гг.) - Матер. XXIII гидрохим. совещ., Новочеркасск, 1969, с.54-56.
4. З е н и н А.А., К и р ю ш к и н а В.В. Особенности гидрохимического режима Куйбышевского водохранилища. - Тез. докл. 1 науч.-техн. совещ. по: вопр. изуч. Куйбышевского водохр., Ставрополь на Волге, 1962, с.23-25.

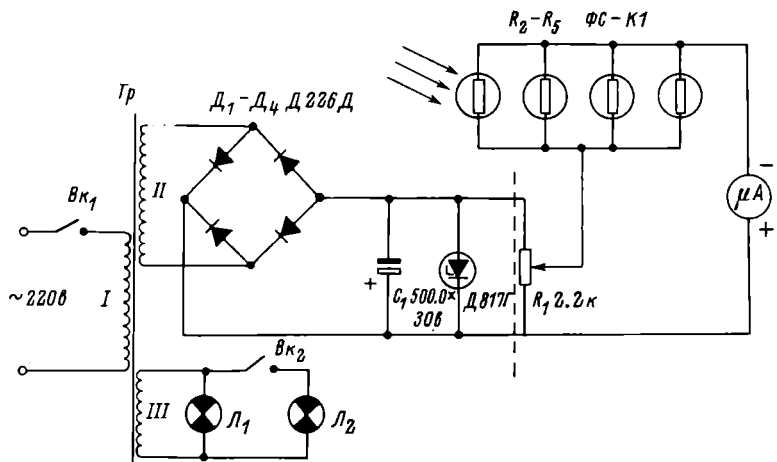
Куйбышевская станция
Института биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 57.08

И.М. Б а л о н о в

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОСВЕЩЕННОСТИ В МИКРОСКОПЕ

Большая часть фотонасадок, применяемых в микроскопии, не имеет экспонометра. Фирмой ЛОМО выпускаются автоматические микрофотонасадки МФЭН-1, однако отдельных приборов, с помощью которых возможно определение освещенности объекта в микроскопе



Принципиальная схема прибора (левая часть – стабилизированный выпрямитель, правая – измерительно-регистрирующая схема).

Тр – трансформатор, I–III – обмотка трансформатора, ВК₁ – тумблер включения прибора, ВК₂ – тумблер лампы подсветки, Д₁–Д₄ – выпрямительный мост, С₁ – электролитический конденсатор, Д817Г – стабилитрон, R₁ – переменное сопротивление, R₂–R₅ – фоторезисторы, Л₁ – индикатор напряжения, Л₂ – лампа подсветки шкалы микроамперметра.

и пригодных для использования с фотонасадками других марок, пока в продаже нет.

Предлагаемый нами прибор прост в использовании и может быть изготовлен без применения дорогостоящего оборудования. Он представляет собой модификацию стандартной схемы подключения фотосопротивлений к измерительному прибору [2,5] и состоит из стабилизированного выпрямителя и измерительно-регистрирующей части (см.рисунок).

Прибор работает от сети. При этом переменное напряжение с обмотки трансформатора подается на мост, собранный на диодах Д226Д. Колебания выпрямленного напряжения сглаживаются конденсатором и стабилитроном. Затем оно поступает на переменное сопротивление, с помощью которого можно регулировать подаваемое на сернисто-кадмиевые фоторезисторы постоянное напряжение и этим изменять их ток. Подбором определенной величины напряжения достигается желаемая чувствительность и диапазон работы прибора.

В качестве регистрирующего прибора в схеме использован микроамперметр Ц28М, что позволило измерять малые величины тока фоторезисторов.

Лампы (L_1 , L_2) подключены к обмотке III трансформатора. Они необходимы как индикатор подготовки прибора к работе и для подсветки шкалы микроамперметра. Схема монтируется в корпусе размером 100x150x80 мм с наклонной панелью.

Перед работой прибор тарируется. Для этого лишь один фоторезистор включается в схему и крепится на устройстве контроля резкости изображения фотонасадок МФН-7, МФН-8, МФН-11, МФН-12 или аналогичных им импортных. Тарировка производится по методу Л.А. Федина и И.Я. Барского [3]. Обработка контрольных фотоматериалов ведется по принятой технике проявления [4].

Прибор может быть применен для определения освещенности и на электронном микроскопе в том случае, когда фотоэкспонومتر в нем отсутствует. Для этого все 4 фоторезистора крепятся на кронштейнах перед боковыми обзорными окнами и направляются на экран электронного микроскопа. Однако желательно дополнение нашего прибора одной из стандартных схем реле времени [1,2].

Если тарировка проводилась по люксметру Ю-17, схема может быть использована для измерения освещенности в сосудах при культивировании водорослей. Причем возможно добавление фоторезисторов по числу сосудов. Однако включать их в схему следует через тумблеры.

Наш прибор выгодно отличается от существующей схемы фотонасадки МФЭН-1 простотой в обращении, портативностью, универсальностью использования, надежностью в работе и не содержит дефицитных деталей.

Прибор был изготовлен в мастерской Института биологии внутренних вод АН СССР и успешно прошел 4-летнее испытание, показав хорошие эксплуатационные качества.

