

06

ИБВВ

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

31

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ

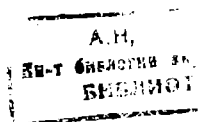
ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ
№ 31



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Ленинград • 1976



О т в е т с т в е н н ы й р е д а к т о р
докт. геогр. наук *Н. В. БУТОРИН*

Б $\frac{21009-607}{055 (02)-76}$ Без объявления

© Институт биологии
внутренних вод АН СССР, 1976

КОМПЛЕКСНАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ ПО Р. ВОЛГЕ ОТ ИСТОКОВ ДО ДЕЛЬТЫ

С целью получения наиболее полных сведений о гидро-биологическом режиме каскада волжских водохранилищ Институтом биологии внутренних вод АН СССР в июле 1975 г. на экспедиционном судне «Борок» проведена комплексная экспедиция по р. Волге от истоков (г. Калинин) до ее дельты (г. Астрахань). Определялись соотношение между продукцией и деструкцией органического вещества, ассимиляция углекислоты, активность микрофлоры в толще воды, качественный и количественный состав микрофлоры, ее вертикальное и горизонтальное распределение, качественный состав и обилие фитопланктона с целью использования этих показателей для определения сапробности, видовой состав и численность бентосных инфузорий, качественный и количественный состав зоопланктона, ареалы проникающих в настоящее время в волжские водохранилища некоторых представителей фауны Каспийского и Азовского морей. Параллельно на тех же станциях изучались гидрологические характеристики, распределение температуры по вертикали, прозрачность, цветность, мутность и скорость течения. На некоторых участках устанавливалась мутность фильтрованием и по содержанию углерода во взвешях. Определялось содержание минерального фосфора, нитратов, нитритов и аммонийного азота в воде. Собранные экспедицией материалы и полученные после обработки результаты дадут наиболее полное представление о биологической продуктивности волжского бассейна и позволят глубже понять характер продукционных процессов в водохранилищах волжского каскада.

А. П. Кузичкин

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ Р. КАМЫ И ЕЕ ВОДОХРАНИЛИЩ

Один из вариантов увеличения водных ресурсов р. Волги предусматривает переброску части стока северных рек в верховья р. Камы. При этом могут произойти нарушения в есте-

ственном гидробиологическом режиме р. Камы. Имеющиеся данные по гидробиологии этого участка волжского бассейна довольно скудны.

В связи с этим Институтом биологии внутренних вод АН СССР в августе 1975 г. была организована экспедиция на р. Каму. Цель экспедиции — рекогносцировочное гидробиологическое обследование Камы и ее водохранилищ. Первый этап работ предусматривал гидрологические, гидрохимические, микробиологические, альгологические, гидробиологические и протозоологические исследования, второй этап — изучение высшей водной растительности Воткинского и Камского водохранилищ и паразитофауны рыб этих водоемов.

Исследования проводились на экспедиционном судне «Академик Топчиев» по судовому ходу от пос. Борок (Волжский плёс Рыбинского водохранилища) до г. Соликамска. За период экспедиции выполнено 33 станции, из них 9 по Рыбинскому, Горьковскому и Волжскому плёсам Куйбышевского водохранилища до пос. Камское Устье и 24 от пос. Камское Устье до устья р. Вишеры (левобережный приток Камы).

Гидрологические исследования включали измерения на каждой станции температуры и электропроводности воды по вертикали через 1 м, прозрачности, скорости течения и содержания взвешенных веществ в поверхностном и придонном слоях (по нефелометру). Пробы воды для гидрохимических анализов отбирались с двух горизонтов — 0.5 м от поверхности и 1 м от дна. В каждой пробе определялись рН, все формы азота, общий и минеральный фосфор, щелочность, свободная CO_2 (расчет по рН и щелочности), кальций, жесткость, хлориды, калий, натрий, растворенный органический углерод, бихроматная окисляемость в фильтрованных пробах и БПК_2 , БПК_4 , БПК_6 , БПК_{10} в нефiltroванных пробах с учетом процессов нитрификации.

Микробиологические исследования включали определение деградации органического вещества в воде и в донных отложениях, интенсивности фотосинтеза, ассимиляции CO_2 микрофлорой в воде, активности микрофлоры. Производилась оценка участия в процессах деградации взвешенных и растворенных органических веществ.

Гидробиологические исследования предусматривали изучение альгофлоры р. Камы, численности и распределения фито- и зоопланктона по акватории камских водохранилищ, определение видового состава зоопланктона. Кроме того, впервые произведено обследование фауны зоофлагеллят р. Камы и собран материал по видовому составу и численности простейших.

Одновременно с перечисленными исследованиями Куйбышевской станцией института по сокращенной программе проведен сбор материалов на участке Куйбышевского водохранилища от пос. Камское Устье до плотины Волжской ГЭС им. В. И. Ленина.

Собранные экспедицией материалы позволят дать рекогносцировочную гидрохимическую характеристику р. Камы, оценить содержание растворенных органических веществ, их полный энергетический запас, количество энергии, доступное биологическим объектам, а также интенсивность самоочищения воды и влияние органических загрязнений на структуру и продуктивность планктонных фитоценозов.

А. С. Литвинов

СОВЕЩАНИЕ СОАВТОРОВ МОНОГРАФИИ «*CHIRONOMUS PLUMOSUS* L. И ЕГО ПРОДУКТИВНОСТЬ В ПРЕДЕЛАХ АРЕАЛА»

18—20 февраля 1975 г. в Институте биологии внутренних вод АН СССР состоялось второе совещание соавторов монографии, которая должна быть издана в 1978 г. в соответствии с постановлением и планом, предложенным межсекционной рабочей группой по МБП.

В совещании приняли участие 26 специалистов следующих учреждений: Зоологического института АН СССР, Московского университета им. М. В. Ломоносова, Иркутского и Саратовского мединститутов, Биолого-географического научно-исследовательского института при Иркутском университете, Саратовского и Волгоградского отделений научно-исследовательского института озерного и рыбного хозяйства, Биологического института при Ростовском университете, Пермского университета, Института биологии АН КиргССР, Института зоологии АН ГССР, Научно-исследовательского института прудового рыбного хозяйства, Института цитологии АН СССР, Института озероведения АН СССР, Выртьярвской лимнологической станции Института зоологии и ботаники АН ЭССР, Центральной лаборатории охраны природы Министерства сельского хозяйства СССР и Магаданского отделения Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии.

Заслушаны и обсуждены доклады: Ф. Л. Максимовой «Сравнительно-кариологический анализ личинок *Ch. plumosus* ленинградской и борковской природных популяций», Н. Б. Ильинской и Ф. Л. Максимовой «Исследование политенных хромосом *Ch. plumosus* в разные сезоны», М. С. Иордана «Определение фаз физиологической зрелости личинок IV возраста *Ch. plumosus*», В. И. Бахтиной «Биология и продукция *Ch. plumosus* в нагульных прудах», Е. В. Пастуховой «Размерно-весовая характеристика *Ch. plumosus*». Рассмотрен расширенный план написания отдельных глав монографии.

На совещании принято решение: 1) представить к концу 1975 г. ответственным исполнителям по главам монографии все имеющиеся у соавторов материалы; 2) рекомендовать на второе совещание по проблеме «Продуктивность вида в ареале» 2 доклада

(«О диагностике *Ch. plumosus*» — С. И. Белянина, Н. М. Бухтеева, Е. А. Ембаева, А. А. Линевиц, Н. Б. Ильинская, Ф. Л. Максимова, А. И. Шилова и «О продуктивности *Ch. plumosus* и величинах Р/В в разных точках ареала» — М. С. Алексеевнина, В. И. Бахтина, Н. Ю. Соколова).

Для облегчения работы по сбору материала и улучшения связи между соавторами просить: 1) руководство межсекционной рабочей группы опубликовать в своих материалах инструкции по исследованию питания, газообмена *Ch. plumosus* и номограмму соотношения длины и живого формалинного и сухого веса личинок; 2) А. И. Шилову размножить список участников по составлению монографии с их адресами и разослать всем соавторам; 3) провести очередное совещание в Институте биологии внутренних вод АН СССР в I квартале 1976 г.

А. И. Шилова

Д. В. Накани, М. Н. Корсак

К ИЗУЧЕНИЮ КОМБИНИРОВАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ИОНОВ ЦИНКА И ХРОМА НА ПЕРВИЧНУЮ ПРОДУКЦИЮ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В течение июня—сентября 1974 г. поставлено 10 серий факторных экспериментов по плану ПФЭ «3³». Для исследования были выбраны некоторые предельно допустимые концентрации цинка и хрома [1]. Влияние этих элементов изучали при двух концентрациях — 0.1 и 1.0 мг/л. Для цинка это ПДК водоемов рыбохозяйственного и санитарно-бытового назначения, для хрома — ПДК и 10 ПДК водоемов санитарно-бытового назначения.

Опыты проводили вблизи впадения р. Шуморовки в Рыбинское водохранилище. Исследуемые элементы в виде солей $ZnCl_2$ и K_2CrO_4 вносили в полиэтиленовые мешки объемом 50 л, наполненные водой из водоема. Мешки экспонировали в поверхностном горизонте в течение 3 суток [2]. Первичную продукцию определяли «in situ», используя радиоуглеродную модификацию метода склянок [3]. Коэффициенты регрессии рассчитывали по алгоритму Ятса в модификации Марголина [5]. Достоверность полученных коэффициентов регрессии проверяли, используя критерий Фишера [4].

Действие Zn и Cr на интенсивность фотосинтеза изучали как в течение первых суток, так и после 3 дней инкубирования планктонного сообщества в полиэтиленовых мешках.

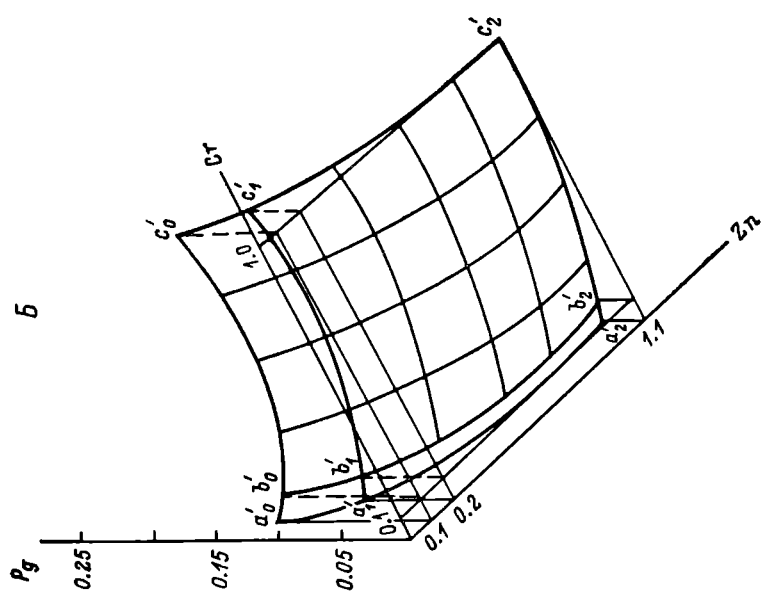
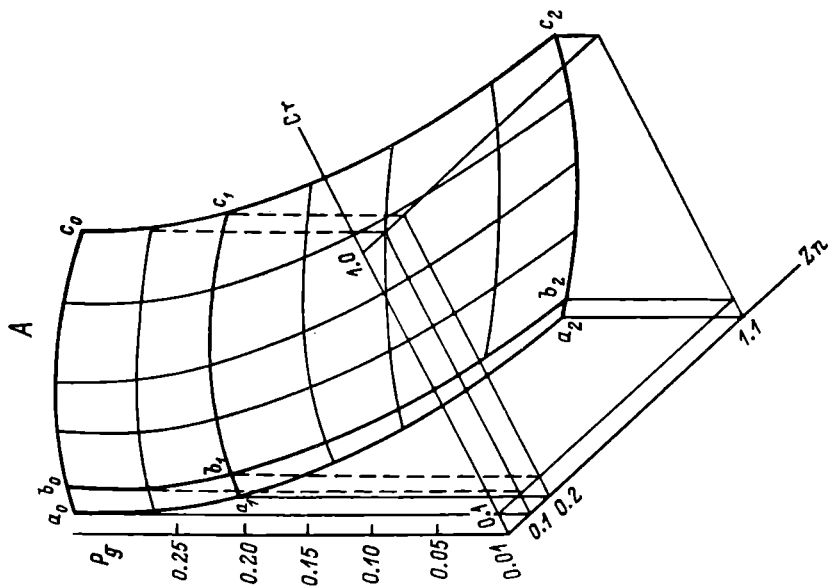
Концентрация цинка в природной воде в течение всего сезона колебалась от 0.1 до 0.2 мг/л, хрома — от 0.005 до 0.01 мг/л. В момент постановки опытов около 60% от общей численности фитопланктона составляли синезеленые водоросли, 20% — зеленые и 15% — диатомовые.

Одна серия опытов поставлена 27—30 августа 1974 г. После статистической обработки результатов получены следующие уравнения:

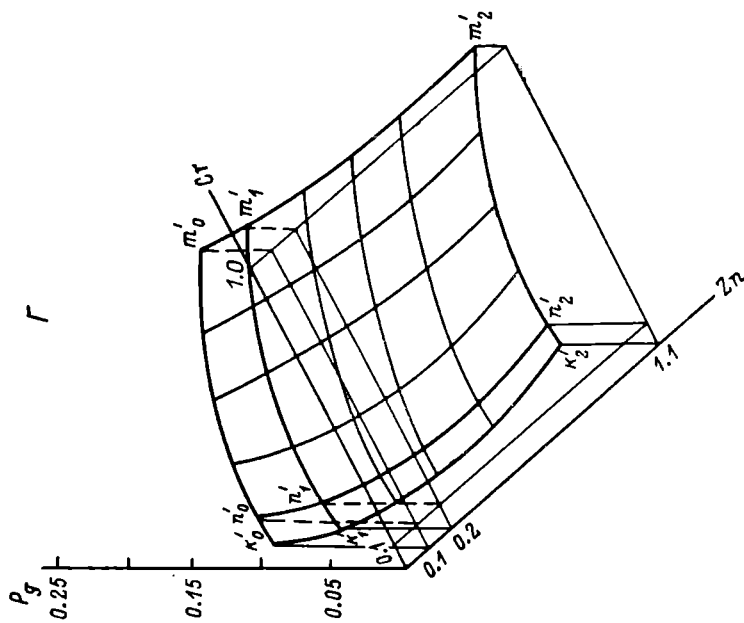
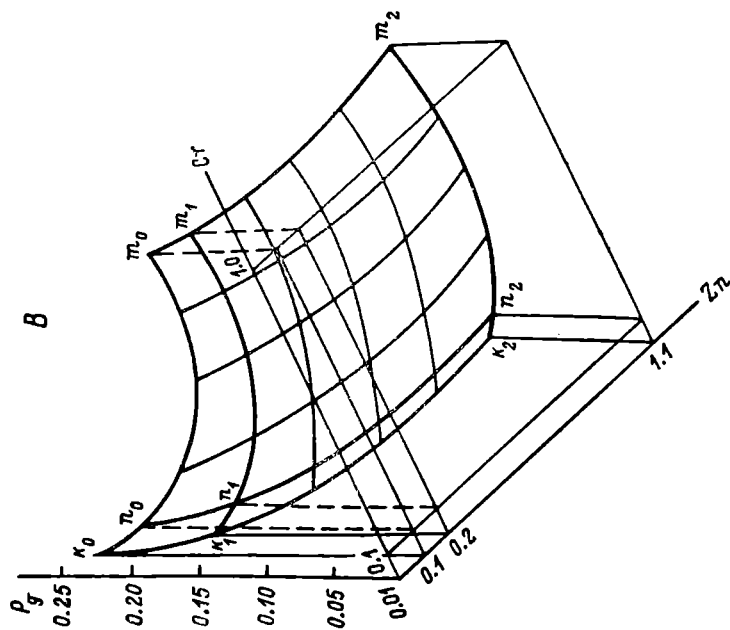
$$P_g = 204 - 92X_1 - 50X_2 - 45X_2^2 \quad (1)$$

$$P_g = 50 - 40X_1 - 14X_2, \quad (2)$$

где P_g — величина первичной продукции, мкг С/л в сутки, X_1 и X_2 — концентрация Zn и Cr в кодированных переменных соответственно.



Комбинированное воздействие ионов цинка и хрома на первичную продукцию Рыбного водохранилища.
 А — через сутки (27 VIII), Б — через 3 суток (3 VIII).



Продолжение рисунка.

В — через сутки (1 IX), Г — через 3 суток (4 IX).

На основании уравнений (1) и (2) построены графики, на которых показано изменение первичной продукции при различных концентрациях Zn и Cr (см. рисунок, А, Б). Точки a_0 , b_0 и c_0 соответствуют значениям продукции фитопланктона при концентрации Cr — 0.01, 0.1, 1.0 мг/л, a_0 , a_1 и a_2 — при концентрации Zn — 0.1, 0.2, 1.1 мг/л соответственно. Кривые $a_0b_0c_0$, $a_1b_1c_1$, $a_2b_2c_2$ показывают влияние хрома на интенсивность фотосинтеза при различных концентрациях цинка, а кривые $a_0a_1a_2$, $b_0b_1b_2$ и $c_0c_1c_2$ — действие цинка при различных концентрациях хрома.

При увеличении концентрации Zn до 0.2—1.1 мг/л продукция фитопланктона значительно снизилась (кривая $a_0a_1a_2$). Отрицательное влияние цинка в присутствии 1.0 мг/л Cr также возросло (кривая $c_0c_1c_2$).

После 3 дней экспонирования цинк и хром действовали на продукцию фитопланктона, как и в течение суток опыта, независимо друг от друга (см. рисунок, Б).

Уравнения регрессии для факторного эксперимента, поставленного 1—4 сентября 1974 г. после суточной (3) и 3-суточной (4) экспозиции, имеют вид:

$$P = 147 - 36X_1 - 56X_2 + 27X_1X_2, \quad (3)$$

$$P = 83 - 20X_1 - 25X_2 - 24X_2^2. \quad (4)$$

На рисунке В и Г точки k_0 и k'_0 соответствуют значениям первичной продукции в контрольном мешке. Как и в опыте, рассмотренном ранее, возрастание концентрации цинка и хрома приводило к снижению интенсивности фотосинтеза: 1.1 мг/л Zn и 1.0 мг/л Cr уменьшали первичную продукцию на 50 и 60% соответственно, а действуя одновременно, — на 65%, т. е. совместное влияние цинка и хрома практически не превышало их действие в отдельности. В отличие от предыдущего опыта цинк в присутствии 1.0 мг/л Cr почти не уменьшал продукцию фитопланктона (кривая $m_0m_1m_2$).

На 3-и сутки Zn в концентрации 0.2 мг/л уменьшал первичную продукцию на 20%, воздействие 0.1 мг/л Cr было незначительным; Zn в концентрации 1.1 мг/л снижал продукцию фитопланктона на 40%, а 1.0 мг/л Cr — на 50%. Совместно исследованные металлы в первом случае снижали интенсивность фотосинтеза на 20%, а во втором — на 85%, т. е. цинк и хром действовали независимо друг от друга и их отрицательное действие просто суммировалось.

Таким образом, характер совместного влияния исследованных токсикантов на фитопланктонное сообщество зависит от времени сезона и длительности их воздействия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексин О. А. Основы гидрохимии. Л., 1970.
2. Гельфанд Е. С., Корсак М. Н., Накани Д. В., Потапова Н. А. К методике постановки факторных экспериментов в полиэтиленовых мешках. — Биол. науки, 1976, 1.

3. Корсак М. Н., Накани Д. В. Динамика продукции фитопланктона и бактерий на мелководье Рыбинского водохранилища в 1974 г. Наст. бюлл.
4. Максимов В. Н., Федоров В. Д. Методы математического планирования биологических экспериментов. М., 1969.
5. Margolin B. H. Systematic methods for analysing $2n \times 3m$ factorial experiments with application. — Technom N 9, 1967.

Московский университет

В. И. Романенко

РАЗРУШЕНИЕ NH_4ClO_4 В ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДОЕМОВ

Из сточных вод нами [1] выделен новый вид бактерий, названный *Vibrio dechloraticans*, который в анаэробных условиях интенсивно разрушает NH_4ClO_4 до хлоридов с использованием этой соли в качестве донатора кислорода. Многие исследователи [2, 3] приложили большие усилия на то, чтобы обнаружить микроорганизмы, разрушающие перхлораты. При этом изучались в основном обычные и известные штаммы бактерий, такие как *Bact. coli*, *Pseudomonas fluorescens* и др. Действительно, у отдельных штаммов сапрофитных бактерий была обнаружена способность в небольшом количестве разрушать перхлораты в основном с образованием хлоратов. Но этот процесс не был специфичным и напоминал скорее способность многих микроорганизмов к редукции нитратов, которые тем не менее нельзя отнести к денитрификаторам. Поэтому было заманчиво установить, имеются ли в иловых отложениях среди тех миллиардов бактерий, которые обнаруживаются при определении методом прямого подсчета, организмы, обладающие перхлоратредуктазой. Для решения этого вопроса автор воспользовался препаратом перхлората, меченным радиоактивным изотопом хлора — $\text{NH}_4\text{Cl}^{36}\text{O}_4$.

Анализы проведены в июне 1974 г. при температуре поверхностных слоев воды около 20° . Ил отбирался стратометром в Рыбинском и Шекснинском водохранилищах и по 10 г вносился в склянки объемом 15 мл. После этого в них добавлялось по 1 мл раствора перхлората, содержащего 1 мг NH_4ClO_4 с активностью под торцовым счетчиком Гейгера 36 000 имп./мин. Склянки закрывались резиновыми пробками при создании анаэробных условий и хранились в лаборатории при температуре 20° . Через 1, 5, 10 суток инкубирования ил фиксировался формалином, затем разбавлялся в 100 мл дистиллированной воды, которая подкислялась 3—4 каплями азотной кислоты и профильтровывалась через бумажный фильтр «спинная лента». В чистый фильтрат вносился избыток азотнокислого серебра, после подогрева осадок AgCl отфильтровывался на мембранный фильтр № 3 и тщательно промывался водой для удаления следов меченого перхлората. Для соосаждения в пробу вносилось небольшое количество раствора NaCl . Осадки AgCl высушивались и их

радиоактивность определялась под торцовым счетчиком Гейгера. Поправка на самопоглощение излучения не вносилась, так как осадки хлористого серебра были достаточно тонкими.

Во всех образцах ила происходило разрушение перхлората с образованием ионов хлора с радиоактивностью от 75 до 4660 имп./мин., т. е. величинами, которые весьма достоверно улавливаются под счетчиком и заметно отличаются от естественного фона радиоактивности — 30 имп./мин. (см. таблицу).

Скорость разрушения NH_4ClO_4 в иловых отложениях водоемов (июнь 1974 г.)

Станция	Продолжи- тель- ность опыта, сутки	Радиоак- тивность осадка AgCl* на всю пробу, имп./мин.	Разрушено NH ₄ ClO ₄ , от 1 мг вне- сенного		Разрушено NH ₄ ClO ₄ , % от вне- сенного	Характер ила
			в мг за период опыта	в мг в ра- счете на 1 сутки		
Рыбинское водохранилище						
Коприно	1	547	0.015	0.015	1.5	Серый ил, богатый ор- ганическими веще- ствами
	5	1550	0.043	0.009	4.3	
	10	3260	0.090	0.009	9.0	
Брейтово	1	242	0.007	0.007	0.7	Серый ил с песком
	5	1440	0.040	0.008	4.0	
	10	3680	0.102	0.010	10.2	
Мякса	1	314	0.009	0.009	0.9	Серый ил с почвой
	5	454	0.013	0.002	1.3	
	10	3072	0.085	0.009	8.5	
Шекснинское водохранилище						
У плотины	1	944	0.026	0.026	2.6	Легкий наилок с поч- вой
	5	1210	0.034	0.007	3.4	
	10	3490	0.097	0.009	9.7	
У Горницы	1	290	0.008	0.008	0.8	Глинистая почва
	5	2860	0.080	0.016	8.0	
	10	3560	0.098	0.010	9.8	
Оз. Сиверское	1	75	0.002	0.002	0.2	Ил черный с сульфид- дами
	5	800	0.020	0.004	2.0	
	10	1500	0.040	0.004	4.0	
Оз. Белое (в цен- тре)	1	100	0.003	0.003	0.3	Суглинок
	5	1360	0.038	0.008	3.8	
	10	4660	0.128	0.013	12.8	

Исходя из пропорции $A = \frac{r \cdot P}{R}$, легко рассчитать количество перхлората (А), которое было разрушено за время опыта, где r — радиоактивность ионов хлора на фильтре, имп./мин.; P — количество перхлората, добавленного в пробу ила, мг; R — его радиоактивность, имп./мин.

Оказалось, что во всех образцах ила имеются какие-то микроорганизмы, которые разрушают NH_4ClO_4 с образованием свободных ионов хлора. Но активность этого процесса чрезвычайно слаба. За первые сутки было разрушено в разных илах от 0.002 (оз. Сиверское Вологодской обл.) до 0.026 мг перхлората (Шекснинское водохранилище), что составляет 0.2—2.6% от внесенного в пробу. Со временем интенсивность разрушения этой соли возрастает, но в целом протекает медленно. Через 10 суток в иловых отложениях из разных пунктов разрушилось 4—12.8% перхлората от первоначально внесенной величины. В расчете на 1 сутки процесс протекал стабильно. Четкой зависимости между характером ила и интенсивностью процесса установить не удалось.

Таким образом, в илах, не одинаковых по механическому составу и взятых из разных мест водохранилищ, присутствуют микроорганизмы, способные разрушать перхлораты, но этот процесс идет очень медленно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романенко В. И., Кузнецов С. И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Л., 1974.
2. Hachenthal E., Mannheim W., Hachenthal P., Becher R. Die Reduction von Perchlorat durch Bacterien. I. Untersuchungen an intakten Zellen. — *Biochemical Pharmacology*, 1964, 13.
3. Pichinoty F., Piéchaud M. Recherche des nitrate-reductases bactériennes A et B méthodes. — *Annales de l'Inst. Pasteur*, 1968, 114.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А. Н. Дзюбал

ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ И ДЕСТРУКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДЕ САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1972 г.

В общем балансе органического вещества в водоемах важную, часто решающую роль играет поступление его с водосборной площади. Саратовское водохранилище практически не имеет боковой приточности и получает воду из Куйбышевского водохранилища, в котором происходит аккумуляция до 20% биогенных и до 40% органических веществ, приносимых Волгой и Камой [2]. В результате этого, как показали наши наблюдения [3], в Саратовском водохранилище повышается роль первичной продукции в обеспечении его органическим веществом. Представляет интерес дальнейшее изучение в нем продукции фито-

планктона и деструкции органического вещества в связи с изменениями гидрометеорологических условий в разные годы.

Анализы первичной продукции и деструкции производились кислородным методом [1] в мае, июле, августе и октябре 1972 г. на 12 станциях, расположенных на всей акватории водоема. Лето этого года было необычно жарким и засушливым, температура воды в июле—августе достигала 22—26°. Несмотря на очень маловодный год уровень воды в водохранилище поддерживался постоянным благодаря пускам из Куйбышевского водохранилища.

Отдельные участки Саратовского водохранилища значительно различаются по гидрологическим и гидрохимическим условиям, в результате процессы фотосинтеза в них протекали с неодинаковой скоростью. Максимальными они были в устьевых заливах рр. Самары и М. Иргиза, а также на межстровных мелководьях левобережья (см. таблицу), что обусловлено малой проточностью участков, хорошим прогревом воды и постоянным поступлением биогенных веществ с городскими стоками и с сельскохозяйственных угодий. Значительно ниже продукция фитопланктона вдоль бывшего русла Волги. Эта зона водохранилища проточная от верховий до плотины, и ее водная масса формируется из обедненных вод Куйбышевского водохранилища.

Суточная продукция фитопланктона (*П*) и деструкция органического вещества (*Д*) в воде Саратовского водохранилища в 1972 г.,
г С под 1 м²

Номер станции	Расположение станции	25—30 мая		17—23 июля		25—31 августа		Октябрь	29 IX—4 X
		<i>П</i>	<i>Д</i>	<i>П</i>	<i>Д</i>	<i>П</i>	<i>Д</i>	<i>П</i>	<i>Д</i>
1	Русло у с. Моркваши . . .	0.13	4.97	0.05	2.21	0.43	1.85	—	—
6	Русло у «Поляны Фрунзе»	0.23	5.16	0.20	4.64	0.34	2.04	0.09	0.62
7а	Устьевой залив р. Самары	0.87	4.68	1.07	1.48	1.98	3.10	0.24	0.98
35	Русло у с. М. Рязань . . .	0.00	0.50	0.02	2.10	0.30	2.68	0.48	1.41
35б	Мелководья у М. Рязани	0.28	0.33	0.20	0.48	0.83	1.12	0.33	0.19
46	Русло у с. Монастырского	0.02	1.89	0.15	5.88	1.49	13.50	0.09	0.43
46б	Мелководья у с. Монастырского	0.02	0.22	0.44	0.42	1.29	0.90	0.13	0.02
54	Русло у дер. М. Федоровка	0.06	2.02	0.54	2.21	0.64	3.86	0.07	0.32
55	у г. Хвалынска	—	—	0.27	5.94	0.91	3.10	—	—
58	у с. Меровки	0.00	1.62	0.28	1.92	1.14	3.34	0.09	0.31
58б	Устьевой залив р. М. Иргиз	0.41	2.42	0.54	2.84	0.85	2.76	0.07	0.68
10	Русло у г. Балаково . . .	0.00	1.44	0.20	2.52	—	—	0.25	5.10
	Среднее по водохранилищу	0.18	2.30	0.54	2.72	1.00	3.49	0.22	2.13

Примечание. (—) — анализ не производился.

Деструкция органического вещества на русле Волги в единице объема воды протекала слабо, но в пересчете на всю толщу под 1 м² (*Д*) она оказалась максимальной (см. таблицу) и превышала

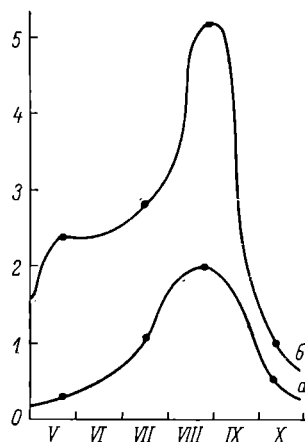
продукцию (P) в 20—90 раз. В устьевых заливах и на мелководье деструкция достаточно велика (см. таблицу), но отношение D/P было небольшим — 0.2—0.5. Следовательно, роль первичной продукции в балансе органического вещества на этих участках значительна.

Продукция фитопланктона в Саратовском водохранилище за вегетационный период 1972 г., равный 180 дням, составила 170 тыс. т С на весь водоем или 90 г под 1 м², что значительно больше, чем в 1971 г. [3]. Особенно интенсивным фотосинтез был в августе (см. рисунок), когда в водоеме отмечалось обильное «цветение» синезелеными водорослями и температура воды достигала 23—26°. Суммарная деструкция за тот же период составила 470 тыс. т С или 240 г под 1 м², что почти в 2 раза больше, чем в 1971 г., а отношение D/P увеличилось до 2.9 против 2.1.

Возникает вопрос о причинах, вызвавших такие изменения. Интенсификация продукционных процессов в зна-

Величина среднесуточной первичной продукции (а) и деструкции (б) из расчета на все водохранилище.

По оси ординат — органическое вещество, тыс. т. С;
по оси абсцисс — месяцы.



чительной мере объясняется благоприятным воздействием летнего прогрева воды на развитие синезеленых водорослей. Деструкция же, как видно из рисунка, протекала интенсивно уже в мае, когда фотосинтез был еще невелик. Это явилось, по-видимому, следствием поступления в водоем необычно большого количества аллохтонного органического вещества в результате обильных пусков воды из Куйбышевского водохранилища, что в сочетании с сильной засухой вызвало резкое понижение его уровня. Последнее способствовало усилению взмучивания донных отложений и выносу их в Саратовское водохранилище. Несомненно, что такой вынос обогатил его воды не только органическим веществом, но и биогенами, достаточное количество которых благоприятствовало массовому развитию водорослей. В августе началось их отмирание, обусловившее в это время резкий пик деструкции.

Таким образом, особые гидрометеорологические условия в 1972 г. оказали существенное воздействие на увеличение в Саратовском водохранилище продукции фитопланктона. Однако, несмотря на это, соотношение D/P не уменьшилось вследствие увеличения интенсивности деструкционных процессов, обусловлен-

ного особенностями водного питания Саратовского водохранилища и гидрологическим режимом выпележащего Куйбышевского водохранилища.

ЛИТЕРАТУРА

1. В и н б е р г В. Г. К вопросу о балансе органического вещества в водоемах. — Тр. Лимнол. ст. в Косине, 1934, 18.
2. Г у с е в а Н. Н. Элементы баланса биогенных веществ в Куйбышевском водохранилище. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1972, 23 (25).
3. Д з ю б а н А. Н. Первичная продукция и деструкция органического вещества в воде Саратовского водохранилища в 1971 г. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1974, 25.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

М. Н. Корсак, Д. В. Накани

ДИНАМИКА ПРОДУКЦИИ ФИТОПЛАНКТОНА И БАКТЕРИЙ НА МЕЛКОВОДЬЕ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1974 г.

Работа проводилась на мелководье Волжского плёса Рыбинского водохранилища в устьевом участке р. Шуморовки.

Интенсивность фотосинтеза и продукцию бактерий измеряли «in situ» скляночным методом в радиоуглеродной модификации [1, 3]. Пробы отбирали с поверхности, одновременно измеряли температуру воды. Для определения продукции фитопланктона и бактерий использовали плоские продукционные склянки объемом 135 мл, в каждую из которых добавляли примерно 2 мк кюри раствора $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$. Экспозиция во всех опытах равнялась 24 час. Из каждой склянки на продукцию фитопланктона фильтровали 50 мл, а на продукцию бактерий 25 мл через фильтры «Сыппор» № 3 и № 6 соответственно.

Подсчет радиоактивности раствора $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ и фильтров проводили на сцинтилляционном счетчике «Mark-2» Nuclear Chicago в лаборатории изотопного анализа при биологическом факультете МГУ. Фильтры просчитывались в сцинтилляторе следующего состава: 4 г 2,5-дифенилоксазола (РРО) и 100 мг ди-2,5-фенилоксазолилбензола (РОРОР) на 1 л толуола [6]. Сцинтиллятор для определения исходной активности раствора $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ готовили следующим образом: 4 г РРО, 100 мг РОРОР, 60 г нафталина, 20 мл этиленгликоля и 100 мл метанола растворяли в диоксане и доводили объем до 1 л [5]. Эффективность счета в диоксановом сцинтилляторе устанавливали, используя внешнюю стандартизацию, а в толуольном — сжигая фильтры на газовом счетчике.

Из полученных данных видно, что с середины июня до 7 июля величины суточной продукции фитопланктона колебались незначительно — не превышали 300 мкг С/л (см. таблицу).

**Динамика суточной продукции фитопланктона,
гетеротрофных бактерий и температуры воды**

Дата	Продукция фито- планктона, мкг С/л в сутки	Продукция бактерий, мкг С/л в сутки	Температура воды, °С	Свет, кал./см ² за световой день
18 VI	103	—	17.5	550
22 VI	86	150	19.0	575
26 VI	318	160	21.0	558
30 VI	259	82	22.0	348
1 VII	191	120	23.5	790
2 VII	168	38	23.0	290
3 VII	254	138	23.0	136
4 VII	270	120	22.8	530
5 VII	270	115	24.4	880
7 VII	254	175	21.1	280
16 VII	1100	315	23.0	620
19 VII	1400	600	24.0	710
24 VII	1300	200	26.3	326
27 VII	1700	150	23.7	520
5 VIII	1300	300	17.9	75
8 VIII	830	500	17.8	630
11 VIII	660	195	20.0	240
14 VIII	640	150	21.3	630
19 VIII	730	380	19.0	450
22 VIII	660	290	17.0	460
27 VIII	360	200	18.5	121
30 VIII	270	150	18.5	208
1 IX	290	120	18.0	485
4 IX	250	210	17.6	390
6 IX	290	150	17.1	182
9 IX	370	150	17.0	380

С начала работы и до конца августа фитопланктон был представлен в основном синезелеными водорослями. Температура воды на поверхности в июне—июле относительно постоянна. Интенсивность солнечной радиации в течение этого времени изменялись более чем в 4 раза, однако это практически не сказывалось на величинах суточного фотосинтеза (см. таблицу).¹

Начиная с 16 июля интенсивность фотосинтеза возросла в 5 раз. Следует отметить, что максимальные значения первичной продукции и температуры воды отмечены 27 июля. Увеличение интенсивности фотосинтеза в это время объясняется массовым развитием синезеленых водорослей и в особенности *Aphanizomenon flos-aquae*.

Продукция фитопланктона к концу августа сильно уменьшилась и стала примерно такой же, как и в середине июня. Общая

¹ Величины суммарной солнечной радиации были любезно предоставлены Рыбинской гидрометеорологической обсерваторией.

численность бактерий в водоеме обычно изменяется незначительно [2]. Однако продукция гетеротрофных бактерий в разное время сезона неодинакова [2, 4]. С 18 июня по 16 июля величины продукции бактерий не превышали 200 мкг С/л в сутки, что несколько больше, чем в открытых частях водохранилища. Максимальные значения бактериальной продукции зарегистрированы 19 июля и 8 августа. С середины августа до начала сентября бактериальная продукция такая же, как и в июне—июле (см. таблицу).

Таким образом, на мелководье Волжского плёса интенсивность фотосинтеза в период наблюдений изменялась, как и в открытых частях водоема [4]. Общая численность и продукция бактерий в месте наблюдения была в 2—3 раза выше, чем в среднем по водохранилищу. Это, вероятно, вызвано наличием большого количества аллохтонного органического вещества в воде. Из полученных данных можно сделать вывод о том, что процессы образования биомассы водорослей и бактерий на мелководье Волжского плёса Рыбинского водохранилища в 1974 г. были примерно такими же, как и в среднем за прошлые годы [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Романенко В. И. Гетеротрофная ассимиляция CO_2 бактериальной флорой воды. — Микробиол., 1964, 33, 4.
2. Романенко В. И. Характеристика микробиологических процессов образования и разрушения органического вещества в Рыбинском водохранилище. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1966, 13 (16).
3. Романенко В. И. Продукцирование органического вещества фитопланктоном в Рыбинском водохранилище. — Гидробиол. ж., 1971, 7, 4.
4. Старикова Д. М. и Сорокин Ю. И. Сезонные наблюдения за динамикой биологических процессов в Волжском плёсе и прибрежной зоне Рыбинского водохранилища. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1969, 11.
5. Bray G. A. A simple efficient liquid scintillation method for counting aqueous solutions in a liquid scintillation counter. — Anal. Biochem., 1960, 1.
6. Sherman J. R. Rapid enzyme assay technique utilizing radioactive substrate ion-exchange paper and liquid scintillation counting. — Anal. Biochem., 1963, 5.