Л и т е р а т у р а

1. Генкал С.И., Шманев С.В. Реле времени к электронному микроскопу BS -242В. - Информ.бюл. „Биол.внутр.вод“, 1974, № 21, с.72-73.
2. Терешук Р.М., Домбругов Р.М., Босый Н.Д., Ногин С.И., Боровский В.П., Чаплинский А.Б. Справочник радиолюбителя. Киев, 1966. 1160 с.
3. Федин Л.А., Барский И.Я. Микрофотография, Л., 1971. 220 с.
4. Шашлов Б.А. Теория фотографического процесса. М., 1971. 340 с.
5. Шманев С.В., Кузнецов С.И. Прибор для определения глубины проникновения света в воду в естественных водоемах. - Информ.бюл. „Биол.внутр.вод“, 1973, № 20, с.66-68.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Л.К. М а л и н и н, А.Г. П о д д у б н ы й, Ю.И. С п е к т о р,
И.П. Ш е с т о п а л, В.И. О в ч и н н и к о в,
В.А. С о к о л о в, А.Г. К о н о б е е в

О ПРИМЕНЕНИИ ГИДРОЛОКАТОРА В ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ПОВЕДЕНИЯ РЫБ

Ихтиологические исследования последних лет в соответствии с запросами практики, прежде всего усовершенствованием техники и тактики разведки и промысла, созданием рыбохозяйственных сооружений в условиях возрастающего гидростроительства и мелиорации, охраной ихтиофауны от загрязнения вод, характеризуются резким увеличением объема работ по изучению поведения рыбы в естественных условиях. Постоянно разрабатываются и совершенствуются способы и средства изучения рыб непосредственно в природе. К числу новых методов относится и биотелеметрия, в основе которой лежит мечение рыб радио- или ультразвуковыми передатчиками, которые несут информацию о местоположении подопытного объекта, его пути, скорости и ритмике движения, параметрах физиологического состояния и факторах микросреды, окружающей рыбу.

Интерес к телеметрическим методам весьма велик. Достаточно указать, что эти методы используются в гидробиологических исследованиях 66 научных организаций мира [3].

В Советском Союзе водная телеметрия успешно применяется в изучении поведения рыб в Институте биологии внутренних вод АН СССР с 1965 г. С помощью этих методов решен ряд биологических вопросов, связанных с разработкой и строительством рыбопропускных сооружений [1].

Хотя прошло 10 лет с начала первых в СССР телеметрических исследований поведения рыб, до сих пор эти методы не получили должного распространения в работах советских ихтиологов. Это объясняется тем, что не налажен выпуск телеметрической аппаратуры и передатчиков-меток, доступных широкому кругу исследователей.

Для телеметрических исследований перемещения рыб, меченых ультразвуковыми передатчиками (УЗП), можно использовать любые гидроакустические рыбопоисковые станции (ГАС), работающие в режиме горизонтального поиска. В этом случае частота наполнения импульсов УЗП должна соответствовать частоте этих станций.

Летом 1975 г. в Баренцевом море на судне типа СРТ нами была проведена опытная проверка возможности применения ГАС „Палтус“ в качестве приемника сигналов УЗП.

Суть проверки заключалась в следующем. УЗП, используемые нами в обычных телеметрических исследованиях поведения рыб, крепили к бую и опускали в воду на различную глубину (до 200 м).

УЗП работали в импульсном режиме. Частота наполнения импульсов соответствовала несущей частоте ГАС „Палтус-М” и составляла 20 кгц. Частота посылок была равна 10 гц, длительность импульсов - 20-40 мс. Электрическая мощность в импульсе - 0.08 Вт, звуковое давление, создаваемое излучателем УЗП на расстоянии 1 м, составляло величину порядка 300 бар. Свободноплавающий буй с УЗП, имитирующий движение меченой дрейфующей рыбы, пеленговали с различного расстояния и под разными углами одновременно ГАС (по сигналам УЗП) и по металлическим листам, укрепленным на надводной части буя, радиолокатором „Донец” (контроль).

Результаты данной проверки показывают, что расхождения в угловом определении местоположения буя относительно судна по ГАС и радиолокатору небольшие и составляют максимум 12° . Это следует считать вполне приемлемым для морских наблюдений за движением мигрирующих рыб. Для сравнения отметим, что угловая погрешность пеленга у специальной телеметрической аппаратуры, используемой нами, составляет $3-5^{\circ}$ с расстояния до 0.5 км.

Удаление буя от судна, м	Пеленг на буй, град.	
	по ГАС	по радиолокатору
200	242	253
400	95	102
600	167	170
1000	248	260

Чистота приема сигналов УЗП зависит от скорости судна. На малом и среднем ходу судна УЗП четко прослушивался с расстояния до 1.0-1.2 км, на полном ходу за счет появления помех дальность приема резко уменьшается.

При больших глубинах гидролокатор позволяет определять также примерный горизонт местонахождения меченого объекта. Пробное мечение ультразвуковым передатчиком одной особи пинагора показало, что он длительное время держался в районе выпуска, перемещаясь в слое 30-70 м, при общей глубине участка работ 120 м.

Проведенная проверка показала, что без каких-либо усовершенствований ГАС „Палтус МП” можно использовать для телеметрических исследований перемещений рыб в море.

Подключение на выход ГАС низкочастотного частотомера позволит измерять частоту следования импульсов УЗП и соответственно дешифровать закодированную в них информацию, например температуру воды, освещенность или давление около меченой рыбы, а подключение на выход магнитофона позволит дешифрацию производить более детально в лабораторных условиях.

Следует отметить, что синхронизация рабочих частот передатчика и гидролокатора может обеспечить запись сигнала на эхоскопа-

граммную ленту самописца. Это позволит изучать не только перемещения меченых рыб, но и документировать живое население, окружающее их во время наблюдений. Для этого необходимо разработать передатчик, способный на запрос выдавать сигналы, строго синхронизированные с работой приемного тракта гидролокатора. Подобный приемоответчик разработан и опробован в Англии для сканирующего сонара [2]. Видимо, следует ожидать, что в ближайшее время такие приемоответчики будут разработаны и для обычных рыбопоисковых приборов, работающих в горизонтальном режиме. Это значительно расширит возможности применения биотелеметрии в изучении миграции, поведения и ориентации рыб.