Московский университет

Г. А. Луккина

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ РЯСКОВЫХ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Рясковые относятся к поверхностно плавающим высшим водным растениям, широко распространенным на всех континентах, кроме Антарктиды. Сравнительная легкость их культивирования давно привлекала внимание исследователей. В связи

с этим, начиная с 1920 г., ряска стала использоваться в качестве удобного лабораторного объекта. Детальные исследования привели к раскрытию некоторых сторон ее биологии и выяснению химического состава. Высокая урожайность, содержание большого количества различных минеральных веществ и витаминов позволили рекомендовать ряску в качестве ценного витаминного корма.

Условия выращивания рясовых прежде всего связаны с подбором оптимальной освещенности. Эшби [5] установил, что таковой для этих организмов является освещенность в интервале 7—14 тыс. лк. Проверка различных уровней освещенности при культивировании образцов ряски малой (*Lemna minor* L.), собранных нами в волжском бассейне, показала, что для их роста оптимальна круглосуточная освещенность в 7—8 тыс. лк. В экспериментах использовались люминесцентные лампы ЛБЦ-40. Оптимальная температура выращивания составляла 22—27°.

Не менее важный фактор успешного культивирования — состав среды. Рясовые чаще всего выращивались на средах, рекомендованных для водных культур наземных высших растений. В частности, рекомендуются среды Гельригеля, Кнопа, Баславской, Хогланда [2, 3]. В наших опытах ряска на перечисленных средах нарастала медленно, к тому же в этих средах часто развивались синезеленые водоросли. Значительно лучше результаты были получены на среде, примененной В. И. Гапоненко и В. Стажецким [4]. Эта среда и была использована в наших опытах. Ее состав: KNO_3 — 0.4 г/л, KH_2PO_4 — 0.2, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 0.3, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ — 0.6 г/л, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ — 0.3 мг/л, H_3BO_3 — 0.5, цитрат железа — 5 мг/л. Среда автоклавировалась при 1.5 атм. в течение 20 мин. Культивирование производилось в аквариумах из органического стекла и в кристаллизаторах.

На рост рясовых влияет не только уровень минерального питания, но и pH среды. По данным одних авторов [4], росту ряски благоприятствует нейтральная или слабощелочная реакция среды, другие [6, 7] утверждают, что она лучше развивается при pH 4.5—5.2. По нашим наблюдениям, в естественных водоемах ряска лучше всего растет при pH 6.9—7.2. Однако культивирование в лабораторных условиях при этих уровнях pH приводит к развитию синезеленых водорослей. Предварительная стерилизация таллов ряски 70°-м этиловым спиртом (в течение 2—3 сек.) с последующей промывкой стерильной водой и культивирование при pH 6.3 предупреждают развитие синезеленых водорослей, предпочитающих нейтральную или слабощелочную среду.

Определение прироста ряски проводилось по подсчету числа листочков (фрондов) и по сухому весу. Результаты показывают, что для точной оценки прироста нельзя использовать только один показатель. Так, время удвоения числа листочков равно 2 суткам, а по сухому весу — 5—6 суткам. Кроме того, размеры листочков зависят и от условий выращивания. При этом увеличение размера

не всегда приводит к прибавке сухого веса. Например, на среде с фенолом листецы были крупнее и развивались в большем количестве, чем на обычной среде, однако сухой вес их уступал такому контролю. Поэтому лучше совмещать просчет числа листецов с определением сухого веса.

Влияние плотности засева на прирост ряски

Исходный засев	Количество растений	
	через 8 дней	через 18 дней
150	70	610
200	84	785
300	60	1035
500	225	1247

Помимо освещенности, рН, температуры и солевого состава среды на скорость роста и развития ряски оказывает значительное влияние плотность исходного засева. Обнаружено, что наибольший прирост на площади 4.5 дм² наблюдался при исходном засеве 150 растений (каждое растение содержало

по 2 листеца). Это особенно отчетливо обнаруживается при культивировании в течение 18 дней (см. таблицу).

Плотность исходного засева влияет не только на образование новых растений ряски, но и на число листецов на одно растение.

Исходный засев	Количество просчитанных растений	Количество листецов	Среднее количество листецов в 1 растении
150	30	142	4.73
200	30	152	5.06
300	30	123	4.10
500	30	119	4.00

При малой плотности засева (до 300 растений на 4.5 дм²) одно растение содержит большее количество крупных листецов (до 10 шт.). При более плотном засеве уменьшаются как число листецов одного растения, так и их размер.

Опыт лабораторного культивирования рясковых, собранных в различных районах Поволжья, показывает, что наибольшей урожайностью при одинаковых условиях выращивания характеризуются местные штаммы, собранные в районе пос. Борок.

В лабораторных условиях рясковые выращивались на твердой агаризованной среде. Использовался 1.5%-й агар, приготовленный на минеральной среде ($1/_{20}$ от полной). Автоклавирование проводилось в течение 30 мин. при 1 атм. Затем агар разливался на косяки. «Посев» ряски проводили обычным способом микробиологической петлей. Поддержание культур ряски на косяках не представляет трудностей, так как пересевы ее можно повторять через 2—3 месяца. Косяки хорошо сохраняются при комнатной температуре на рассеянном свете. Метод выращивания ряски на агаризованной среде можно использовать для получения безбактериальных культур, так как регулярные (через 2—3 недели) пересевы

способствуют освобождению ряски от сопутствующих бактерий и водорослей. Выращивание рясковых на твердой среде позволяет сохранять собранные образцы в течение длительного времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гапоненко В. И., Стажецкий В. Изменение интенсивности фотосинтеза и содержания хлорофилла у ряски в связи с возрастом и условиями освещения. — Физиол. растений, 1969, 16, 6.
2. Музафаров А. М., Таубаев Т. Т., Абдиев М. Ряска малая (*Lemna minor* L.) — ценный витаминный корм для домашней птицы. — Узб. биол. ж., 1968, 3.
3. Подня Я. Подбор питательных растворов для выращивания водных растений в нестерильных условиях. — Тр. Латв. сельскохозяйственной академии, 1970, 24.
4. Таубаев Т. Т., Абдиев М., Келдибеков С. О биологической продуктивности ряски малой (*Lemna minor* L.) в естественных водоемах и в культуре. — В кн.: Культивирование водорослей и высших водных растений в Узбекистане. Ташкент, 1971.
5. Ashby E. The interaction of factors in the growth of the *Lemna*. — Ann. Bot., 1929, 43.
6. Nick L. E. Ranges of pH-tolerance to the Lemnaceae. — J. Sci. Ohio, 1932, 32.
7. Sculthorpe C. D. The biology of Aquatic Vascular plants. London, 1967.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А. П. Садчиков

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУТОЧНОЙ ДИНАМИКИ ПРОДУКЦИИ МАКРОФИТОВ

Погруженные макрофиты как объект весьма неудобны для определения первичной продукции скляночным методом, поэтому измерение ее динамики в течение суток представляет некоторые затруднения. Многие авторы для данного опыта используют сосуды небольшого объема, для чего необходима целая серия склянок. Однако в этом случае может появиться целый ряд ошибок. Во-первых, трудно подобрать растения одного и того же вида с одинаковой физиологической активностью, во-вторых, из срезов наблюдается нефизиологическое выделение кислорода и, в-третьих, само повреждение растения отрицательно сказывается на процессе фотосинтеза [1, 3]. Во избежание этих ошибок нами использовался продукционный сосуд объемом 36 л, куда помещались целые неповрежденные растения.

Квадратный сосуд размером 30×30×40 см изготовлен из плексигласа толщиной 5 см (рис. 1). Он состоит из корпуса (1), дна (2), крышки (3), верхнего (4) и нижнего (5) фланцев, прокладки из мягкой резины (6) для герме-

тичности. Съемное дно (2) позволяет надставлять другой корпус для увеличения размеров сосуда. Дно (2) и крышка (3) крепятся болтами (7). Крышку закрывают, опустив сосуд ниже уровня воды, чтобы устранить пузырьки воздуха. Перед отбором проб воду перемешивают мешалкой (8) для установления одинаковой концентрации кислорода во всем ее объеме. Пробы отбирают через боковое отверстие (9), отсасывая воду, предварительно открыв отверстие (10). Первые порции воды сливаются в колбу (12), а в склянке (11) фиксируется кислород.

Работа проводилась в летний период 1974 г. на экспериментально-прудовой базе Института биологии внутренних вод

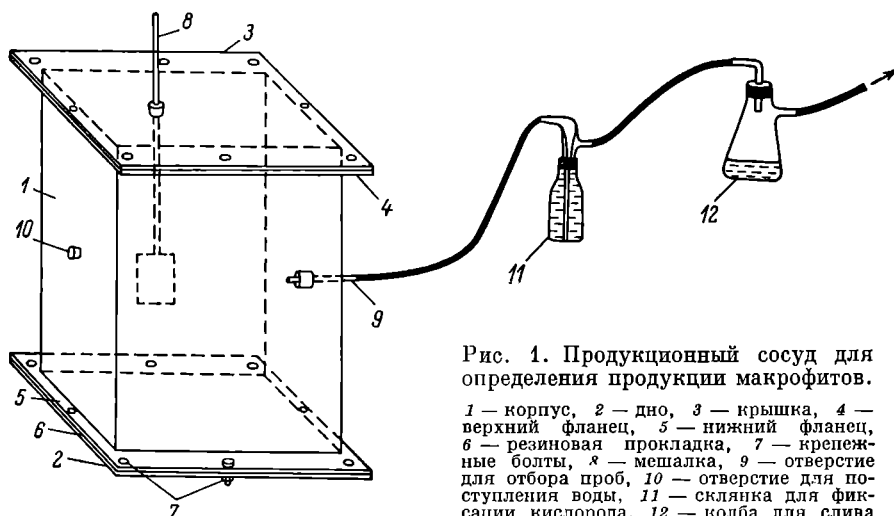


Рис. 1. Продукционный сосуд для определения продукции макрофитов.

1 — корпус, 2 — дно, 3 — крышка, 4 — верхний фланец, 5 — нижний фланец, 6 — резиновая прокладка, 7 — крепежные болты, 8 — мешалка, 9 — отверстие для отбора проб, 10 — отверстие для поступления воды, 11 — склянка для фиксации кислорода, 12 — колба для слива первых порций воды.

АН СССР. В качестве объекта были взяты 3 вида макрофитов: рдест разнолистный (*Potamogeton heterophyllus*), рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinatus*), лютик волосистый (*Ranunculus trichophyllus*). Исследовались отличия продукционных процессов разных по возрасту растений и суточная динамика продукции макрофитов.

Мы попытались выделить несколько возрастных стадий в популяции рдеста разнолистного по линейно-морфологическим признакам — размерам, числу листочков, веточек, цветков, плодов.

На первой стадии появилась одна небольшая веточка, покрытая молодыми листочками, на второй — небольшой ветвистый кустик, на третьей — колоски с бутонами, на четвертой — цветки, на пятой — плоды. У рдестов всех 5 стадий измерена продукция при экспонировании в течение 4—6 час. Среднее значение валовой продукции на первой стадии составляло 66 O_2 /г в час, на второй — 39, на третьей — 21.5, на четвертой — 14, на пятой 9 мг O_2 /г в час. По этим данным видно, что с возрастом продукция рдеста разнолистного уменьшается почти в 8 раз.

Результаты одного из опытов по суточной динамике продукции макрофитов представлены на кривых (рис. 2), при рассмотрении которых можно отметить несколько интересных моментов. У всех изученных макрофитов наблюдается равномерное увеличение продукции, несмотря на резкое колебание одного из главных факторов — интенсивности света. Максимум же продукции приходится на 16—19 час., когда интенсивность света близка к нулю. Также следует отметить отсутствие светового ингибирования в полуденное время, характерное для фитопланктона.

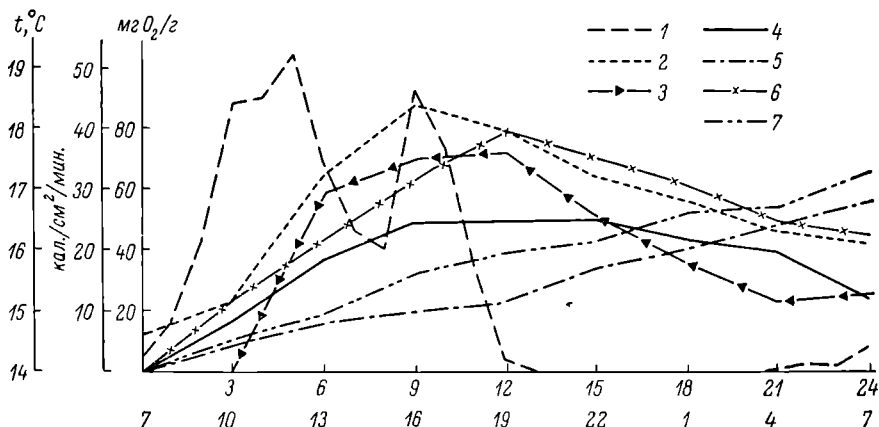


Рис. 2. Суточная динамика валовой продукции и деструкции макрофитов.

1 — интенсивность солнечной радиации, кал./см²/мин.; 2 — температура воды, °C; 3 — продукция лютика волосистого, мгО₂/г; 4 — продукция рдеста разнолистного; 5 — деструкция рдеста разнолистного; 6 — продукция рдеста гребенчатого; 7 — деструкция рдеста гребенчатого, МгО₂/г. По оси абсцисс: сверху — время, через которое отбирались пробы, часы; снизу — время суток, часы.

В. Б. Возжинской с соавторами [2] была получена такая же одновершинная кривая для дальневосточных морских макрофитов. Из графика видно (рис. 2), что динамика продукции макрофитов более коррелирует с дневным изменением температуры, чем с интенсивностью света. Все это, по-видимому, можно объяснить несколькими причинами. Целое растение занимает большой объем по вертикали. При изменяющейся интенсивности света в зоне оптимальных световых условий оказываются те или иные части растения. Например, если в утренние часы максимальный фотосинтез будет наблюдаться в верхушечной части растения, то по мере увеличения интенсивности света он может опускаться по вертикали. Так как мы определяем продукцию всего растения, то суммарная ее величина будет уравниваться. Вторым механизмом могут служить межклетники и лакуны, накапливающие при интенсивном фотосинтезе кислород [4], который и поступает в окружающую среду с некоторым опозданием. Межклетники

могут выполнять роль своеобразного буфера. Что касается деструкции, то здесь наблюдается почти линейное увеличение ее в течение суток.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астапович И. Т. Фотосинтез макрофитов в неглубоких водоемах. — Тр. БелНИИ рыбн. хоз-ва, Минск, 1972, 8.
2. Возжикская В. Б., Ярцева И. А., Соловьева О. П. О продуктивности донной флоры в тепловодных районах дальневосточных морей. — В кн.: Гидробиология и география шельфов холодных и умеренных вод Мирового океана. Л., 1974.
3. Рубин Б. А., Логина Л. И. Особенности дыхания водных и полупогруженных растений. — Успехи совр. биол., 1963, 55, 3.
4. Dale H. M. Development studies of *Elodea canadensis*. II Experimental studies on morphological effects of darkness. — *Canad. J. Bot.*, 1957, 35, 51.

Московский университет

Ю. В. Горячев

СРАВНЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ИНФУЗОРИЙ *PARAMECIUM CAUDATUM*, ОБЛУЧЕННЫХ В РАЗНЫХ ЗОНАХ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО СПЕКТРА

Представляет интерес выяснение характера реакции УФ-излучения зоны В (280—315 нм) на двигательную функцию инфузорий и сравнение возникающих при этом изменений в движении парамеций с теми, что имеют место при облучении ее в зоне С (253.7 нм).

Клон культуры инфузорий, выделенный из природной популяции, выращивался на среде Лозина-Лозинского с периодическим добавлением через сутки дрожжей и сенной палочки в количестве 2 мл суспензии на пробирку (20—30 мл). Температура выращивания составляла 21°. Движение регистрировалось фотографическим путем [1]. Облучение проводилось на кварцевом стекле проходящим снизу ультрафиолетом. От одной до трех инфузорий помещали на кварцевое стекло в каплю минеральной среды Лозина-Лозинского. Для облучения применялись лампы: бактерицидные БУВ-30П (спектр излучения преимущественно 253.7 нм) и эритемные ЭУВ-15 (спектр излучения 280—320 нм). Повторности для отдельных доз УФ-излучения колебались от 9 до 25 на дозу.

В некоторых опытах кормление инфузорий дрожжами и сенной палочкой перед облучением прекращалось. Продолжительность голодания колебалась от одних до двадцати суток.

Облучение инфузорий УФ $\lambda=253.7$ нм (зона С) показало, что подъем двигательной активности происходит в диапазоне доз от 50 до 2000 эрг/мм², но наиболее сильно эффект выражен при

дозах облучения от 150—200 до 1000 эрг/мм² (рис. 1—3). При дальнейшем увеличении дозы облучения снижаются приращение скорости перемещения инфузорий, длительность периода повы-

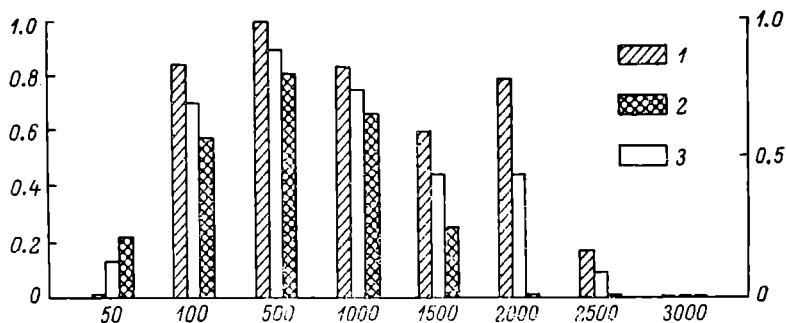


Рис. 1. Частота возникновения активированных двигательных реакций инфузорий *Paramecium caudatum* при облучении УФ-светом зоны С ($\lambda=253.7$ нм).

1 — с 1-го по 8-й день опыта с относительным голоданием, 2 — с 9-го дня и до конца опыта, 3 — на всем протяжении опыта с относительным голоданием. По оси ординат — доля активированных двигательных реакций инфузорий от общего числа наблюдавшихся; по оси абсцисс — дозы УФ-облучения, эрг/мм².

шенной подвижности, частота (% от общего числа наблюдений) появления активированного движения.

В опытах с относительным голоданием инфузорий (рис. 1) активирующее действие ультрафиолета линии 253.7 нм проявля-

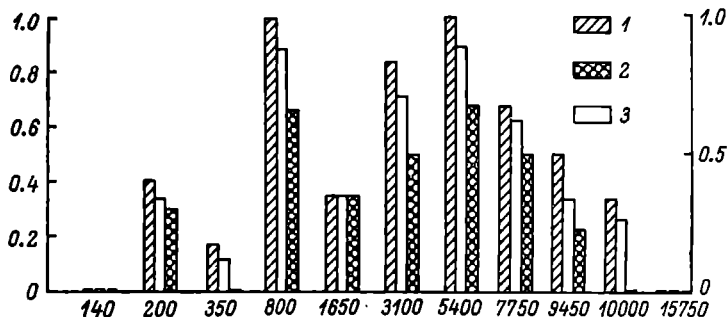


Рис. 2. Частота возникновения активированных двигательных реакций инфузорий *Paramecium caudatum* при облучении УФ-светом зоны В (основные линии $\lambda=2804, 3022, 3026, 3126, 3132$ А).