Л и т е р а т у р а

1. П о д д у б н ы й А.Г. Экологическая топография популяций рыб в водохранилищах. Л., 1971. 312 с.
2. G r e e r W a l k e r M., M i t s o n R.B. Storeton-West T. Trials with a transponding acoustic fish tag tracked with an electronic sector scanning sonar. - Nature, 1971, vol.229, p.196-198.
3. S t a s k o A.B. People and projects in underwater telemetry. - Newsletter Underwater telemetry, 1971, N 1(2), p.5-6.

Институт биологии внутренних вод АН СССР
Физико-механический институт АН УССР
Полярный научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии

УДК 556.114.08

Л.А. П е т у х о в а

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОБЩЕГО ФОСФОРА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

В задачу настоящей работы входила разработка наименее трудоемкого и быстрого способа определения валового фосфора в донных отложениях. С этой целью был модифицирован метод определения общего фосфора в пресных водах [1], точность которого для воды $\pm 5-10$, чувствительность 3 мкг/л.

Приготовление иловых суспензий с концентрациями взвешенного вещества, близкими к содержанию взвесей в природных водах, и определение в них общего фосфора не дали положительных результатов. Разброс полученных величин был значительным, по-видимому,

Т а б л и ц а 1

Определение общего фосфора в образцах донных отложений

I образец				II образец			
$K_2S_2O_8$		H_2SO_4		$K_2S_2O_8$		H_2SO_4	
навеска ила, мг	P, % от сухого веса	навеска ила, мг	P, % от сухого веса	навеска ила, мг	P, % от сухого веса	навеска ила, мг	P, % от сухого веса
4.85	0.104	5.40	0.109	2.00	0.180	3.70	0.158
5.40	0.093	6.30	0.101	3.35	0.151	7.90	0.164
5.70	0.098	9.00	0.106	3.60	0.145	8.00	0.167
5.73	0.107	37.50	0.101	3.80	0.187	32.50	0.185
5.75	0.095	37.70	0.093	4.60	0.158	32.80	0.160
5.96	0.111	-	-	5.20	0.180	-	-
8.10	0.097	-	-	5.36	0.170	-	-
10.50	0.095	-	-	7.40	0.167	-	-
15.60	0.086	-	-	8.20	0.172	-	-
42.10	0.097	-	-	9.00	0.167	-	-
42.70	0.098	-	-	38.10	0.172	-	-
54.70	0.085	-	-	41.50	0.157	-	-
58.10	0.087	-	-	48.00	0.160	-	-
58.30	0.083	-	-	50.60	0.148	-	-
Средняя:	0.095	-	0.104	-	0.161	-	0.166
Отклонение от средней:	6.6	-	3.1	-	6.5	-	4.2

из-за невозможности отбора порций суспензии, достаточно равноценных по содержанию взвеси. Поэтому работа проводилась с сухими образцами ила.

В чистую сухую пробирку из стекла лирект вносили несколько увеличенное по сравнению с водной методикой количество персульфата калия (0.8 г), туда же помещали навеску (5-50 мг) ила, предварительно доведенного до гомогенного состояния, добавляли 10-15 мл бидистиллированной воды, 0.5 мл 34%-й серной кислоты

Т а б л и ц а 2

Результаты определения общего фосфора в донных отложениях разными методами, % от сухого веса

Место отбора проб ила	Горизонт, см	Среднее из 2-14 определений		
		H_2SO_4	$K_2S_2O_8$	метод для валового анализа почв

И ю л ь

Иваньковское водохранилище:				
у плотины	Поверхностный	0.198	0.204	0.176
дер.Корчева	"	0.212	0.210	0.186
то же	5-10	0.186	0.180	0.182
" "	10-15	0.182	0.181	0.180
Шошинский плес:	Поверхностный	0.104	0.095	0.080

О к т я б р ь

у плотины	Поверхностный	0.200	0.212	0.179
дер.Корчева	"	-	0.210	0.176
то же	3-7	0.210	0.204	0.177
" "	16-21	0.180	0.170	-
Шошинский плес	Поверхностный	0.100	0.106	0.088
Угличское водохранилище:				
у плотины	6-12	0.166	0.160	-
то же	19-25	0.110	0.101	-
Среднее отклонение:	-	-	± 4.1	-10.9

П р и м е ч а н и е. Отклонение рассчитано от средних значений, полученных после минерализации серной кислотой.

и выдерживали 1.5 ч в кипящей водяной бане. Затем содержимое пробирки количественно переносили в мерную колбочку на 50 мл, и из нее брали аликвотную часть на определение фосфора [2]. Оптическую плотность измеряли на ФЭК-56 в 5-сантиметровых кюветах при 630 нм. Холостое определение проводили в тех же условиях.

Общий фосфор с персульфатом калия определяли в 2 образцах донных отложений при разных навесках – 2–58 мг (табл.1). Отклонение от средней невелико (6.6%). При более чем 10-кратном различии навесок ила в анализе этот процент отклонения не следует считать высоким, и его можно снизить, если навески ила для анализа брать в пределах 5–15 мг (при этом отклонение от средней 3.6%).

Параллельно в этих же образцах определяли общий фосфор после сжигения концентрированной серной кислотой в колбах Кьельдаля (табл.1). При минерализации концентрированной серной кислотой в некоторых случаях добавляли персульфат калия, что ускоряло процесс в 10 и более раз. О полноте минерализации образца ила судили по обесцвечиванию пробы в колбе.

Для проверки предложенной модификации в нескольких образцах ила параллельно провели определение общего фосфора сжиганием с концентрированной серной кислотой, с персульфатом калия и по методу, рекомендуемому для валового анализа почв [3].

Пробы ила отбирались в основном на Ивановском водохранилище летом и осенью 1974 г. стратометром с разных горизонтов. Пробы различались по содержанию органического вещества (от 5.5 до 12.1%), кремния (от 55 до 76%) и другим химическим показателям. Перед поступлением в анализ все образцы растирались в агатовой ступке до пудрообразного состояния и высушивались до постоянного веса при 105°. Результаты определения фосфора с серной кислотой и с персульфатом калия были близки (табл.2), а по методу валового анализа почв, как правило, ниже, хотя конечный этап – определение PO_4 – во всех случаях проводился одинаково: по „молибденовой сини“ с двуххлористым оловом в качестве восстановителя. Вероятно, при определении общего фосфора в донных отложениях последним методом имеется некоторая потеря его при предварительной обработке.

Таким образом, при серийных определениях общего фосфора в донных отложениях целесообразно применять персульфатный метод. Навеска ила для анализа не должна превышать 50 мг.

Л и т е р а т у р а

1. А л е к с и н О.А., С е м е н о в А.Д., С к о п и н ц е в Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л., 1973. 268 с.
2. А р и н у ш к и н а Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М., 1970. 487 с.

З. Драчев С.М., Разумов А.С., Бруевич С.В.,
Скопинцев Б.А., Голубева М.Т. Методы химического и бактериологического анализа воды. М., 1953. 279 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 556.114.08

Н.А. Трифонова

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ АММОНИЙНОГО АЗОТА В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ

Для определения аммонийного азота в пресных водах методическими руководствами рекомендуется использовать реактив Несслера — щелочной раствор меркуриодида калия $K_2[HgJ_4]$ [1,7,8]. При взаимодействии его с аммонием образуется иодистый меркураммоний NH_2Hg_2OJ , который в зависимости от концентрации дает окрашивание от желтого до красно-бурого цвета. Определению мешают кальций, магний, железо, сульфиды, хлор, мутность, цветность и некоторые органические вещества. В присутствии аминов, альдегидов, спиртов, ацетона и некоторых других органических соединений определение рекомендуется проводить с отгонкой, но на это то ли не обращают внимания, то ли считают, что эти вещества встречаются лишь в сточных водах. Судя по публикациям, прямое определение с реактивом Несслера продолжает и сейчас оставаться почти единственным методом, используемым в отечественной гидрохимической практике для определения аммонийного азота.

Использование же этого метода при исследовании поверхностных вод, формирующихся в лесной зоне, приводит к неадекватным результатам, особенно в период половодья, когда в водоемы поступает значительное количество аллохтонного органического вещества, в том числе гуминовых соединений. Нередко при расчете органического азота, как разности между сожженным по Кьельдалю и аммонийным, получают парадоксально низкие величины — до 0.1 мг N/л и ниже. Аналогичные результаты были получены нами при использовании этого метода в исследованиях Рыбинского водохранилища, хотя соблюдались все предосторожности по предотвращению загрязнения проб из воздуха и учитывалось изменение окрашенности при подщелачивании проб. Определения после отгона с водяным паром давали более реальные величины, несмотря на возможность завышения результатов как за счет загрязнения из воздуха при отгоне, так и вследствие разложения при нагревании проб. Но такой анализ мог быть осуществлен только в лаборатории. Применение микродиффузионного метода дистилляции при низкой температуре ($\leq 35^\circ$) не только уменьшило возможность ошибок за счет разложения

органических веществ, но и позволило проводить анализ в экспедиционных условиях.

Изотермическая дистилляция аммиака, основанная на принципе естественной диффузии газов, впервые предложена Конвеем и Бирном для определения азота в крози [9]. В дальнейшем простой и удобный метод нашел применение в биохимической практике, при анализе почв и донных отложений и был рекомендован и использован для определения общего и аммонийного азота в природных водах [2,5].

Для изотермической дистилляции аммиака мы применили конические колбы с укрепленными в пробке лопаточками [6], более удобные для работы в экспедиционных условиях, чем опробованные ранее различные виды чашек Конвея [4]. Объем используемых колб около 100 мл, диаметр дна 7-9 см. Аммиак из воды вытеснялся насыщенный раствором K_2CO_3 , добавляемым к пробе в отношении 1 : 6. В качестве поглотителя использовался 2М раствор H_2SO_4 .

Анализ проводился следующим образом. В коническую колбу помещали 15-20 мл пробы и пипеткой с опилненным кончиком вносили 2.5-3.0 мл насыщенного раствора K_2CO_3 . На лопаточку путем погружения ее в 2М раствор H_2SO_4 наносили каплю кислоты. При этом необходимо следить, чтобы капля не была очень большой и не упала в пробу в период отгонки аммиака. Колбу быстро закрывали пробкой с лопаточкой, содержимое перемешивали осторожными круговыми движениями и ставили на сутки в термостат при температуре 35°. Если высота слоя в колбе превышает 7-8 мм или из-за отсутствия термостата пробы остаются при комнатной температуре, время экспозиции должно быть увеличено. Полноту отгонки проверяли по стандартным растворам соли аммония, обработку которых проводили аналогично обработке проб. После экспозиции пробку с лопаточкой осторожно вынимали из колбы и кислоту с поглощенным аммиаком смывали в бюкс 10 мл безаммиачной воды, добавляли 0.5 мл реактива Несслера, перемешивали и через 30 мин фотометрировали на фотоэлектроколориметре с синим светофильтром при длине волны 450 нм. Из полученной величины необходимо вычесть поправку на реактивы, которая определяется для каждой серии проб. Концентрацию азота в пробе рассчитывали по калибровочной кривой, построенной по стандартным растворам NH_4Cl . Пределы измерений составляли 0.5-30.0 мкг N в пробе. При содержании аммонийного азота в воде меньше 0.04 и больше 1.5-2.0 мг/л необходимо изменить объем воды, используемой для смыва поглощенного аммиака, или объем пробы для отгона. Серную кислоту, употребляемую в качестве поглотителя, следует перегнать и хранить так, чтобы она не поглощала аммиак из воздуха. Вся посуда, используемая для анализов (колбы, лопаточки, бюксы, пипетки) должна споласкиваться безаммиачной водой непосредственно перед употреблением, чтобы избежать загрязнения проб соединениями азота, всегда присутствующими в виде тонкого налета NH_4Cl на стенках даже чистой сухой посуды.