Обозначения те же, что на рис. 1.

лось при тех же дозах, что и у сытых простейших. Однако в реакции голодных парамеций обнаружили некоторые особенности. Частота появления ускоренного движения простейших в опытах с относительным голоданием была выше для всего диапазона стимулирующих доз, за исключением дозы 50 эрг/мм² в период голо-

дания с 1-го по 8-й день. При дозе 50 эрг/мм² реакция ускорения возникала начиная с 9-го дня.

Во второй половине экспериментального периода верхняя пороговая доза превращалась из ускоряющей в нейтральную или реже в угнетающую движение инфузорий (рис. 1).

Ультрафиолетовое излучение эритерных ламп ЭУВ-15 в зоне 280—320 нм, как и коротковолновое ($\lambda=253.7$ нм), ускоряло дви-

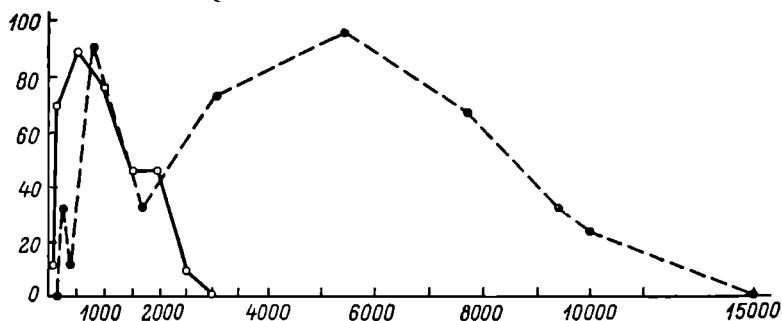


Рис. 3. Сравнение частоты возникновения активированных двигательных реакций *Paramecium caudatum* при облучении УФ-светом зоны В (прерывистая линия) и зоны С (сплошная линия).

По оси ординат — частота возникновения активированных двигательных реакций у облученных инфузорий (% от общего числа наблюдений); по оси абсцисс — дозы УФ-облучения, эрг/мм².

жение инфузорий тотчас же вслед за облучением. Однако дозы УФ-излучения (зона В), необходимые для такого рода эффекта, существенно отличаются от доз коротковолнового ультрафиолета (рис. 2). Диапазон активирующих доз зоны В простирается от 200 до 10 000 эрг/мм². Особенно велика эта разница для оптимальных доз. Для линии $\lambda=253.7$ нм активирующей является доза около 800 эрг/мм². Для зоны 280—320 нм доза активации возрастает до 5000—5800 эрг/мм² (рис. 3). Влияние голодания на развитие ускоренного перемещения парameций после УФ-облучения в зоне В сказывается в том, что, как правило, во второй половине периода голодания частота наступления ускоренных двигательных реакций снижается, а верхняя пороговая доза, ускоряющая движение, превращается в нейтральную (не вызывает ускорения движения) или реже в угнетающую дозу (движение вслед за облучением замедляется).

ЛИТЕРАТУРА

1. Горячев Ю. В. Методика объективной регистрации движения инфузорий. — Гидробиол. ж., 1969, 5, 6.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ЗООПЛАНКТОНА ВОДОЕМОВ
ВОЛГО-БАЛТИЙСКОЙ СИСТЕМЫ ЛЕТОМ 1973 г.

Зоопланктон входящих в Волго-Балтийскую систему Ладожского и Онежского озер к настоящему времени хорошо изучен [2, 3], менее обследованы Шекснинское водохранилище и Белое озеро [1]. Представляет интерес сопоставление сборов зоопланктона, выполненных в этих водоемах в течение одного месяца по единой методике.

Зоопланктон в августе 1973 г. в исследованных водоемах был представлен преимущественно ракообразными, что типично для летнего времени. Всего обнаружено 52 вида, из них: *Rotatoria* — 10, *Copepoda* — 11, *Cladocera* — 18, *Mysidaceae* — 1, личинок *Mollusca* — 1 вид. При наличии общих для всех водоемов видов (*Daphnia longispina*, *D. cucullata*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Chydorus sphaericus*, *Eudiaptomus gracilis*, *E. graciloides*, *Mesocyclops oithonoides*) зоопланктон в каждом из них имел свои особенности.

В Рыбинском водохранилище наиболее многочисленными были *Chydorus sphaericus* (7790 экз./м³), хотя биомасса их невелика. Из крупных пелагических ракообразных доминировали следующие.

Вид	Численность, экз./м ³	Биомасса, г/м ³
<i>Daphnia longispina</i>	4780	0.250
<i>Limnospina frontosa</i> . .	1580	0.050
<i>Leptodora kindtii</i> . .	400	0.100
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	1670	0.020

В большом количестве обнаружены велигеры *Dreissena polymorpha*, численность которых составляла 3300 экз./м³. Из коловраток встречались лишь *Conochilus unicornis*. В целом для зоопланктона водохранилища характерно преобладание *Cladocera*. В группе веслоногих наибольшая биомасса наблюдалась у копепоидитных стадий — 0.150 г/м³.

Шекснинское водохранилище включает в себя 2 различных по гидрохимическим и гидрологическим условиям водоема — Белое озеро и сохраняющий проточность Шекснинский речной участок. Значительного обмена фауной в настоящее время между ними не происходит. Планктон Белого озера проник в Шексну в период затопления речного участка белозерскими водами [1].

В зоопланктоне речного участка отмечалось явное преобладание веслоногих. Из них наиболее многочисленными были копепоидитные стадии (7830 экз./м³) и *Eudiaptomus gracilis* (3330 экз./м³), наибольшая биомасса наблюдалась у *E. gracilis* (0.190 г/м³) и *Mesocyclops oithonoides* (0.180 г/м³). Среди ветвистоусых по численности преобладали *Chydorus sphaericus* (4330 экз./м³), *Daphnia*

cucullata (2100 экз./м³), *Bosmina coregoni* (1650 экз./м³), наибольшая биомасса была у *Daphnia cucullata* (0.040 г/м³).

Белое озеро — обширный, но мелководный мезотрофный водоем, подверженный значительному ветровому перемешиванию. Рельеф дна выровнен, глубина повсеместно практически одинакова. Состав планктона на всех станциях однообразен. По численности в пробах преобладали ювенильные стадии копепод и взрослые особи *Acanthocyclops vernalis* (1690 экз./м³) и *Eudiaptomus gracilis* (1620 экз./м³). Среди ветвистоусых наиболее многочисленными оказались *Chydorus sphaericus* (3890 экз./м³), *Limnoscidea frontosa* (1120 экз./м³) и *Bosmina coregoni* (730 экз./м³). Максимальная биомасса зарегистрирована для *Limnoscidea frontosa* (1.700 г/м³), *Bosmina coregoni* (1.670 г/м³) и *Eudiaptomus gracilis* (0.130 г/м³). Несмотря на то что биомасса кладоцер вдвое больше, чем копепод, последние заметно доминировали по численности преимущественно за счет ювенильных стадий (табл. 1). Численность и биомасса коловраток в Белом озере незначительны.

Т а б л и ц а 1

Средние значения биомассы (г/м³) и численности (экз./м³) зоопланктона водоемов Волго-Балтийской системы

Состав зоопланктона	Водохранилища		Озера		
	Рыбинское	Шекснинское	Белое	Онежское	Ладожское
Биомасса					
<i>Rotatoria</i>	—	—	0.03	0.01	0.02
<i>Copepoda</i>	0.23	0.48	0.41	0.12	0.34
<i>Cladocera</i>	0.53	0.10	0.21	0.07	0.20
Общая биомасса	0.76	0.58	0.65	0.20	0.56
Ч и с л е н н о с т ь					
<i>Rotatoria</i>	—	590	2710	720	3330
<i>Copepoda</i>	12100	18700	18260	3520	11980
<i>Cladocera</i>	17700	6500	7780	2030	4050
Общая численность	33000	28700	28700	6300	19070

Онежское озеро — глубоководный водоем, представляющий собой сложную систему разнородных участков — от олиготрофных (Центральный плёс, Кондопогская губа) до евтрофных (Кижские шхеры, Великая губа). В целом озеро считается олиготрофным. Наличие термоклина в глубоководных озерах объясняет существование двух более или менее обособленных экологических комплексов зоопланктона — тепловодного и холодноводного. Однако полного разграничения по видовому составу между этими комплексами не существует [2]. В августе 1973 г. в вертикальном рас-

пределении планктона на глубоководных станциях озер хорошо прослеживалась прямая стратификация. В прогретом поверхностном слое по численности и биомассе преобладали ветвистые: *Bosmina longispina* (970 экз./м³, 0.020 г/м³) и *Daphnia longispina* (820 экз./м³, 0.04 г/м³).

Из коловраток наиболее многочисленным был *Conochilus unicornis* (100 экз./м³, 0.02 г/м³), колонии которого достигали 1 мм в диаметре и содержали каждая до 72 особей. Комплекс холодноводного планктона, расположенного ниже слоя температурного скачка, характеризовался преобладанием копепоид, доминировала *Eurytemora lacustris* (300 экз./м³, 0.05 г/м³) (табл. 2). По сравнению с другими обследованными водоемами численность *Chydorus* в планктоне Онежского озера была минимальной, что, вероятно, связано как с большими глубинами водоема, так и с малым количеством синезеленых водорослей, колонии которых используются этим видом в качестве субстрата.

Т а б л и ц а 2

Средние показатели численности (экз./м³) и биомассы (г/м³) основных видов зоопланктона Ладожского и Онежского озер

Вид	Тепловодная зона		Холодноводная зона	
	численность	биомасса	численность	биомасса
Ладожское озеро				
<i>Bosmina coregoni</i>	4530	0.08	197	0.004
<i>Daphnia cristata</i>	1770	0.03	50	0.001
<i>Diaptomus gracilis</i> , <i>D. graciloides</i> . .	920	0.09	195	0.008
<i>Daphnia cucullata</i>	510	0.390	104	0.00
<i>Mesocyclops oithonoides</i> , <i>M. leuckarti</i>	460	0.02	323	0.009
<i>Eurytemora lacustris</i>	190	0.010	250	0.047
Среднее *	10600	0.550	2173	0.060
Онежское озеро				
<i>Bosmina longispina</i>	980	0.020	240	0.010
<i>Daphnia longispina</i>	820	0.040	280	0.010
<i>Diaptomus gracilis</i>	300	0.010	60	0.002
<i>Heterocope appendiculata</i>	120	0.030	160	0.035
<i>Eurytemora lacustris</i>	40	0.000	300	0.054
Среднее *	2300	0.090	1420	0.050

П р и м е ч а н и е. * Среднее значение численности и биомассы для всех организмов, обнаруженных в пробах.

Термический и гидрохимический режимы Ладожского и Онежского озер в период обследования были сходными. Тем не менее видовой состав зоопланктона Ладожского озера оказался несколько иным, чем Онежского. Вертикальное распределение зоопланктона в Ладожском озере так же, как и в Онежском, опре-

делялось прямой температурной стратификацией. В тепловодном поверхностном комплексе преобладали ветвистоусые: *Bosmina coregoni* (4520 экз./м³), *Daphnia cucullata* (0.40 г/м³). Из коловраток доминировали *Conochilus* (2130 экз./м³), *Polyarthra* (380 экз./м³).

В нижнем холодном слое самыми многочисленными оказались *Mesocyclops* (320 экз./м³) и *Eurytemora lacustris* (250 экз./м³), максимальной биомассой обладал *Eurytemora lacustris* (0.050 г/м³) (табл. 2).

При сравнении данных выяснилось, что в августе 1973 г. максимальную среднюю биомассу имел зоопланктон Белого озера, наибольшая же численность была в Рыбинском водохранилище в основном за счет мелких форм: велигеров дрейссены, хидоруса и ювенильных стадий копепоид. Самым бедным в количественном отношении оказался планктон Онежского озера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Луферова Л. А. Формирование зоопланктона Череповецкого водохранилища. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1966, 12 (15).
2. Денъгина Р. С., Соколова М. Ф. О видовом составе зоопланктона Ладожского озера. — В кн.: Биологические ресурсы Ладожского озера (зоол.). Л., 1968.
3. Николаев И. И., Смирнова Т. С., Межекайтё С. И., Нгуен Т. Зоопланктон Онежского озера. Л., 1972.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

И. А. Скальская

ЗАСЕЛЕНИЕ ДРЕЙССЕНОЙ (*DREISSENA POLYMORPHA* PALLAS) НОВЫХ СУБСТРАТОВ ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

На участке Горьковского водохранилища, подверженном влиянию теплых вод, сбрасываемых Костромской ГРЭС, исследовалось заселение древесных субстратов дрейссеной как одной из массовых форм эпибиозов. Работы проводились в 1973—1974 гг. в зоне естественного температурного режима на станциях 1 и 3 и в зоне подогрева на станциях 4 и 5 на деревянных пластинах, погружаемых в водоем на определенный срок экспозиции.

Размножение дрейссены начинается при температуре воды 14—16°, а заканчивается при понижении ее до 10—12° [1—2]. В любом водоеме нерест дрейссены обычно бывает растянут вследствие различия в сроках полового созревания у моллюсков. В водоемах средней полосы европейской части СССР численность личинок в планктоне имеет 2 пика — в июле и августе, после

которых через 7—10 дней наступает заселение дрейссеной различных субстратов.

При наших исследованиях в 1973 г. массовое оседание велигеров на субстраты происходило в начале июля. Второй подъем численности осевшей дрейссены отмечен в конце августа, когда численность моллюсков на субстратах с 20 по 28 августа возросла с 8200 до 21 400 экз./м² (см. таблицу), причем особи размером 0.2—0.3 мм составляли 32%. В сентябре при снижении температуры воды от 15.2 до 7.2° субстраты заселялись дрейссеной крайне слабо, а в октябре встречались единичные экземпляры.

Численность (экз./м²) и биомасса (г/м²) дрейссены при различных сроках экспонирования субстратов

Время и длительность экспозиции, сутки	Неподогреваемая зона				Подогреваемая зона			
	ст. 1		ст. 3		ст. 4		ст. 5	
	численность	биомасса	численность	биомасса	численность	биомасса	численность	биомасса
1973 г.								
(26 VI—3 VII), 7	—	—	1700	0.037	925	0.030	—	—
(25 VII—6 VIII), 12	—	—	2200	0.200	4030	0.650	3000	0.250
(25 VII—13 VIII), 19	—	—	7380	1.020	8350	1.820	10000	1.780
(25 VII—20 VIII), 26	—	—	8200	1.740	6480	2.000	5100	1.260
(25 VII—28 VIII), 34	—	—	21400	6.470	7860	5.430	12980	9.960
(28 VIII—17 IX), 20	—	—	290	0.140	—	—	1480	0.762
1974 г.								
(4—7 VII), 3	0	0	16	0.0002	0	0	0	0
(4—11 VII), 7	8	0.0001	0	0	25	0.0003	0	0
(4—27 VII), 23	30000	0.547	4500	0.073	—	—	250	0.016
(27 VII—17 VIII), 21	—	—	115500	3.516	5900	0.925	—	—
(9 IX—1 X), 22	—	—	770	0.064	1600	0.098	40	0.005

В 1974 г. в связи с холодной и затяжной весной первый пик численности осевшей на субстраты дрейссены отмечен в конце июля. В первой декаде июля в отличие от 1973 г. при экспозиции субстратов 3 и 7 суток на них обнаруживались лишь единичные экземпляры. Второй более мощный подъем численности осевших моллюсков происходил во второй декаде августа. Численность дрейссены на ст. 3 за три недели пребывания субстратов в воде (с 27 VII по 17 VIII) составила 115 500 экз./м², при этом 67% особей имели размеры 0.2—0.3 мм. В сентябре субстраты заселялись дрейссеной слабо, но несколько активнее, чем в 1973 г., вероятно, вследствие теплой и продолжительной осени.

В приустьевом заливе р. Шачи, зоне водосброса ГРЭС, в результате подпора водохранилища течение незначительное и создается главным образом потоком сбрасываемых ГРЭС вод. Заселение дрейссеной древесных субстратов в подогреваемом приустье-

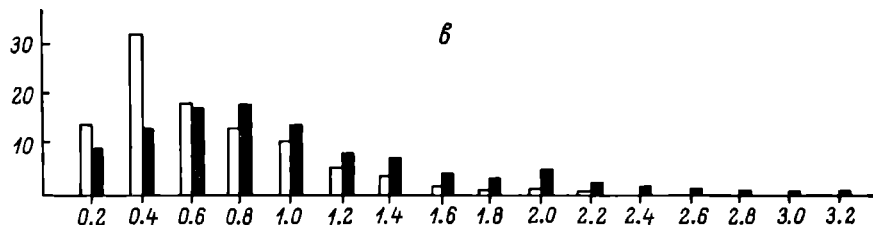
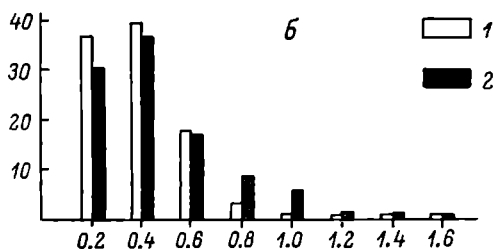
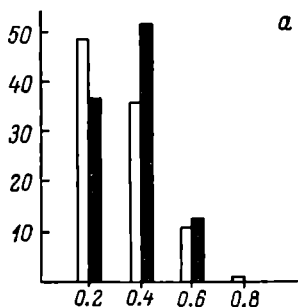
вом заливе р. Шачи на станциях 4 и 5 проходит в то же время, что и в зоне естественного температурного режима на станциях 1 и 3. Однако в интенсивности заселения субстратов и темпе роста моллюсков наблюдаются значительные отличия. В июле—августе 1973 г. на ст. 3 при увеличении экспозиции субстратов от 12 до 34 суток шло непрерывное увеличение численности оседающих моллюсков с 2200 до 21 400 экз./м². В зоне подогрева в это время численность дрейссены на субстратах испытывала резкие колебания и при 34-суточной экспозиции субстратов была почти в 2—3 раза меньше, чем в зоне естественного температурного режима (см. таблицу). За этот период температура воды в подогреваемой зоне достигала 26.5—27.8°. Наиболее резкие отличия в количестве осевшей на субстратах дрейссены отмечены в июле и августе 1974 г. В конце июля, когда температура воды в зоне подогрева на ст. 5 достигала 29.1°, численность дрейссены была здесь в 18—120 раз ниже, чем в зоне естественного температурного режима на станциях 1 и 3, в августе — на ст. 4 в 19 раз ниже, чем на ст. 3.

Очевидно, велигеры дрейссены, как и многие гидробионты, — дафнии, циклопы, коловратки [3], в агрегатах ГРЭС испытывают механическое повреждение и отрицательное действие быстрого повышения температуры (температурный шок), которая здесь в самый жаркий период лета может превышать 30°. При этом на субстратах обнаруживались раковинки мертвых дрейссен. Поврежденные особи, осевшие на субстраты, впоследствии, вероятно, отмирают.