Содержание аммонийного азота, обнаруженное микродиффузионным методом (1) и прямым определением с реактивом Несслера (2), мг N/л

Место отбора проб	Дата	Цветность, град.	1	2
Иваньковское водохранилище:				
выше г.Калинина	3 У1 1969	50	0.06	0.09
	10 У 1973	70	0.27	0.74
Шошинский плес	20 У 1973	55	0.11	0.32
Конаково	29 У1 1969	78	0.20	0.56
	18 У 1973	60	0.10	0.28
Мошковичский залив	30 У1 1969	78	0.26	0.59
Иваньково	26 У1 1969	55	0.18	0.20
	17 У 1973	60	0.09	0.37
Рыбинское водохранилище:				
Углич	25 У1 1969	55	0.12	0.14
Коприно	25 У1 1969	50	0.09	0.10
	17 У 1971	55	0.13	0.28
Наволоок	18 У 1971	35	0.09	0.21
Вахново	21 У 1971	62	0.09	0.17
Ольхово	21 У 1971	78	0.07	0.32
Горьковское водохранилище:				
Ярославль	4 УIII 1975	68	0.14	0.42
Юрвец	5 УIII 1975	60	0.12	0.27
верхний бьеф ГЭС	6 УIII 1975	52	0.11	0.25

Место отбора проб	Дата	Цвет- ность, град,	1	2
Камские водохранилища: выше Воткинской ГЭС	11 VIII 1975	51	0.14	0.51
Оханск	12 VIII 1975	47	0.06	0.29
Усолье	14 VIII 1975	63	0.33	0.60
Березники	15 VIII 1975	50	0.18	0.71
Соликамск	16 VIII 1975	55	0.02	0.26
Притски:				
Созь	18 V 1973	160	0.11	0.93
Орша	22 V 1973	240	0.17	1.36
Суда	21 V 1971	115	0.02	0.26
Сить	19 V 1971	120	0.04	0.62
Чусовая	14 VIII 1975	13	0.10	0.10
Сточные воды:				
городские	1 VII 1969	-	18.50	19.10
	24 V 1971	-	47.00	45.00
Металлургичес- кого завода	24 V 1971	-	0.63	0.63
Завода минераль- ных удобрений	24 V 1971	-	18.20	17.60
Завода искусст- венного волокна	1 VII 1969	-	0.11	0.48

Метод добавок и анализ стандартных растворов с применением изотермической дистилляции показали хорошие результаты: „выход“ составил 93–97%. В нескольких рейсах параллельно определялся аммонийный азот прямой нesslerизацией и микродиффузионным методом, при этом в разное время было проанализировано около

100 проб. Сопоставление 2 методов показало хорошее совпадение для атмосферных осадков, бытовых сточных вод, а также некоторых поверхностных вод, обычно с низкой цветностью (см. таблицу). Для большей же части проб волжских и камских водохранилищ получены значительные расхождения. Особенно велики они для болотных вод. В последних результаты прямого определения с реактивом Несслера превышали содержание аммонийного азота в несколько раз, а иногда и на порядок. Объясняется это тем, что помимо солей аммония с меркуридом калия взаимодействуют, образуя комплексы, окрашенные в желтый цвет, некоторые органические вещества. Такие соединения, как амины, ацетон, альдегиды, спирты, вызывают появление зеленоватой окраски. Взаимодействие с восстановителями, в том числе органическими, ведет к помутнению проб за счет восстановления ртутных соединений. Следует отметить, что при использовании реактива Несслера, имеющегося в продаже или приготовленного из сулемы, чаще наблюдалось помутнение проб, чем с реактивом, приготовленным из HgI_2 . При этом фотоколориметрическое определение давало большую ошибку, чем визуальное (в цилиндрах Генера), так как помутнение меньше изменяет окрашенность раствора, чем оптическую плотность.

В связи с вышеказанным применение прямой несслеризации для определения аммонийного азота в водах, формирующихся в лесной зоне, и особенно в болотных водах, следует считать нецелесообразным.

Л и т е р а т у р а

1. А л е к и н О.А., С е м е н о в А.Д., С к о п и н ц е в Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л., 1973. 269 с.
2. Г о р б а т е н ь к и й Г.Г. Использование диффузионного метода Конвея для определения азота в природных и сточных водах. - В кн.: Биологические ресурсы водоемов Молдавии, Кишинев, 1965, вып.3, с.107-111.
3. П а ш а н о в а А.П., С е м е н о в А.Д., Н е м ц е в а Л.И., Б о л т е н к о в а Н.Н. Использование диффузионного метода при определении органического азота в природных водах. - Гидрохим.матер., 1966, № 4, с.58-62.
4. Т р и ф о н о в а Н.А. Использование диффузионно-изотермической дистилляции аммиака для определения органического азота в природных водах. - В кн.: Химизм внутренних водоемов и факторы их загрязнения и самоочищения. Л., 1968, с.247-249.
5. Т р и ф о н о в а Н.А. Соединения азота в Рыбинском водохранилище. - Автореф.канд.дис. М., 1974. 28 с.
6. Т р и ф о н о в а Н.А., К а л и н и н а Л.А. Об определении общего азота в воде. - Информ.бюлл. „Биол.внутр.вод“, 1973, № 17, с.64-66.

7. Унифицированные методы исследования качества вод. Методы химического анализа вод. М., 1965, ч.1. 364 с.
8. Унифицированные методы анализа вод (под ред. Лурье Ю.Ю.). М., 1973. 376 с.
9. Conwey E, Byrne. An absorption apparatus for the microdetermination of certain volatile substances. Microdetermination of ammonia, - J. Biochem., 1933, vol. 25, N 1, p. 74-78.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597.044

Р.В. Турстон, Г.А. Виноградов,
В.Т. Комов, В.Е. Матей

ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ ЗНАЧЕНИЙ pH,
СОЛЕЙ АММОНИЯ И ОБЕССОЛИВАНИЯ
НА АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ,
ОБМЕН НАТРИЯ В ЖАБРАХ
И УЛЬТРАСТРУКТУРУ ХЛОРИДНЫХ КЛЕТОК
У ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ. СООБЩЕНИЕ I

Транспорт ионов осуществляется у рыб специализированными хлоридными клетками (ХК) жаберного эпителия. Функционирование системы осмотической и ионной регуляции в значительной степени зависит от pH, ионного состава, а также от содержания солей аммония в наружной среде [10]. Особое значение процессы осморегуляции имеют для пресноводных животных, обитающих в водоемах с низкой минерализацией, подверженных сезонным колебаниям концентрации основных катионов и анионов. В этих условиях контранспортирующие системы жабр пресноводных рыб зачастую находятся на пределе функциональных возможностей и адаптация рыб осуществляется главным образом морфо-функциональными перестройками ХК жабр [3].

Имеющиеся в литературе данные свидетельствуют о том, что изменения ионного состава воды, вызванные загрязнением водоемов, нарушают процессы осморегуляции у рыб [7,9]. В этой связи представляло интерес выяснить, к каким физиолого-биохимическим и структурным изменениям в эпителии жабр приводит пребывание рыб в средах с высокой концентрацией водородных ионов и аммония, а также в воде с низким содержанием солей. Выбор для исследования ферментов АТФ-азы и сукцинатдегидрогеназы (СДГ) обусловлен тем, что $\text{Na}^+\text{K}^+\text{Mg}^{++}$ зависимая АТФ-аза и СДГ (один из основных ферментов цикла Кребса) — непосредственно участвуют в мембранном переносе Na^+ [3,5].

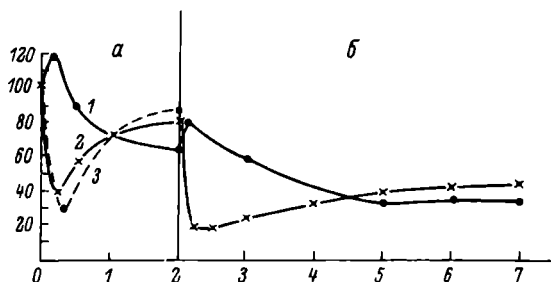


Рис.1. Влияние низких значений pH на ионный обмен у карася.

а - pH 5.5, б - pH 4.5; 1 - скорость общей потери Na, 2 - скорость поглощения Na, 3 - скорость поглощения Cl. По оси ординат - функциональная активность ионного обмена, % от контроля; по оси абсцисс - время, сутки.

Опыты проводились на карпах (*Cyprinus carpio*) и карасях (*Carassius carassius*) весом 3-10 г. Поглощение и общую потерю Na изучали методом фотометрии в пламени, содержание Cl определяли потенциометрическим методом с помощью хлорсеребряного электрода. Активность СДГ (11.3.99.1) устанавливали по методу Кинга [8]. Для этих исследований жабры гомогенизировали в охлажденном растворе (0.25 М сахарозы, 0.05 М трис-буфера, pH-7.8) в соотношении ткань-раствор 1 : 9. Полученный гомогенат центрифугировали 5 мин при 2000 об/мин. Активность АТФ-азы (АТФ-фосфогидралазы 3.6.1.3) определяли по приросту неорганического фосфата после инкубации с АТФ в течение 30 мин в среде, содержащей 2 мМ АТФ, 4 мМ $MgSO_4$, 10 мМ KCl, 100 мМ NaCl, 0.1 мМ ЭДТА, 10 мМ трис-HCl. Для выявления доли Na^+K^+ -АТФ-азы к инкубационной среде добавляли строфантин К $2.5 \cdot 10^{-4}$ М. Неорганический фосфор определяли по методу Г.А Узбекова [6].

Для электронномикроскопических исследований жаберные лепестки фиксировали в 1%-м растворе четырехоксида осмия, приготовленного на фосфатном буфере. После дегидратации в восходящем ряду спиртов материал заливали в аралдит, ультратонкие срезы получали на ультратоме УМТП-3 и просматривали в электронном микроскопе „Тесла-163“.

pH в экспериментальных аквариумах поддерживали на заданном уровне автоматическим титрованием HCl. Отклонения pH от первоначальных значений в течение опыта не превышали ± 0.1 . Температура воды в аквариумах равнялась $17-20^\circ$.