В сентябре в зоне подогрева, наоборот, дрейссены оседают, как правило, больше, чем за пределами этой зоны. В зоне подогрева осевшие в июле—августе моллюски растут быстрее. Для сравнения нами приведен размерный состав дрейссены в зоне естественного температурного режима на ст. 3 и в зоне подогрева на ст. 5 при 12, 19 и 34-суточной экспозиции субстратов в июле—августе 1973 г. (см. рисунок). При 12-суточной экспозиции на субстратах обнаруживались особи размером от 0.2 до 0.8 мм, на 19-е сутки их максимальные размеры увеличились до 1.6 мм, а на 34-е сутки — до 3.2 мм. При всех 3 сроках наблюдений на ст. 5 процент крупных моллюсков выше, чем на ст. 3, т. е. моллюски в зоне подогрева растут быстрее и их средний вес здесь больше, чем в зоне естественного температурного режима. При увеличении экспозиции субстратов от 12 до 19 и 34 суток средний вес дрейссены на ст. 5 возрастал соответственно от 0.083 до 0.178 и 0.767 мг, а на ст. 3 соответственно от 0.081 до 0.138 и 0.302 мг. При 34-суточной экспозиции субстратов в неподогреваемой зоне на ст. 3 численность моллюсков составляла 21 400 экз./м², биомасса — 6.47 г/м², а в зоне подогрева на ст. 5 при более низкой численности (12 980 экз./м²) биомасса дрейссены была заметно выше — 9.96 г/м².

Таким образом, заселение древесных субстратов дрейссеной в зоне естественного температурного режима и в зоне подогрева

происходит одновременно. В жаркий период лета численность моллюсков при длительной экспозиции субстратов в зоне подогрева значительно меньше, чем за пределами этой зоны. Однако моллюски растут быстрее в подогреваемой зоне, в результате



Размерный состав дрейссены (в % от общей численности моллюсков), поселявшейся на субстратах в июле—августе 1973 г.

a — экспозиции субстратов 12 суток (с 25 VII по 6 VIII), *б* — 19 суток (с 25 VII по 13 VIII), *в* — экспозиция субстратов 34 суток (с 25 VII по 28 VIII). 1 — неподогреваемая зона, ст. 3; 2 — подогреваемая зона, ст. 5. По оси ординат — % от общей численности моллюсков; по оси абсцисс — размеры моллюсков, мм.

чего биомасса обрастаний из дрейссены здесь выше, чем при естественном температурном режиме. В сентябре же численность моллюсков выше в зоне подогрева, чем вне ее. Следовательно, в зоне подогрева условия для образования обрастаний из дрейссены более благоприятны.

1. Качанова А. А. К экологии *Dreissena polymorpha* Pall. Учинского водохранилища. — Вопр. экол., 1962, 5.
2. Кирпиченко М. Я. Изучение биологии моллюска *Dreissena polymorpha* Pall. в Куйбышевском водохранилище. — Тр. зонального совещ. по типол. и биол. обоснованию рыбохоз. использования внутр. водоемов южной зоны СССР. Кишинев, 1962.
3. Ривьер И. К. Влияние сбросных теплых вод Конаковской ТЭС на зоопланктон Иваньковского водохранилища. — Тез. докл. 1-й конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. Тольятти, 1968.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Б. А. Вайнштейн

К ФАУНЕ ВОДЯНЫХ КЛЕЩЕЙ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Водяные клещи Иваньковского водохранилища почти не исследованы. В литературе имеются сведения о фауне этих животных в Калининской обл., однако они сильно устарели и охватывают преимущественно западную часть области: оз. Селигер [4], оз. Бологое и их окрестности [7]. Между тем оз. Селигер расположено на Валдайской возвышенности, оз. Бологое — на Вышневолоцкой низине, а Иваньковское водохранилище — в западной части Верхневолжской низины, отделенной от Вышневолоцкой рядом мелких возвышенностей. Таким образом, зоогеографически Иваньковское водохранилище ближе к Рыбинскому, чем к ранее исследованным озерам Калининской обл.

Изученный нами материал (несколько более 300 особей) представляет собой более или менее случайные сборы, проведенные сотрудниками Института биологии внутренних вод АН СССР параллельно с другими исследованиями. Обнаруженные виды, по-видимому, — наиболее обычные представители водяных клещей в фауне водоема. Их перечень представляется нам достаточно интересным с фаунистической точки зрения.

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. <i>Hydrachna cruenta</i> Müller | Зал. Обухово. |
| 2. <i>H. skorikovi</i> Piersig . . . | Там же. |
| 3. <i>H. globosa</i> (De Geer) . . . | Городня, Перетрусово, устье р. Созь. |
| 4. <i>Eylais extendens</i> (Müller) | Городня, Перетрусово, зал. Обухово, устье р. Созь. Очень обычен. |
| 5. <i>E. rimosa</i> Piersig | Устье р. Орши. |
| 6. <i>E. mülleri</i> Koenike | Мошковичский залив, устье р. Созь. |

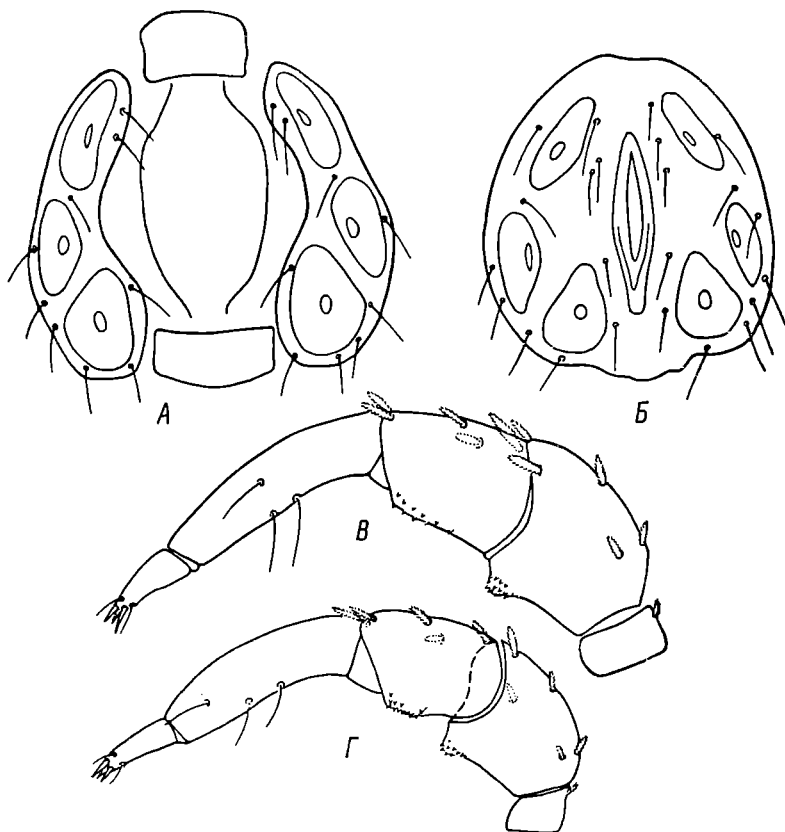
- | | |
|---|--|
| 7. <i>E. soari</i> Piersig | Мошковичский залив. |
| 8. <i>E. borkensis</i> Wainstein . . | Городня, устье р. Орши. |
| 9. <i>E. sokolovi</i> Wainstein . . | Городня. |
| 10. <i>E. hamata</i> Koenike . . . | Устье р. Созь. |
| 11. <i>Hydryphantes placation</i>
Thon | Городня, зал. Обухово. |
| 12. <i>Hydrodroma despiciens</i>
(Müller) | Повсеместно. Очень обычен. |
| 13. <i>Limnesia fulgida</i> Koch . . | Мошковичский залив. |
| 14. <i>L. maculata</i> (Müller) . . . | Повсеместно. Массовый вид. |
| 15. <i>L. undulata</i> (Müller) . . . | Повсеместно. Очень обычен. |
| 16. <i>Hygrobates trigonicus</i> Koe-
nike | Корчева. |
| 17. <i>Piona conglobata</i> (Koch) . . | Мошковичский залив. |
| 18. <i>P. coccinea</i> (Koch) | Повсеместно. Очень обычен. |
| 19. <i>P. variabilis</i> (Koch) | Повсеместно. Массовый вид. |
| 20. <i>P. longipalpis</i> (Krend.) . . | Городня, устье р. Созь. |
| 21. <i>P. alpicola</i> (Neuman) . . . | Перетрусово. В зарослях. |
| 22. <i>Forelia liliacea</i> (Müller) . . | Там же. |
| 23. <i>Pionopsis lutescens</i> (Her-
mann) | Там же. |
| 24. <i>Unionicola figuralis</i> (Koch) | Там же. В зарослях тростника
и телореза. Единственная
находка. |
| 25. <i>Neumantia limosa</i> Koch . . | Мошковичский залив. В за-
рослях рдеста. |
| 26. <i>Brachypoda versicolor</i>
(Müller) | Там же. В зарослях манника. |
| 27. <i>Mideopsis orbicularis</i>
(Müller) | Зал. Бабня, Омутья, устье
р. Созь. |
| 28. <i>Midea orbiculata</i> (Müller) | Перетрусово. В зарослях тро-
стника и телореза. |
| 29. <i>Porohalacarus hydrachnoi-</i>
<i>des</i> (Lohman) | Мошковичский залив. |

Приводим иллюстрацию половых створок (см. рисунок, А, В) и педипальп (см. рисунок, В, Г) этого вида, так как их строение варьирует и не всегда сходно с изображениями, представленными у Фитса [8] и И. И. Соколова [5]. Наши рисунки сделаны по особям из окрестностей Борка.

Все перечисленные виды известны также из Рыбинского водохранилища [2, 3]. Только *Eylais soari* не указан в упомянутых работах, который найден в прибрежной луже Рыбинского водохранилища после публикации списков. Столь большое сходство фауны подтверждает зоогеографическую близость этих водоемов.

Кроме того, нами обнаружен ряд видов, не указанных для Калининской обл. Так, *Eylais borkensis* и *E. sokolovi* описаны сравнительно недавно, поэтому они и не могли быть указаны в списках М. Гольдфельда, С. Н. Соловьева и в сводке И. И. Соколова [4, 5, 7]. Более интересно нахождение шести давно известных видов. *Eylais hamata* и *E. soari* были известны из близлежащих Ленинградской, Московской, Ярославской и Ивановской областей, *Eylais mülleri* — из Ленинградской, Московской и Ярославской областей, *Piona alpicola* (= *P. unculata*) — из Ленинградской

и Ярославской областей, *Unionicola figuralis* — из Карелии и Ленинградской обл. Все эти виды были известны и из других более отдаленных областей европейской части СССР. Особо следует отметить *Porohalacarus hydrachnoides*. Достоверно этот вид известен из Ладожского озера, Рыбинского водохранилища [1] и из Че-



Детали строения *Hygrobatres trigonicus*.

А — половые отверстия самки, Б — то же самца, В — педипальпа самки, Г — то же самца.

лябинской обл. (собственные неопубликованные данные). Если же считать *P. alpinus* синонимом этого вида, что нам кажется вполне оправданным, то, по И. И. Соколову [6], этот клещ распространен также в р. Тверца близ Калинина, в Днепре и на Кавказе.

Таким образом, приведенный список, далеко, конечно, не полный, подтверждает, что фауна Ивановского водохранилища ближе к фауне Рыбинского водохранилища, чем к фауне западной части Калининской обл., включая и фауну оз. Селитер, питающего верховья Волги.

1. Вайнштейн Б. А. Новые находки водяных клещей Советского Союза. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1968, 1.
2. Вайнштейн Б. А. Водяные клещи. Список. — В кн.: Рыбинское водохранилище и его жизнь. Л., 1972.
3. Вайнштейн Б. А., Тузовский П. В. Новые находки водяных клещей в фауне Ярославской области. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1972, 15.
4. Гольдфельд М. К фауне гидракарин Тверской губернии. — Тр. Бородинск. биол. ст., 1915, 4 (1).
5. Соколов И. И. *Hydracarina* — водяные клещи. Ч. I. Фауна СССР. Паукообразные. М.—Л., 1940, 5 (2).
6. Соколов И. И. Водяные клещи. Ч. II. Фауна СССР. Паукообразные. М.—Л., 1952, 5 (5).
7. Соловьев С. Н. Водяные клещи (*Hydrachnidae*) оз. Бологова и его окрестностей. — Тр. Пресноводн. биол. ст. СПб. об-ва естествоисп., 1906, 2.
8. Vietz K. Wassermilben oder Hydracarina. Tierwelt Deutschlands, 31, 32, Spinnentiere, 7, Jena, 1936.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

П. В. Тузовский

НОВЫЙ ВИД ВОДЯНОГО КЛЕЩА РОДА *TRUNCATURUS* (*ARRHENURIDAE*, *ACARIFORMES*)

Truncaturus viktorovi Tuzovskij sp. n. Самец — цвет коричнево-красный. Тело яйцевидной формы (рис. 1, А). Дорсальный щит округлый. Лобный край прямой. На заднем конце тела отчетливо выделяется небольшой придаток, имеющий округлый медиальный выступ. Поясничные щетинки снабжены тесно сближенными крупными бугорчатыми железами. В работе используется ранее разработанная нами [1] номенклатура щетинок. Лопаточная наружная железа смещена далеко в заднюю часть тела. Крестцовые щетинки располагаются на дорсальной поверхности придатка (рис. 2, А), причем внутренние щетинки короче наружных почти в 4 раза. Сзади крестцовых щетинок находится рудиментарный петиолус. Височных щетинок 2 пары — внутренние и наружные.

Лировидных органов 5 пар. Первая пара (i_1) расположена сзади и латеральнее глаз, вторая (i_2) — перед наружной лопаточной щетинкой, третья (i_3) — в промежутке между лопаточной наружной железой и поясничной наружной щетинкой, четвертая (i_4) — в задней части дорсального щита между плечевыми щетинками и пятая (i_5) — в заднем углу придатка.

Число и расположение щетинок вентральной поверхности см. на рис. 1, Б. Коксальные щиты I срослись между собой до полного исчезновения шва между ними. Прегенитальных щети-

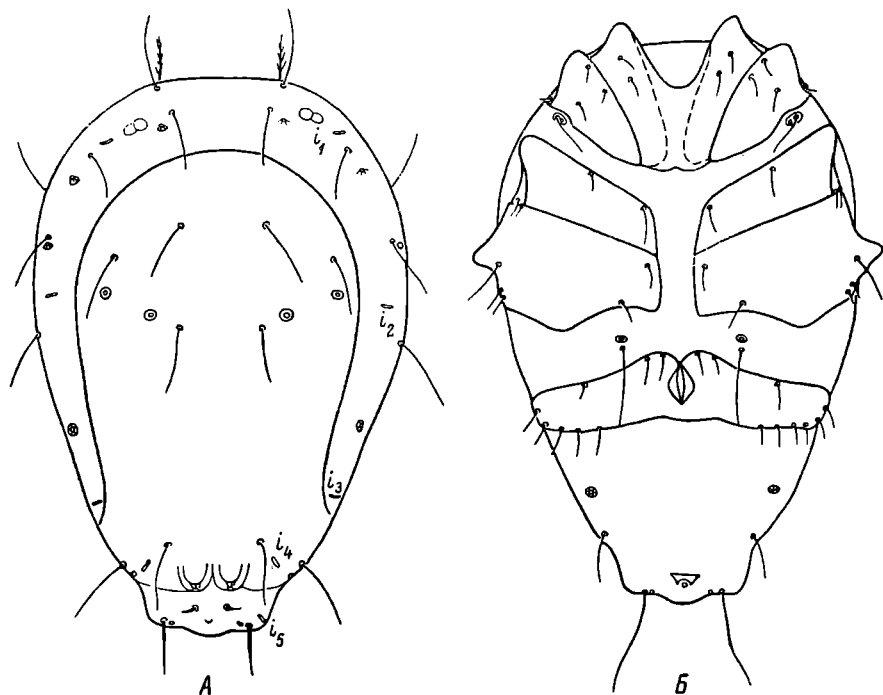


Рис. 1. *Truncaturus viktorovi* sp. n.
А — сверху, Б — снизу, i_1 — i_5 — лировидные органы.

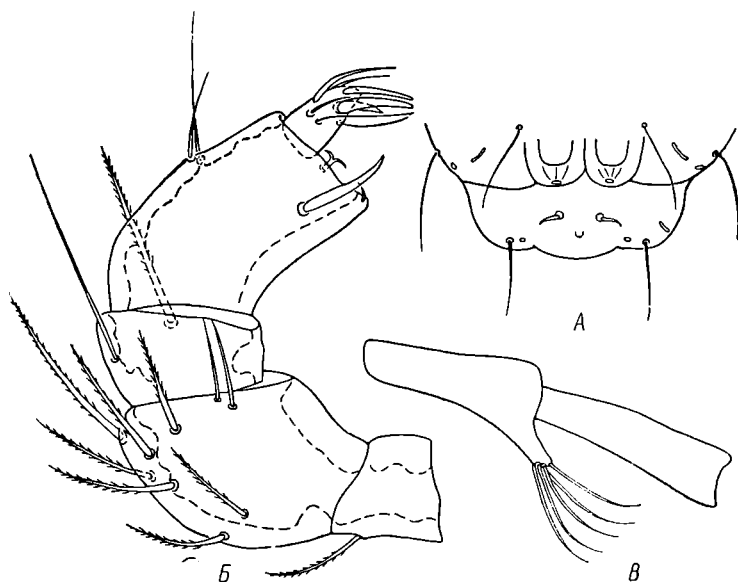


Рис. 2. Детали строения *Truncaturus viktorovi* sp. n.
А — придаток сверху, Б — педипальпа, В — колено и голень ноги IV.

нок 3 пары: две пары сближены между собой и сидят близ генитального отверстия, третья — смещена к латеральному краю тела. По заднему и латеральному краю половых пластинок находится по 6—7 постгенитальных щетинок. Экскреторное отверстие расположено у заднего конца тела. Постаанальные наружные щетинки почти в 2 раза короче внутренних.

Педипальпы короткие, массивные (рис. 2, Б). Вертлуг с 1 дорсальной опушенной щетинкой, бедро I с 7 опушенными и 2 гладкими хетами, бедро II с 2 щетинками — гладкой и опушенной. На колене 2 дорсальных сближенных щетинки, 2 апикальных, из которых 1 вильчатая близ середины членика и 1 крупная мечевидная. Тибготарзальный комплекс педипальпы состоит из 3 шипов и 5 тактильных щетинок.

Ноги с плавательными волосками, шипами и мелкими щетинками. Колено ноги IV (рис. 2, В) с небольшим выступом, несущим на вершине 5 плавательных волосков.

Морфометрические признаки приведены ниже.

Название измерений	Размер, мкм	
Длина тела с отростком	1045	
Максимальная ширина тела	720	
Длина отростка	80	
Длина дорсального щита	915	
Максимальная ширина дорсального щита	555	
Расстояние от лобного края до дорсального щита	145	
Расстояние между щетинками ЗВ	165	
То же между	{ ПЛВ	140
	{ ЛВ	165
	{ ПВ	140
	{ ЛВ и ПВ	425
	{ ЗВ и ЛВ	180
Длина колена IV	230	
Длина выступа колена IV	65	
Длина голени IV	260	

Описывается по 1 экз. (препарат 533), найденному 10 июня 1974 г. в болоте переходного типа близ пос. Борок Некоузского района Ярославской обл. Голотип хранится в коллекции Института биологии внутренних вод АН СССР.

T. viktorovi особенно хорошо отличается от других представителей рода отчетливо обособленным придатком тела, не развитым у других видов.

Назван в честь известного советского энтомолога Г. А. Виктора.