Скорость потери Na у карасей, помещенных в пресную воду с pH 5.5, после кратковременного увеличения быстро снижалась и через 2 суток составляла 64% от исходного значения. В первые

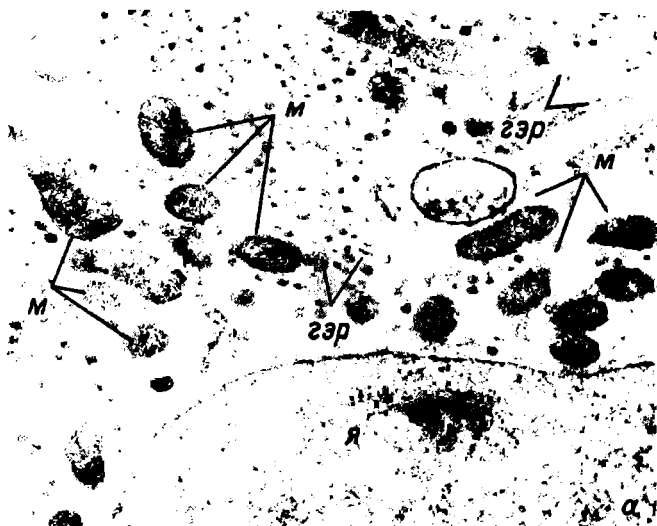


Рис.2. Ультраструктура хлоридных клеток жабр карася в норме и при воздействии pH 5.5.



Рис.2 (продолжение).

а - хлоридная клетка в норме (рН 7.8), б - через 1 ч воздействия, в - через 3 ч, г - через 12 ч,



Рис.2 (продолжение).

д - через 32 ч. М - митохондрия, Р - рибосома, П - полисома, ГЭР - гранулярный эндоплазматический ретикулум, аГ - аппарат Гольджи. Увел.: а, д x 10 000, в, б, г x 15 500.

сутки опыта скорость выхода Na в наружную среду изменялась весьма интенсивно, в последующее время наблюдалась стабилизация этой функции (рис.1). Поскольку основная доля Na диффундирует в наружную среду через жабры, полученные данные свидетельствуют о снижении скорости диффузии Na при адаптации карася к воде с pH 5.5. Поглощение Na из воды через 3-6 ч было значительно меньше, чем у контрольных рыб, - 52-40%. Через 12 ч с начала опыта сорбция Na увеличивалась и через 24 и 48 ч составляла соответственно 70 и 78% от первоначального уровня. Поглощение хлора в процессе адаптации изменялось в соответствии с поглощением Na .

Изучение ультраструктуры ХК карасей при адаптации к pH 5.5 показало, что уже через 1 ч воздействия происходило смещение ядра в базальную часть клетки, возрастала электронная плотность цитоплазмы по сравнению с контролем, что было связано с резким увеличением насыщенности ее органоидами (рис.2, а, б). Наиболее характерно возрастание числа свободных рибосом и чрезвычайное развитие гранулярной эндоплазматической сети, представленной в контроле лишь отдельными фрагментами. Отмечался тесный контакт

между каналами эндоплазматической сети и увеличенными в размерах митохондриями (1.8 мкм по сравнению с 1.1 мкм в контроле), что могло свидетельствовать о высокой активности клетки [1,2]. Митохондрии концентрировались в аликальной части цитоплазмы, обладающей, по-видимому, наибольшей метаболической активностью [2,4]. Эти процессы получили максимальное развитие через 3 и 6 ч опыта (рис.2,в). Наряду с многочисленными рибосомами в цитоплазме в эти сроки встречались и полисомы, каналы гранулярной эндоплазматической сети расширились (200 мкмкм по сравнению с 120 мкмкм в контроле).

Эти факты могут свидетельствовать об интенсивном белковом синтезе и активном транспорте синтезируемого белка [1,4]. Митохондрии еще более увеличивались в размерах (2.0 мкм), правильная ориентация крист нарушалась, отмечалось максимальное приближение их к ядерной мембране. Через 12 ч в ХК отмечалось набухание митохондрий, сопровождаемое просветлением их матрикса и редукцией крист (рис.2,г). Большинство клеток находилось в состоянии высокой активности, однако в некоторых из них отмечалась тенденция к нормализации функций: уменьшение насыщенности цитоплазмы рибосомами, укорочение митохондрий, меньшее развитие гранулярной эндоплазматической сети. Через 24 и 32 ч от начала опыта ХК в основном были близки к контролю: несколько расширенные митохондрии распределялись в цитоплазме равномерно, ядро занимало центральное положение, каналы гранулярной эндоплазматической сети значительно уже, чем в состоянии максимальной активности (142 мкмкм), сама сеть представлена фрагментами, насыщенность цитоплазмы рибосомами также снижена (рис.2,д). Наряду с этим сохранялись клетки с цитоплазмой повышенной электронной плотности и смещенным ядром, характерные для предыдущих сроков опыта.

Снижение pH до 4.5 после 48-часовой акклимации карасей к pH 5.5 вновь вызвало угнетение поглощения Na^+ (рис.1). Адаптация к закислению среды в этом случае осуществлялась главным образом за счет уменьшения потери Na^+ , поскольку сорбция Na^+ через 7 суток акклимации составляла лишь около 50% от нормальной величины.

Полученные данные показывают, что у карася осуществляются одновременно 2 адаптивных процесса к снижению pH. С одной стороны снижается проницаемость жаберного эпителия для ионов Na^+ , что позволяет достигать ионного баланса между организмом и средой при более низких значениях активного поглощения Na^+ . С другой стороны наблюдается частичное восстановление скорости сорбции Na^+ . Функциональные изменения в транспорте Na^+ коррелируют со структурными перестройками хлоридных клеток. Восстановление активного транспорта развивается вслед (или одновременно) за увеличением метаболической активности и синтетической деятельности ХК.

Предполагается, что в основе молекулярного механизма адаптации к снижению рН среды лежат процессы, связанные с синтезом нуклеиновых кислот.

Л и т е р а т у р а

1. А л о в И.А., Б р а у д е А.И., А с п и з М.К. Основы функциональной морфологии клетки. М., 1969. 342 с.
2. К о м и с с а р ч и к Я.Ю., М а ш а н с к и й В.Ф. Некоторые новые данные о взаимном отношении митохондрий и каналов эндоплазматической сети. - ДАН СССР, 1963, т.151, № 1, с.198-200.
3. Н а т о ч и н Ю.В., К р а ю ш к и н а Л.С., М а с л о в а М.Н., С о к о л о в а М.М., Б а х т е е в а В.Т. Л а в р о в а Е.А. Активность ферментов в жабрах и почках и эндокринные факторы регуляции ионного обмена у покатной и нерестующей нерки *Oncorhynchus nerka* Walb. - Вopr.ихтиол., 1975, т.15, вып.1(90), с.131-140.
4. П о л и к а р А. Элементы физиологии клетки. М., 1976, 390 с.
5. Х о ч а ч к а П., С о м е р о Д. Стратегия биохимической адаптации. М., 1977. 398 с.
6. У з б е к о в Г.А., У з б е к о в М.Г. Высокочувствительный микрометод фотометрического определения фосфора. - Лабор.дело, 1964, № 6, с.349.
7. B e a m i s h R.I., H a r v e y H.H. Acidofication of the La Clohe Mointain Lakes, Ontario, and resulting fish mortalities. - J.Fish. Res.Board Can., 1972, vol.29, N 8, p.1131-1143.
8. K i n g E. Preparation of succinate dehydrogenase and reconstitution of succinate oxidase. - Meth.in enzymol., 1967, vol.10, p.322-330.
9. L e i v e s t a d H., M u n i z J.P. Fish kill at low pH in a Norwegian river. - Nature, 1976, vol.259, N 5, p.391-392.
10. M a e t z J. Na^+/NH_4 , Na^+/H^+ - exchanges and NH_3 movement across the gill of *Carassius auratus*. - J.Exptl Biol., 1973, vol.58, N 1, p.255-275.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ИНФОРМАЦИИ

Стр.

О проведении первой школы-семинара по ихтиопаразитологии (Н.А. Изюмова).....	3
О фотометрии регистрирующих структур рыб (М.М. Сметанин, А.Н. Касьянов).....	4

СООБЩЕНИЯ

Е.А. К л ю к и н а. Распределение и продукция высшей водной растительности некоторых озер северо-западной Карелии	7
И.М. Р а с п о п о в. Растительность Белого озера в современных условиях.....	11
И.И. Н и к о л а е в, И.К. Р и в ь е р. Вспышки численности <i>Conochilus hippocrepis</i> Schrank (Rotatoria) в планктоне Белого озера (Шекснинского водохранилища).....	15
А.И. Б а к а н о в. Среднемасштабное распределение кормового бентоса в Волжском плесе Рыбинского водохранилища....	18
Е.П. В и г м а н. Возрастная структура и ее роль в поддержании устойчивости друз дальневосточной промысловой мидии <i>Crenomytilus grayanus</i> (Dunker).....	23
Л.К. С м и р е н и н а. К проблеме обшения у водных гастропод.....	27
Н.Д. Б о р о д и ч. О нахождении <i>Caspicocuma campylaspoides</i> G.O. Sars (Crustacea, Cumacea) в Куйбышевском водохранилище.....	29
Ю.А. Р у д я к о в. Влияние температуры на двигательную активность <i>Leptodora kindti</i> (Cladocera).....	31
П.В. Т у з о в с к и й. Нимфа водяного клеща <i>Barbaxonella angulata</i> (Viets, 1955) (Axonopsidae, Acariformes)	35
Ф.Л. М а к с и м о в а. Кариотипическая структура популяций личинок <i>Chironomus plumosus</i> L. Рыбинского водохранилища.....	39
А.И. Ш и л о в а, А.И. Р у з а н о в а. К фауне хирономид Средней Оби (Diptera, Chironomidae)	44

Д.В. Р а д а к о в . О реагировании верховки на группу рыб того же вида в зависимости от расстояния.....	46
И.Ф. Ф о м и ч е в, А.С. Л и т в и н о в . О годовых водных балансах Рыбинского водохранилища.....	49
Н.Н. Г у с е в а, С.И. Т р е т ь я к о в а . Органическое вещество в воде Куйбышевского водохранилища.....	53
С.И. Т р е т ь я к о в а . Растворенный кислород и двуокись углерода в воде Куйбышевского водохранилища в 1975-1976 гг.	57
И.М. Б а л о н о в . Прибор для измерения освещенности в микроскопе.....	61
Л.К. М а л и н и н, А.Г. П о д д у б н ы й, Ю.И. С п е к т о р, И.П. Ш е с т о п а л, В.И. О в ч и н н и к о в, В.А. С о к о л о в, А.Г. К о н о б е е в . О применении гидролокатора в телеметрических исследованиях поведения рыб	64
Л.А. П е т у х о в а . Об определении общего фосфора в донных отложениях	66
Н.А. Т р и ф о н о в а . Об определении аммонийного азота в природных водах.....	70
Р.В. Т у р с т о н, Г.А. В и н о г р а д о в, В.Т. К о м о в, В.Е. М а т е й . Влияние низких значений рН, солей аммония и обессоливания на активность ферментов, обмен натрия в жабрах и ультраструктуру хлоридных клеток у пресноводных рыб. Сообщение I.....	75

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 43

Утверждено к печати

Институтом биологии внутренних вод Академии наук СССР

Редактор издательства Л.М. Маховская

Технический редактор Е.В. Поликтова

Корректоры О.И. Буркова и С.В. Добрянская

ИБ № 8870

Подписано к печати 22.05.79. М-27122. Формат 60х90 1/16. Бумага
офсетная № 1. Печать офсетная. Печ. л. 5 1/4=5.25 усл. печ. л. Уч-изд. л.
5.26. Тираж 1150. Изд. № 7356. Тип. зак. № 482 . Цена 80 к.

Ленинградское отделение издательства „Наука“

199164, Ленинград, В-164, Менделеевская лин., 1

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