ЛИТЕРАТУРА

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

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

О ВОЗМОЖНОСТИ ОСВОБОЖДЕНИЯ ЛЕЩА (*ABRAMIS BRAMA*) И СИНЦА (*ABRAMIS BALLERUS*) ОТ МОНОГЕНЕЙ С ПОМОЩЬЮ АММИАЧНЫХ ВАНН

В условиях прудовых хозяйств эпизоотии, вызываемые моногенейми, особенно *Dactylogyrus vastator*, *D. extensus*, наносят большой экономический ущерб. С момента появления эпизоотий возник вопрос и о мерах борьбы с ними. Исследователи искали и продолжают искать лечебные средства, которые убивали бы дактилогирид, будучи безвредными для рыб [1—4]. Многие средства, предлагаемые в качестве лечебных, совсем не вошли в практику карповодства (растворы салициловой и уксусной кислот, медного купороса и др.) по целому ряду причин, в частности в силу своей токсичности по отношению к рыбе.

В настоящее время для лечения дактилогирозов прудовых рыб (карпа, белого амура, обыкновенного и пестрого толстолобиков) широко используются поваренная соль (5%-й раствор в течение 5 мин.) и раствор аммиака (0.1%-й в течение 1 мин.). Обработка рыб этими растворами дает положительный эффект и значительно снижает заболеваемость прудовых рыб [2].

Вопрос об освобождении «диких» рыб от дактилогирид в литературе не освещается. Сейчас, когда проводятся мероприятия по реконструкции ихтиофауны и воспроизводству рыбных запасов крупных рек и водохранилищ, он приобретает большое практическое значение. При перевозке рыб из одного водоема в другой, при проведении акклиматизационных мероприятий, а также при создании нерестово-выростных хозяйств необходимо освобождение рыб от эктопаразитов, особенно от дактилогирид.

При проведении экспериментальных исследований [5, 6] было установлено, что для получения лещей и синцов, свободных от дактилогирозов, поваренная соль, так широко применяемая в прудовых хозяйствах, не может быть использована. При помещении лещей и синцов в 5%-й раствор поваренной соли они погибали через 2—3 мин., а дактилогирозы (*D. falcatus*, *D. auriculatus*, *D. chranilowi*) оставались живыми. Положительный результат получен при использовании аммиака. Однако те концентрации аммиака, которые применяются в прудовом рыбоводстве, для «диких» рыб оказались неприемлемыми. Эксперименты, проводимые при разных температурах и разной экспозиции, позволили подобрать такую концентрацию раствора аммиака, которая безвредна для рыб, но губительно действует на дактилогирозов.

В опытах использованы 41 синец и 56 лещей. Эксперименты проводились в аквариумах емкостью в 5—7 л. Размеры рыб варьировали от 135 до 285 мм. Предварительное обследование контрольных рыб показало, что интенсивность заражения леща *Dactylo-*

gyrus falcatus, *D. auriculatus*, *D. zandti* колебалась от 98 до 516 экз. Зараженность синца (*D. chranilowi*) была еще более высокой — 443—8 тыс. экз.

Результаты опытов показали, что 0.04%-я концентрация аммиака при температуре воды 12—15° и экспозиции в 1—2 мин. приводит к полному освобождению лещей и синцов от дактилогирусов (см. таблицу).

Результаты опытов по освобождению леща и синца от дактилогирусов с помощью аммиачных ванн

Вид	Концентрация аммиака, ‰	Температура воды, °С	Время экспозиции, мин.	Результаты
Лещ	0.02	12—15	1—2	Полное освобождение, единичные черви.
	0.04	12—15	1—2	Полное освобождение.
Синец	0.02	12—15	1—2	Полное освобождение, единичные черви.
	0.04	12—15	1—2	Полное освобождение.

Как показали дальнейшие исследования, аммиачные ванны могут быть использованы для «диких» рыб и в более широком масштабе. Так, при зарыблении экспериментальных бассейнов большой емкости в ихтиологическом корпусе нашего института эти ванны использовались для борьбы с сапролегнией у лещей, плотвы и густеры. Кроме того, обнаружено, что пиявки и *Tracheliastes maculatus*, находящиеся на плавниках и коже леща, после проведения аммиачных ванн погибли. Специальных опытов с этими паразитами мы не ставили.

Таким образом, лечебные аммиачные ванны могут быть использованы не только в прудовом рыбоводстве. При перевозках и проведении акклиматизационных мероприятий они могут применяться как надежное средство против ряда эктопаразитов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдосьев Б. С., Возный Н. В., Зыкин Л. А. Лечение дактилогирозов аммиаком меди. — В кн.: Биологические основы рыбного хозяйства республики Средней Азии и Казахстана. Балхаш, 1967.
2. Бауер О. Н., Мусселиус В. А., Стрелков Ю. А. Болезни прудовых рыб. М., 1969.
3. Воловик С. В. Опыт применения красителей в борьбе с дактилогирусами растительноядных рыб. — В кн.: Вопросы прудового рыбоводства. М., 1972.
4. Изюмова Н. А. Материалы по биологии *Dactylogyrus vastator* Nybelin. — В кн.: Паразитол. сб. Зоол. ин-та АН СССР. Л., 1956, 16.

5. Изюмова Н. А. О биологии и специфичности *Dactylogyrus chranilowi* Bychowsky. — В кн.: Паразитол. сб. Зоол. ин-та АН СССР. Л., 1969, 24.
6. Изюмова Н. А. О специфичности некоторых представителей рода *Dactylogyrus* Diesing, 1850. — Паразитол., 1970, 4, 5.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

И. К. Р и в ь е р, Т. С. Ж и т е н е в а

ПЛАНКТОННОЕ ПИТАНИЕ ЛЕЩА В МОШКОВИЧСКОМ ЗАЛИВЕ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Влияние электростанций, в частности Конаковской ГРЭС, на организмы не ограничивается повышением температуры в зоне подогрева. Работа ГРЭС сопровождается травмированием зоопланктона и создает поток подогретой воды с высокими скоростями, что вызывает изменение в распределении животных и их жизненных циклах. Эти изменения сказываются и на условиях питания рыб, в том числе леща.

Лещ во взрослом состоянии — бентофаг, который прибегает к потреблению зоопланктона лишь при недостатке донного корма. Это неоднократно наблюдалось в волжских водохранилищах, где лещом при недостатке бентоса используется как придонный, так и пелагический зоопланктон [2, 3].

В Иваньковском водохранилище вне зоны влияния подогретых вод (в Перетрусовском заливе) 2—4-летний лещ в 1970 и 1971 гг. питался придонными ракообразными, пелагические же им почти не использовались, что, видимо, связано с их низкой концентрацией в прибрежье [4].

В прибрежных участках Мошковичского залива, подвергающегося постоянному подогреву сбросными водами Конаковской ГРЭС, летом 1970 и осенью 1971 гг. пища леща состояла главным образом из хирономид. В периоды снижения количества хирономид роль ракообразных в пище увеличивалась, однако в основном за счет придонных и зарослевых форм хидорид.

В русловом участке Мошковичского залива в 1972 г. (16—19 июня) проведены многосуточные наблюдения над зоопланктоном и питанием леща. Зоопланктон собирался планктобатором ДК объемом 10 л, лещ отлавливался сетными установками на разных горизонтах. Проанализировано содержимое кишечника 63 экз. лещей размером от 210 до 320 мм. Материалы по зоопланктону и питанию леща обрабатывались по общепринятой методике.

Придонные скопления планктонных ракообразных в русловых участках Мошковичского залива были замечены еще в 1968 г.

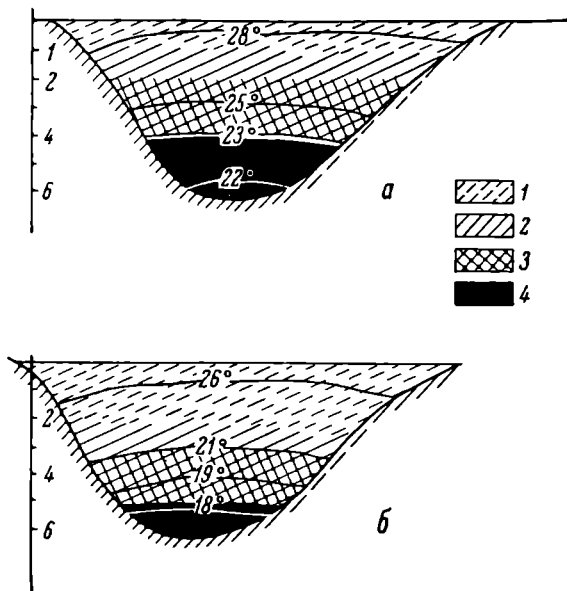
Образование их связано с тем, что в этом заливе складываются особые гидрологические условия вследствие поступления в него сбросных вод Конаковской ГРЭС. Как известно, забор воды для охлаждения агрегатов ГРЭС производится из глубинных слоев руслового участка Волги. Эти слои, в летнее время имеющие пониженную температуру, более богаты зоопланктоном: численность его здесь в 5—10 раз выше, чем у поверхности. На глубине постоянно держатся копеподитные стадии циклопов, в светлое время суток — половозрелая часть популяций массовых видов *Daphnia cucullata*, *Leptodora kindtii*, *Bosmina longirostris*, *Cyclops vicinus*. *B. longirostris* в придонных слоях в светлое время суток обычно образует скопления, где биомасса на порядок выше, чем у поверхности. После подогрева в агрегатах ГРЭС сбросные воды, пройдя цементированный канал, поступают в Мошковичский залив, где постепенно уменьшается скорость течения. Глубина проникновения их также уменьшается по направлению к устью залива, а у дна залива прослеживается более холодный слой [1]. Ранее, при меньшей мощности ГРЭС, холодный сой занимал большую часть ложа залива, после увеличения мощности он обнаруживается лишь в районе устья залива и редко распространяется в глубь его.

Придонный слой разрушается на короткие периоды при сильных нагонных ветрах, задерживающих теплую воду в заливе, или при значительных попусках Ивановской ГЭС. Но при исчезновении этих факторов происходит быстрое восстановление придонного слоя более холодной воды.

Попадая с потоком подогретых вод в Мошковичский залив, ракообразные начинают ориентироваться в среде и быстро мигрируют в более холодный придонный слой. В результате в устье Мошковичского залива у дна летом образуются большие скопления босмин, дафний, лептодоры и циклопов, биомасса которых составляет в среднем в течение суток 60—80 г/м³, но достигает по вечерам и 423 г/м³. Существование в Мошковичском заливе холодного придонного слоя летом в период массового размножения пелагических ракообразных и использование ими этого слоя в качестве убежища создают значительную разницу в кормности отдельных участков залива и различных горизонтов воды. Теплый поток, движущийся поверхностным слоем, оказывается почти лишенным зоопланктона. В нем остаются лишь коловратки, науплии и молодь ветвистоусых, дающие в сумме биомассу до 1 г/м³ (см. рисунок).

Эти придонные концентрации зоопланктона, не встречающиеся в естественных условиях, не остаются не замеченными рыбами. Как это наблюдалось нами в период круглосуточных исследований в устье Мошковичского залива, кишечники выловленных здесь плотвы, густеры и красноперки оказались наполненными зоопланктоном. У леща почти половина кишечников (41%) оказалась пустой, что обычно и наблюдается при сетном лове, 4% содержало

олигохет и хирономид, 6% — зоопланктон и бентос, остальные 49% — только зоопланктон. У рыб из поверхностных слоев воды зоопланктон встречался в незначительном количестве, из средних слоев его было больше, в кишечниках рыб из придонных слоев обнаружена масса пелагических планктонных животных: *Leptodora kindtii*, *Daphnia cucullata*, *Bosmina longirostris*, *B. coregoni*, *Cyclops vicinus*, *Mesocyclops*. У отдельных рыб в ки-



Распределение температуры и зоопланктона в устье Мошковицкого залива.

a — среднесуточные величины биомассы 16—18 VI 1972, *b* — 7—8 VIII 1972. 1 — 0—1 г/м³, 2 — 1—5, 3 — 5—10, 4 — 10—50 г/м³. По оси ординат — глубина, м.

шечниках найдено до 9 тыс. крупных *D. cucullata*, 6 тыс. *C. vicinus*, 300 экз. *L. kindtii*. Накормленность таких рыб составляла по фактическому весу 50⁰/₀₀₀, а по восстановленному — 160⁰/₀₀₀ и более. В вечерние часы зоопланктона в кишечниках рыб было больше, чем в утренние (табл. 1).

Соотношение видов ракообразных в планктоне и в кишечниках рыб оказалось в общем сходным. Избирательность была выражена по отношению к лептодоре. Средняя ее численность в планктоне у дна составляла 700 экз./м³, босмины — 83 000 экз./м³; среднее число особей лептодоры в одном кишечнике оказалось 200 экз., босмины — 230 экз. (табл. 2). При расчетах по восстановленному весу картина еще более наглядна. Видимо, лептодора как наиболее

Таблица 1

Состав пищи леща в Мошковичском заливе (суточные сборы)
в 1972 г.

Дата	Горизонт, м	Время, часы	Среднее число экземпляров в одном кишечнике			
			<i>Daphnia</i>	<i>Bosmina</i>	<i>Leptodora</i>	<i>Cyclops</i>
16 VI	0	8.00	140	2	56	15
		20.00	470	—	88	250
17 VI	0	7.00	0	0	0	0
		20.00	385	55	47	227
	3—4	7.00	907	10	2	49
		20.00	4720	800	200	2600
	5—6	7.00	1762	90	Единично	472
		20.00	3978	193	148	40
18 VI	0	8.00	30	1	3	2
		8.00	308	5	16	16
	3—4	20.00	298	11	49	34
		8.00	1066	—	14	188
	5—6	20.00	1894	356	6	307

крупный объект поедается лещом значительно интенсивнее, чем быстродвижущиеся циклопы и мелкие босмины.

Таким образом, изменение гидрологии водоемов-охладителей влечет за собой ряд сдвигов в гидробиологическом режиме. На измененные условия в первую очередь реагирует зоопланктон: создается специфическое вертикальное распределение его, образуются необычные придонные скопления пелагических ракооб-

Таблица 2

Состав придонного зоопланктона и использование его лещом
в Мошковичском заливе

Состав зоопланктона	13 час.		16 час.		19 час.		Средние показатели с 13 до 19 час.		Среднее количество ракообразных в 1 кишечнике	
	I	II	I	II	I	II	I	II	тыс. экз.	восстановленный вес, г
<i>Daphnia cucullata</i>	16	2.7	35	5.02	29	2.0	26.6	3.24	3.6	1.25
<i>Bosmina longirostris</i>	65	0.4	16	0.1	170	1.02	83	0.5	0.23	0.01
<i>Leptodora kindtii</i>	0.2	0.64	0.8	1.8	1.1	3.5	0.7	1.98	0.2	0.4
<i>Cyclops vicinus</i> и копепоиды	67	3.4	3.2	0.5	150	6.1	73	3.3	1.9	0.13

Примечание. I — численность, тыс. экз./м³; II — биомасса, г/м³.

разных. Эти скопления служат пищей не только планктоноядным рыбам, но и типичному бентофагу — лещу, что необходимо учитывать при оценке обеспеченности его пищей в новых экологических условиях зоны подогретых вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б у т о р и н Н. В., К у р д и н а Т. Н. Новые данные о характере переноса вод в Иваньковском водохранилище. — Бюлл. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1970, 8.
2. Е г е р е в а И. В. Питание и пищевые взаимоотношения рыб в Куйбышевском водохранилище. — Тез. докл. 1-й конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. Куйбышев, 1971.
3. Ж и т е н е в а Т. С. Питание леща в Горьковском водохранилище. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1960, 3 (6).
4. Ж и т е н е в а Т. С. О питании леща Иваньковского водохранилища в зоне сбросных вод Конаковской ГРЭС. — Гидробиол. ж., 1971, 7, 5.
5. Р и в е р И. К. Поведенческие реакции рачков в зоне наибольшего влияния сбросных вод Конаковской ГРЭС. — В кн.: Поведение водных беспозвоночных. Борок, 1972.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. Р. М и к р я к о в, Ю. В. Е р ш о в,
Н. Ф. С и л к и н

ИНФРАКРАСНЫЕ СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ СЫВОРОТКИ КРОВИ РЫБ

Величины компонентов сыворотки крови рыб (белки, липиды, углеводы, витамины, ферменты, вода, микроэлементы и т. д.) сильно колеблются в зависимости от физиологического и патологического состояния организма [2—5, 7—10]. Для выявления качественных и количественных изменений в сыворотке крови применяются химические, физические, биохимические, иммунологические и другие методы.

Метод инфракрасной спектроскопии, позволяющий определять и количественно оценивать разные химические вещества, до сих пор не нашел широкого применения при изучении свойств сыворотки крови рыб.

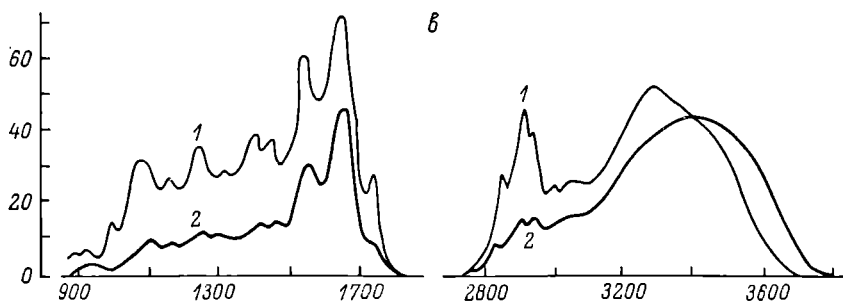
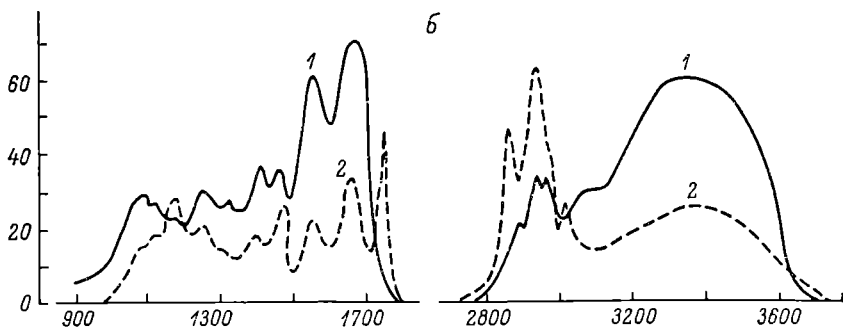
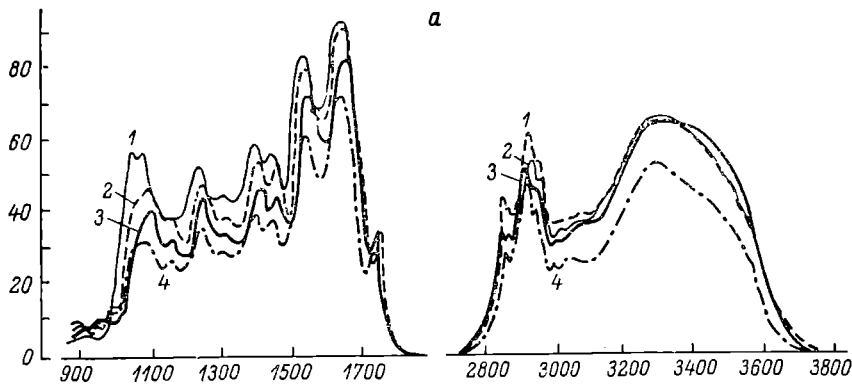
В настоящей работе впервые сделана попытка изучить особенности инфракрасных спектров поглощения сыворотки крови рыб и выявить возможности использования данного метода при оценке их физиологического состояния.

Материалом для исследования послужила сыворотка крови, полученная от 15 экз. налимов (*Lota lota* L.), 27 экз. плотвы (*Rutilus rutilus* L.), 10 экз. лещей (*Abramis brama* L.) и 25 экз. карпов (*Cyprinus carpio* L.). Инфракрас-

ные спектры поглощения сыворотки крови рыб регистрировали на спектрофотометре UR-20 методом прессованных таблеток в диапазоне частот 3800—900 см^{-1} . Таблетки готовили путем смешивания 15 мг свежей сыворотки с 285 мг KBr и последующего растирания смеси в агатовой ступке в течение 10 мин. Затем смесь помещали в пресс-форму и при давлении 6730 $\text{кг}/\text{см}^2$ получали таблетку. Расшифровку полос поглощения проводили по Л. Белами [1] и Ю. Н. Чиргадзе [6].

В результате проведенных исследований установлено, что инфракрасные спектры поглощения изучаемых видов рыб имеют идентичные полосы поглощения (см. рисунок, а). Полученные инфракрасные спектры сывороток крови представляют обычные полосы поглощения белков, на которые накладываются полосы поглощения, обусловленные липидами, эфирами жирных кислот и другими веществами, входящими в состав сыворотки крови (см. рисунок, б). На всех инфракрасных спектрах обнаружена сильная полоса поглощения, вызванная валентными колебаниями NH в области частот 3700—3100 см^{-1} . В интервале частот ниже 2000 см^{-1} выделяются несколько сильных полос, состоящих из «Амид I», «Амид II» и «Амид III» с максимумами поглощения соответственно около частот 1650, 1550 и 1250 см^{-1} . Полосы «Амид I» и «Амид II» связаны с валентными колебаниями, вызванными карбонильной группой (C=O) и деформационными колебаниями NH соответственно. Появление полос «Амид III» обусловлено неплоскими деформационными колебаниями NH. Полосы поглощения в интервале частот 1300—900 см^{-1} свидетельствуют о скелетных колебаниях, которые образованы путем взаимодействия одинарных связей типа C—C, C—N, C—O, CCH и CNH. Инфракрасные спектры с максимумами полос поглощения в области частот 2950—2850 см^{-1} образованы типами связей CH, CH₂ и CH₃, входящими в состав липидов и эфиров жирных кислот. Полосы поглощения в области 1750 и 1180—1170 см^{-1} также указывают на присутствие в сыворотке крови липидов и эфиров жирных кислот или им подобных, имеющих в своем строении карбонильную группу. Свидетельством тому, что полосы поглощения в области 2950, 2850, 1750, 1180—1170 см^{-1} определяются наличием в сыворотке рыб липидов, служат данные анализа полос поглощения, полученные из липидов сыворотки крови (см. рисунок, б). Разделение сыворотки на белок и липиды проводилось гексаном.

Интенсивность полос поглощения инфракрасных спектров сыворотки крови рыб (см. рисунок, а, б, таблицу) в большей степени зависит от физиологического состояния организма и в меньшей от видовых различий. Полосы поглощения сыворотки крови наиболее интенсивными оказались у леща, затем налима, плотвы и карпа. Интенсивность полос поглощения сыворотки крови карпа почти при всех частотах была ниже, чем у других видов рыб. Однако на основании данных проведенных опытов говорить о существовании межвидовых различий в интенсивности инфракрасных спектров поглощения сыворотки крови, видимо, нецелесооб-



Инфракрасные спектры поглощения.

a — сыворотки крови леща (1), налима (2), плотвы (3), карпа (4), **б** — сывороточного протеина (1), липидов (2), **в** — получающих корм (1) и голодающих (2) рыб. По оси ординат — интенсивность поглощения, %; по оси абсцисс — волновое число, см⁻¹.

разно, поскольку величина интенсивности зависит от физиологического состояния организма, в частности от голодания (см. рисунок, в, таблицу). Так, у истощенных карпов с коэффициентом упитанности по Фултену ниже 1.6, находящихся на голодной диете в течение 3 месяцев, средние величины интенсивности

Интенсивность полос поглощения инфракрасных спектров сыворотки крови голодающих и получающих корм карпов, %

Категория рыб	Число рыб	Волновое число, см ⁻¹						
		1050	1250	1550	1650	1750	2850	2950
Получающие корм	13	32	35	58	67	26	32	48
Голодающие	12	10	12	28	48	8	5	12

полос поглощения оказались в 1.5—6 раз ниже, чем у рыб, получающих корм и имеющих коэффициент упитанности свыше 2.0. Следует отметить, что ни у одной из голодающих особей интенсивность полос поглощения не превышала таковую у контрольных карпов. Интенсивность полос «Амид I» и «Амид II» спектров поглощения сыворотки крови у голодающих особей отличалась от таковой у контрольных в 1.5—3 раза, а липидов и эфиров жирных кислот — в 3—6 раз. Эти данные вполне согласуются с существующими в литературе сведениями, что в период голодания у рыб в первую очередь расходуются запасы жира [6]. Вполне возможно, что интенсивность полос поглощения в области частот 2950, 2850 и 1750 см⁻¹ после соответствующих исследований можно будет использовать как «индикатор» состояния организма при определении степени подготовленности рыб к зимовкам, нересту и т. д.

Таким образом, на основании данных исследований выявлены особенности инфракрасных спектров сыворотки крови рыб и отдельных компонентов, входящих в ее состав, и впервые показана возможность использования метода инфракрасной спектроскопии при оценке состояния рыб. Вопрос об использовании инфракрасной спектроскопии при изучении биохимических различий требует дальнейших экспериментальных разработок.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Б е л а м п Л. Инфракрасные спектры молекул. М., 1957.
2. И в а н о в а З. А., Б а т у р и н а Л. А. Физиологические особенности зимующих сеголетков карпа. — В кн.: Прудовое руководство Сибири. Новосибирск, 1973.
3. К и р с и п у А. И., П и х у Э. Р. О связи между половым циклом и белковой системой сыворотки крови некоторых пресноводных рыб. — В кн.: Теоретические основы рыбоводства. М. 1965.

4. Куликова Н. И. О сезонной динамике белкового состава сыворотки крови бычка-кругляка (*Neogobius melanostomus* Pallas) Азовского моря. — Тр. АзЧерНИРО, 1969, 26.
5. Сорвачев К. Ф. Изменение белков сыворотки крови карпа во время зимовки. — Биохимия, 1957, 22, 5.
6. Чиргадзе Ю. Н. Инфракрасная спектроскопия. — В кн.: Физические методы исследования белков и нуклеиновых кислот. М., 1967.
7. Шультман Г. Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М., 1972.
8. Dorfman D. Serumprotein patterns of white perch. — N. Y. Fish Game J., 1973, 20, 1.
9. Kulov H. Die Serumproteine der Fische. Dtsch. Fischer. Ztg., 1966, 13, 12.
10. Joshi B. D. Effect of starvation on blood glucose and nonprotein levels of the fish *Clarias batrachus*. — Experientia, 1974, 30, 7.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Т. К. Небольсина

БИОТИЧЕСКИЙ БАЛАНС И СОВРЕМЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Комплексные исследования основных звеньев биопродукционного процесса, проводимые на Волгоградском водохранилище в 1967—1973 гг., позволяют подойти к оценке продукции организмов на разных трофических уровнях и определить рыбопродукцию. Первая попытка такого расчета была предпринята нами ранее по материалам 1967 г. [6]. Проведенные дополнительные расчеты позволяют судить о динамике продукционных процессов и биотическом балансе в экосистеме водохранилища.

Как известно, исходные энергетические ресурсы водоема (первичная продукция) составляет продукция автотрофных организмов — создателей органического вещества, к которым относятся фитопланктон, макрофиты, перифитон, а также поступающие в водоем аллохтонные органические вещества [1].

В Волгоградском водохранилище годовая продукция фитопланктона в 1972 г. равнялась 1136 ккал./м², почти такую же часть составило аллохтонное органическое вещество — 1146 ккал./м². В 1967 г. первичная продукция была примерно такой же — 2010 ккал./м². Продукция макрофитов и перифитона не учитывалась, но при очень малой зарастаемости водохранилища, равной, по В. А. Экзерцеву [8], 0.9% от всей его площади, она составляет, видимо, небольшую величину.

Исходный запас энергии органического вещества, заключенного в первичной продукции, на последующих стадиях биопро-

дукционного процесса распределяется весьма неравномерно. По отношению к первичной продукции очень значительна величина трансформации и накопления органического вещества в бактериях. В 1972 г. она, по данным В. В. Донецкой [3], превышала 67% (1541 ккал./м²), а в 1967 г. составляла около 30% (594 ккал./м²). Значительно меньше эта величина оказалась в зоопланктоне и бентосе. В зоопланктоне, по В. П. Вьюшковой (1974 г.), она была 6% (137 ккал./м²) и 25% (500 ккал./м²) соответственно, а в бентосе, по данным С. П. Нечваленко [7], — 5.7% (128 ккал./м²) и 5.2% (106 ккал./м²). Чрезвычайно мала величина накопления органического вещества в рыбах. В 1967 г. она не превышала 0.3% от первичной продукции, а в 1972 г. почти вдвое меньше — всего 0.17%. Показатели годовой продукции по отдельным звеньям трофической цепи в Волгоградском водохранилище в сопоставлении с литературными данными приводятся в таблице.

Годовая продукция по отдельным трофическим уровням в Волгоградском, Цимлянском водохранилищах и в оз. Древяты

Группа	Волгоградское водохранилище				Цимлянское водохранилище [4]		Оз. Древяты [1]	
	1967 г.		1972 г.		ккал./м ²	‰	ккал./м ²	‰
	ккал./м ²	‰	ккал./м ²	‰				
Аллохтонное органическое вещество	1005	50	1146	51	—	—	—	—
Фитопланктон . . .	1005	50	1136	49	4032	—	1200	—
Макрофиты	—	—	—	—	—	—	100	—
Перифитон	—	—	—	—	—	—	120	—
Бактериопланктон	594	29.5	1541	67.5	2220	55.3	442	31.1
Зоопланктон	500	24.4	—	—	—	—	—	—
Фильтраторы . . .	—	—	122.2	5.3	100	2.4	120	9.0
Хищники	—	—	15.2	0.7	53	1.3	31	2.2
Зообентос	106.1	5.2	—	—	—	—	—	—
Нехищный зообентос	—	—	116.4	5.1	332	8.2	6.5	0.45
Крупные моллюски	—	—	12.3	0.53	18	0.45	4.5	0.32
Хищный зообентос	—	—	0.5	0.02	6	0.15	2.5	0.17
Рыбы	6.0	0.3	—	—	—	—	—	—
Мирные рыбы . . .	—	—	3.0	0.13	6	0.15	7.5	0.52
Хищные рыбы . . .	—	—	1.0	0.04	1	0.02	1.5	0.1

Различия в биотическом балансе Волгоградского водохранилища, отмечаемые за два сопоставляемых года, свидетельствуют о большой динамичности процессов экосистемы этого водоема, связанной с непостоянством воздействия ряда абиотических факторов, включая и антропогенные. Сравнение показывает, что продукционные возможности Цимлянского водохранилища на первых четырех трофических уровнях значительно выше, чем

Волгоградского, а на последнем — одинаковы. Накопление органического вещества в рыбах Цимлянского водохранилища так же мало, как и в Волгоградском, и составляет всего лишь 0.17%. В евтрофном озере этот показатель несколько выше — 0.62% [1]. Иными словами, в указанных водоемах при сравнительно высокой продукции кормовых для рыб организмов насыщенность ихтиофауной крайне низка. Это ежегодно приводит к значительному недоиспользованию кормовых ресурсов и к малому выходу годовой рыбной продукции.

Годовая продукция основных видов мирных (лещ, плотва, густера, стерлядь) и хищных (судак, берш, сом) рыб, составляющих около 95% общего улова, в среднем за 1969—1973 гг. равна 8.2 тыс. т при колебаниях от 6.9 до 11.0 тыс. т, ихтиомасса — 24.4 тыс. т с колебаниями от 17 до 33.8 тыс. т, средний Р/В коэффициент — 0.34.

Основными группами кормовых организмов, определяющими выход рыбной продукции по материалам 1972—1973 гг., были высшие ракообразные (мизиды, гаммариды, корофииды) и хирономиды. Продукция зоопланктона утилизировалась лишь на 17%. Суммарное использование корма рыбами в 1972 г. равно 159.5 тыс. т, из них за счет беспозвоночных 150.0 тыс. т (48% от общей величины продукции этих организмов). В 1973 г. потреблено корма 120.0 тыс. т, из них за счет беспозвоночных 113.5 тыс. т (57.5% от их продукции). Слабо употребляются такие высококалорийные корма, как черви (всего на 5—6% от их продукции), а также моллюски (менее 1%) и особенно ценный вселенец — монодакна. В Цимлянском водохранилище моллюски, по данным И. И. Лапицкого [5], в том числе монодакна, используются на 45—50%.

В условиях Волгоградского водохранилища в результате акклиматизации кормовых бентосных организмов достигнут довольно высокий уровень развития кормовой базы. В 1972 г. общая продукция бентоса составляла 789 тыс. т (потреблено рыбой 7.3%), а без моллюсков — 169 тыс. т (потреблено рыбой 31%). В 1973 г. продукция бентоса была выше, чем в 1972 г., и составляла 1259 тыс. т (потреблено рыбой около 5%), а без моллюсков — 115 тыс. т (рыбой использовано 48%).

Более полного использования кормовой базы и роста выхода рыбной продукции следует прежде всего добиваться за счет парцирования ихтиомассы ценных туводных рыб, создавая благоприятные условия для их естественного воспроизводства. Следует приступить к осуществлению широких рыбоводных работ, связанных с выращиванием рыб на отчлененных заливах, ускорить выпуск в водохранилище в больших масштабах молоди рыб амурского комплекса и других рыб — потребителей недоиспользуемых рыбами-аборигенами кормов. Важно предотвратить влияние загрязнения на кормовую базу и на рыб, не допускать забор молоди в приемники насосных станций.

1. В и н б е р г Г. Г. Биологическая продуктивность эвтрофного озера. М., 1970.
2. Г е р а с и м о в а Н. А., Д а л е ч и н а И. Н. Фитопланктон и первичная продукция Саратовского и Волгоградского водохранилищ — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1975, 29.
3. Д о н е ц к а я В. В. Бактериопланктон Волгоградского водохранилища и его продукция. — Тр. Саратовск. отд. ГосНИОРХ, 1974, 14.
4. Л а п и ц к и й И. И. Биопродукционные возможности Цимлянского водохранилища и степень использования кормовых ресурсов рыбами. — Тез. докл. к сессии Ученого совета ГосНИОРХ, посвященной 50-летию образования СССР, 1972.
5. Л а п и ц к и й И. И. Динамика биопродукционного процесса Цимлянского водохранилища. — Тр. Волгоградск. отд. ГосНИОРХ, 1974, 8.
6. Н е б о л ь с и н а Т. К., В ь ю ш к о в а В. П. Оценка рыбопродуктивности Волгоградского водохранилища. — Зоол. ж., 1972, 1, 8.
7. Н е ч в а л е н к о С. П. Донная фауна Волгоградского водохранилища. — Тр. Саратовск. отд. ГосНИОРХ, 1974, 14.
8. Э к з е р ц е в В. А., Д о в б н я И. В. Годовая продукция гидрофильной растительности водохранилищ Волги. — Тез. докл. 2-й конф. по изуч. водоемов бассейна Волги. «Волга-2», Борок, 1974.

Саратовское отделение
ГосНИОРХ

И. Г. Т о п о р к о в, А. И. Д е м и н,
Б. С. К у п ч и н с к и й, В. Н. Е л ь ц о в а,
Е. П. Н и к о л а е в а

ВЫЖИВАЕМОСТЬ МОЛОДИ ОМУЛЯ ПОСОЛЬСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ В ПЕРИОД СКАТА В БАЙКАЛ

Развитие интенсивного рыбоводства в современный период невозможно без искусственного разведения промысловых рыб. Это касается и байкальского омуля. Как известно, разведением посольской популяции этого вида занимается Большереченский рыбоводный завод, мощность которого в настоящее время достигла 800 млн икринок в год. Выклев личинок омуля здесь происходит в начале мая при температуре воды около 4°. С завода личинки выпускаются в р. Большую, впадающую в Малый Посольский сор, который соединяется неглубоким проливом с зал. Большой Посольский сор (см. рисунок). Длина реки от завода до устья составляет 20 км. Протекает она на этом участке по заболоченной местности. Берега реки низкие, русло сильно меандрирует и во многих местах завалено кронами упавших деревьев. При низком уровне реки личинки омуля менее чем за сутки достигают зал. М. Посольский сор, откуда в массе скатываются в Б. Посольский сор, где и проходит первый этап их нагула.

В период весенних паводков река выходит из берегов, затопляет пойму и выносит сюда миллионы личинок омуля, где значительная часть их погибает от недостатка кислорода и перегрева воды. С постройкой плотины Иркутской ГЭС на р. Ангаре условия ската личинок омуля еще более ухудшились вследствие подъема

уровня Байкала в среднем на 1 м по сравнению с вековым.

Наблюдения велись в 1972—1973 гг. с начала ската личинок омуля в Б. Посольский сор до окончания их выхода в Байкал. Личинки отлавливались мальковой лодушкой с площадью входного отверстия 0.8—1.0 м². Учет проводился в проливе, который соединяет М. Посольский сор с зал. Б. Посольский сор, и в районе выхода («прорвы») из зал. Б. Посольский сор в Байкал.

Условия ската личинок омуля в реке были относительно благоприятными.

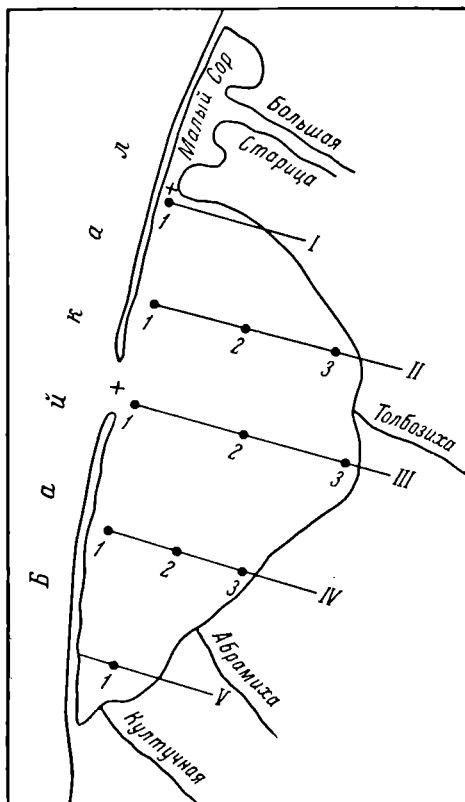


Схема Посольского сора.

I—V — разрезы. Крестики — станции ежедневного количественного учета молоди омуля, кружки — станции ежедекадного отлова молоди омуля и отбора проб зоопланктона.

Месячный сток воды в мае 1972 г. наблюдался ниже многолетнего на 48%, в июне — на 67.3%. Еще меньше сток был в мае 1973 г. Относительно низким оказался и уровень Байкала. Такое обстоятельство заметно повысило выживаемость личинок омуля на этом миграционном участке.

Наиболее интенсивно скат личинок протекает в период с 15 по 25 мая. За это время прошло через пролив 344 млн личинок омуля в 1972 г. и 436 млн в 1973 г. Температура воды в р. Большой при этом колебалась в пределах 5—8°. Общее количество скатившихся личинок составило в 1972 г. 526 млн при выпуске с завода 633 млн, в 1973 г. — 604 млн при выпуске с завода 660 млн. Выживаемость их в этих годы была соответственно 83 и 91%.

В зал. Б. Посольский сор личинки омуля распределяются по всей акватории. Однако больше всего их концентрируется в северо-восточной части реки. Средняя плотность в начале июня 1972 г. составила 5 личинок на 1 м³ воды. К середине июня вследствие выхода части личинок в Байкал и их естественной смертности она снизилась до 1.6 личинок в 1 м³, к концу июня — до 0.4 личинок на 1 м³.

Питаются личинки омуля в этой реке в основном веслоногими и ветвистоусыми рачками, а также личинками хирономид. Биомасса зоопланктона здесь в мае—июне 1972—1973 гг. была 32.8—74.3 мг/м³. В связи с низкой биомассой зоопланктона рост личинок в первую половину июня был несколько замедленным, во второй половине июня рост их с увеличением кормовых ресурсов заметно повышается (см. таблицу).

Линейные и весовые размеры молоди омуля в зал. Б. Посольский сор в 1972 г.

Дата	Длина, мм		Вес, мг		
	$M \pm m$	σ	$M \pm m$	σ	n
22 V	12.2±0.13	0.6	8.9±0.19	1.4	944
2 VI	14.0±0.16	1.3	14.7±0.32	2.6	797
16 VI	19.8±0.26	2.1	50.7±1.86	11.8	457
26 VI	29.4±0.79	6.4	151.6±6.44	69.7	323

Относительно более теплая вода по сравнению с таковой Байкала, лучшие гидрологические и кормовые условия приводят к тому, что значительная часть молоди омуля остается здесь на нагул до второй половины июля. Часть ее, не задерживаясь в зал. Б. Посольский сор, постепенно скатывается в Байкал, при этом выход наблюдается ежедневно. В 1972 г. наиболее интенсивно он протекал с 2 по 20 июня, в 1973 г. — в первой декаде июня. Этот процесс заканчивается при достижении температуры воды в реке 18°. Всего в Байкал из зал. Б. Посольский сор вышло в 1972 г. 194 млн экз. молоди, или 36.8%, в 1973 г. — 203 млн, или 33.7% от количества скатившихся в реку личинок омуля.

Результаты показывают, что основными факторами, влияющими на выживаемость личинок омуля в зал. Б. Посольский сор, являются уровень режим водоема в период их ската и степень выедания хищниками. Особенно большое влияние на выживаемость личинок омуля оказывает пресс частиковых рыб. Исследования, проведенные на участке «пролив», показали, что здесь на площади 2 га в период максимального ската личинок омуля скапливается до 1.5 млн экз. молоди различных видов рыб. При вскрытии их пищеварительных трактов оказалось, что один годовик плотвы потребляет за однократное питание в среднем 25 ли-

чинок омуля, язя — 74, окуня — 30, двухгодовик язя — 80, а двухгодовик плотвы — 68 личинок омуля.

Исходя из анализа экологических условий, сопутствующих данному этапу жизни молоди омуля, с целью повышения его выживаемости нами предлагаются следующие рекомендации: выпускать с рыбоводного завода в зал. Б. Посольский сор не более 400—450 млн личинок омуля; провести работы по спрямлению, расчистке и углублению на отдельных участках русла р. Большой. Одним из возможных вариантов технической мелиорации предлагается строительство канала на трассе мыс Гашок—Б. Посольский сор, который облегчит в свою очередь заход производителей омуля до рыбоводного завода и их охрану; до завершения строительства канала во время значительных весенних паводков р. Большой и высокого уровня Байкала в период ската личинок омуля выпуск их производить непосредственно в центральную часть зал. Б. Посольский сор; ежегодно проводить в этом заливе в период ската омуля биологическую мелиорацию по снижению численности младших возрастных групп частиковых рыб.

Биолого-географический
научно-исследовательский институт
при Иркутском университете
им. А. А. Жданова

Т. Н. Курдина

АКВАТОРИЯ И ОБЪЕМ ПОДОГРЕТЫХ ВОД В ИВАНЬКОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Изучая распространение сбросных вод тепловой электростанции в водохранилище, мы попытались выделить участки, на которых подогрев вод был выше и ниже санитарной нормы, и проследить изменение их величины при различных расходах ГРЭС и гидрометеорологических условиях. Для этого изотермой верхнего метрового слоя воды, превышающей естественную температуру на 0.5—1.0°, оконтуривалась общая акватория подогрева. Затем выделялись 3 составляющие ее части — зона слабого, умеренного и сильного подогрева.

При выделении зон за основу приняты санитарные нормы повышения температуры водоемов, равные летом 3°, зимой — 5°. К зоне слабого подогрева отнесена акватория, где температура верхнего метрового слоя воды превышает естественную до 3°, т. е. подогрев здесь всегда ниже допустимой нормы, в зоне умеренного подогрева температура воды превышает исходную на 3—5°, а в зоне сильного подогрева — свыше 5°.

Воды заостровных мелководий и побережья, имеющие по сравнению с глубоководной частью водоема более высокую естествен-

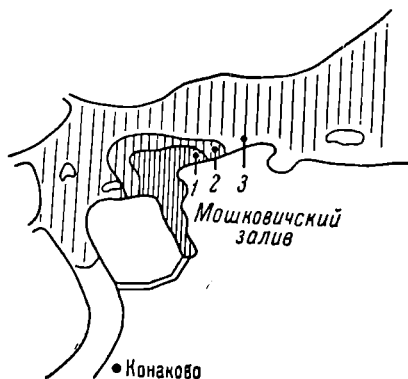
ную температуру, при выделении указанных зон в акваторию подогрева не включались. Не вошел в нее и Мошковичский залив с площадью при нормальном уровне наполнения около 1 км², поскольку он является продолжением отводящего канала ГРЭС и постоянно заполнен водами с температурой на 6—10° выше естественной.

Естественная температура водоема при гомотермии или равномерном прогреве верхних слоев воды принималась равной среднеарифметической температуре на глубине 1 м на разрезах, лежащих выше и ниже водозабора ГРЭС. Летом, когда мелководья прогреты больше, чем глубоководная часть, за исходную температуру принята среднеарифметическая величина ее в русловой части этих разрезов.

Расчет акватории подогрева и отдельных зон был выполнен по данным 22 температурных съемок, произведенных в 1967—1970 гг. (см. таблицу). Летом 1967 г. при расходе ГРЭС 25—30 м³/сек. подогретые воды занимали 5—6% акватории Ивановского плёса. Осенью 1969 г. при работе 6—7 энергоблоков и расходе сбрасываемых вод более 60 м³/сек. акватория смешанных вод составляла до 12% всей акватории плёса или до 18% ее глубоководной части, поскольку воды заостровных мелководий меньше участвуют в охлаждении сброшенных вод. Акватория вод сильно и умеренно подогретых не превышала в это время 3% площади зеркала плёса.

В 1970 г. с дальнейшим увеличением объема сбрасываемых вод установить границы зоны слабого подогрева было трудно, так как в июне—июле подогретые воды местами соединялись с теплыми водами мелководья, а в октябре естественное для этого времени превышение температуры воды приплотинного участка над температурой ее выше водозабора усилилось за счет поступления вод ГРЭС. Для лета и осени 1970 г. определена акватория только умеренно и сильно подогретых вод. Наибольшего распространения в плёсе эти воды достигли в июле, когда они занимали около 5% его поверхности (см. рисунок). Повышение температуры воды до 3° против естественной отмечалось практически во всей глубоководной части Ивановского плёса, а средняя величина его за безледный период составила около 1.5° [2].

Во все сезоны более или менее четко прослеживается зависимость величины акватории подогрева и ее отдельных частей от



Акватория сильно (1), умеренно (2) и слабо (3) подогретых вод в июле 1970 г.

Акватория подогретых вод в Ивановском плёсе в 1967—1970 гг.

Дата съемки	Акватория вод (км²), подогретых			Общая акватория подогретых вод	
	слабо	умеренно	сильно	км²	% к акватории плёса
1967 г.					
30 V, I, VI	7.17	1.56	0.35	9.08	6.4
23, 24 VII	6.17	0.74	0.26	7.17	5.7
23, 24 VIII	5.04	0.82	0.33	6.19	5.1
27, 28 IX	1.26	0.37	0.46	2.09	1.7
23, 24 X	0.52	0.09	0.52	1.13	0.9
15, 16 XI	0.58	0.15	0.39	1.12	0.8
1968 г.					
24—26 IV	4.39	0.74	0.52	5.65	3.8
8, 9 V	6.12	1.15	0.46	7.73	5.3
12—14 VI	9.73	1.26	0.17	11.16	8.3
24—26 VII	4.69	1.09	0.35	6.13	4.6
24—26 IX	3.21	1.56	0.52	5.29	5.3
21—23 X	—	0.54	0.24	0.78*	0.6
1969 г.					
10—13 V	3.78	2.52	1.48	7.78	5.4
7—9 VI	5.34	1.61	1.96	8.91	6.3
22—25 VII	4.43	0.98	0.52	5.93	4.5
28—30 IX	10.56	2.74	нет	13.30	12.3
28—30 X	9.21	1.63	1.04	11.88	10.6
1970 г.					
8—11 V	3.19	0.35	0.43	3.97	2.7
6—8 VI	—	1.76	1.32	3.08*	2.2
5—8 VII	—	4.30	2.17	6.47*	4.9
5—7 VIII	—	2.41	0.41	2.82*	2.1
1—3 X	—	1.06	0.39	1.45*	1.1

Примечание. Звездочкой обозначена акватория умеренно и сильно подогретых вод.

гидрометеорологических условий. Увеличению акватории подогрева способствует жаркая штилевая погода, а также легкий устойчивый ветер, дующий вдоль водохранилища. Такие метеорологические условия наблюдались летом 1967 г., в июне 1968 и 1969 гг., акватория подогретых вод в эти месяцы заметно увеличивалась (см. таблицу). Уменьшение акватории наблюдается при понижении температуры воздуха, увеличении скорости ветра и частой смене его направлений. Так, в июле 1968 г. при резком похолодании, сопровождавшемся усилением ветра, акватория подогрева сократилась по сравнению с июнем почти вдвое. Весной и осенью размер подогреваемых участков невелик вследствие повышения теплоотдачи вод и водообмена в плёсе. Исключение составила осень 1969 г., когда замедленный водообмен способствовал увеличению акватории подогрева.

Распространение подогретых вод в водохранилище характеризуется не только акваторией, но и глубиной их проникновения [1]. Учитывая это, для съемок, выполненных летом 1969 и 1970 гг., были определены объемы смешанных вод в тех же пределах повышения температуры воды. Мощность слоя подогретых вод определялась на поперечных разрезах по изотермам того же значения, что и в верхнем метровом слое. Оказалось, что летом 1969 г. общий объем подогретых вод не превышал 5% объема плёса, а осенью увеличился до 13—17%. В 1970 г. умеренно и сильно подогретые воды занимали около 9% объема водной массы, а слабый подогрев отмечен в большей части водной толщи.

Расчеты показали, что при оптимальной или близкой к ней теплоотдаче ГРЭС умеренно и сильно подогретые воды занимают около 5% акватории и не более 10% объема Иваньковского плёса. Если учесть сильно подогретый Мошковичский залив, то эти показатели увеличатся до 5.5 и 11%. Подогрев ниже санитарной нормы прослеживается в большей части водной толщи.

Слабый подогрев плёса при постоянном поступлении в него сброшенных вод объясняется некоторыми особенностями его гидрологического режима. Объем Иваньковского плёса составляет 42% объема водохранилища. Через плёс проходят воды, сбрасываемые в нижний бьеф и забираемые в канал им. Москвы, в связи с чем объем его обновляется летом не менее 3 раз. Режим хозяйственного использования водоема обеспечивает интенсивный тепло- и водообмен между отдельными слоями воды и участками плёса. Эти особенности способствуют быстрому распространению сброшенного тепла в водной толще, а забор и сброс воды обеспечивают вынос тепла из водохранилища.

Таким образом, в Иваньковском плёсе в течение большей части года подогрев вод ниже санитарной нормы и ниже многолетних естественных колебаний среднемесячной температуры воды, составляющих для плёса 4—5.5°. Только участок у водовыпуска ГРЭС, занимающий не более 5% площади зеркала плёса и 10% его объема, бывает подогрет выше санитарных норм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б у т о р и н Н. В., К у р д и н а Т. Н. Новые данные о характере переноса вод в Иваньковском водохранилище. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1970, 8.
2. Б у т о р и н Н. В., К у р д и н а Т. Н. Статистический анализ поля температуры в Иваньковском водохранилище. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод. АН СССР, 1972, 15.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ВЛИЯНИЕ pH НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИРОДНЫХ ВОД

Цветность воды — одна из важных характеристик природных вод. Она позволяет получить представление о приближенном содержании органических веществ гумусовой природы загрязненных водоемов, а также судить об их трофности. Данные по цветности служат также хорошим показателем для выделения и характеристики водных масс.

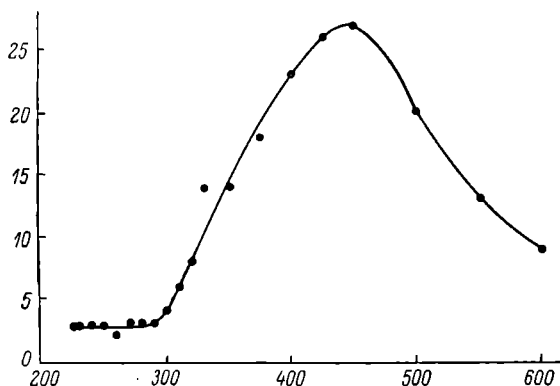
Наиболее широко используется визуальный метод измерения цветности по сравнению окрасок природных вод со стандартными шкалами, приготовленными из окрашенных неорганических соединений [1, 9]. Наряду с ним применяются и фотометрические методы измерения цветности [2, 7]. Использование этих методов показало, что цветность природных вод зависит от концентрации водородных ионов. Для некоторых вод при изменении pH на 3—4 единицы интенсивность поглощения света в области длин волн 400—700 нм может изменяться на 30—40% [3, 4]. С другой стороны, измерения, проведенные только при коротких длинах волн, практически не обнаруживают изменения интенсивности проходящего света в зависимости от pH [5, 6]. Эти частные исследования не позволили выявить характер зависимости цветности от pH для одних и тех же проб природных вод на всем интервале длин волн, доступных современным спектрофотометрам.

Для установления этой зависимости пробы природной воды фильтровались через мембранный фильтр с размером пор около 0.5 мкм. Концентрацию водородных ионов в фильтрованных образцах доводили до определенного значения растворами HCl и NaOH так, чтобы разбавление проб после прибавления реактивов не превышало 0.5%. Измерения оптической плотности и pH проводили соответственно на спектрофотометре СФ-4А и потенциометре pH-340 со стеклянным электродом.

Исследовано несколько образцов природных вод с различной цветностью. Концентрацию водородных ионов в пробах каждого исходного образца воды доводили до определенного значения и снимали спектры поглощения в коротковолновой и видимой областях при трех значениях pH — 6.0, 7.7, 9.0, наиболее характерных для природных вод. Из-за экспоненциального вида кривой поглощения невозможно проведение количественных измерений с достаточной степенью точности во всей области длин волн в кюветах одного размера. Поэтому использовали кюветы длиной 1 см для коротких длин волн и длиной 5 см для ближней ультрафиолетовой и видимой областей спектра.

Выяснилось, что изменения оптической плотности при переходе от более низких значений pH к более высоким незначительны как в ультрафиолетовой области спектра (225—300 нм), так и в длинноволновой (> 550). Однако они существенны между этими областями, причем переход от максимального изменения к мини-

мальным происходит постепенно. Это особенно хорошо видно на рисунке, где в качестве ординаты выбрана функция $y = \left(1 - \frac{D_6}{D_9}\right) \times 100$, характеризующая относительное увеличение экстинкции пробы воды в процентах при изменении рН от 6 до 9 единиц. (D_6 — оптическая плотность пробы воды при рН=6.0, D_9 — оптическая плотность пробы той же воды при рН=9.0). Наибольшее изменение цветности наблюдается в интервале длин волн



Относительное увеличение экстинкции пробы воды из лесного болота при измерении рН от 6 до 9 единиц.

По оси ординат — относительное увеличение экстинкции пробы воды $\left(1 - \frac{D_6}{D_9}\right) \cdot 100, \%$; по оси абсцисс — длина волны (λ), нм.

380—500 нм с максимумом при 420—460 нм. Если же построить аналогичные графики для отношений $\frac{D_6}{D_{7.7}}$ и $\frac{D_9}{D_{7.7}}$, т. е. значений экстинкции при рН=6.0 и рН=9.0 к значению экстинкции при каком-либо промежуточном значении рН (например, при рН=7.7), то получим кривую в виде двояковыпуклой линзы. Максимальная ширина ее также будет приходиться на длины волн 420—460 нм. Аналогичные результаты получены и на других природных водах.

Обычно практические измерения цветности на фотоэлектрокolorиметрах проводят с синим светофильтром [3], где поглощение света «желтым веществом» природных вод наибольшее для данного типа приборов, т. е. в интервале длин волн, очень близких к тем, для которых наблюдаются максимальные изменения цветности от рН. Поэтому возможны большие различия в величинах цветности, полученных для проб природных вод с одним и

тем же содержанием окрашенных органических веществ, но имеющих разные рН. По-видимому, такие измерения необходимо проводить в предварительно забуференных водах, т. е. при фиксированной величине рН. Таким образом можно снять «индикаторный эффект» окрашенных веществ природных вод.

Другим способом исключения влияния рН при определении цветности воды может быть проведение измерений в узком диапазоне длин волн (260—300 нм), где не обнаружено значительных изменений оптической плотности. При этом проведение измерений в этой области элиминирует также влияние на величину экстинкции неорганических соединений, таких как нитриты, нитраты и бром [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Алехин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л., 1973.
2. Ершов В. С., Горюховский Н. Т. Методы и приборы для определения цветности воды. — В кн.: Водоподготовка и очистка промышленных стоков. Киев, 1972, 9.
3. Ларионов Ю. В. Влияние рН на некоторые свойства окрашенных органических соединений природных вод. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1972, 16.
4. Скопинцев Б. А. Органическое вещество в природных водах (водный гумус). — Тр. ГОИН, 1950, 17 (29).
5. Фотиев А. В. К природе водного гумуса. — ДАН СССР, 1971, 199, 1.
6. Black A. P., Christman R. F. Charakteristiks of colored surface waters. — J. AWWA, 1963, 55, 6.
7. Foster P., Morris A. W. The use of ultraviolet absorbtion measurements for the estimation of organic pollution in inshore sea waters. — Water Research, 1971, 5.
8. Ogura N., Hanya T. Ultraviolet absorbtion of sea water, in relation to organic and inorganic matters. — Internat. J. oceanol. and limnol., 1967, 1, 2.
9. Standard methods for the examination of water and wastewater. 11ed. N.—J., APHA, 1960.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. Л. С к л я р е н к о

К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В КООРДИНАТАХ ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ

В последние годы большое распространение получили методы классификации многомерных объектов, основанные на формализованных процедурах. В частности, эти методы широко используются при решении различных задач природного райони-

рования [1, 3, 4, 6—8] и ряда других задач, вытекающих из них [2]. Достоинство такого подхода в том, что он позволяет более объективно рассматривать сам процесс классификации и сопоставлять результаты, полученные исследователями в разных по географическим условиям районах.

Так называемая формальная, или автоматическая, классификация объектов, описываемых некоторым фиксированным набором характеристик, может быть разбита на ряд относительно самостоятельных процедур. Одной из них является «сжатие» информации, заключенной в исходном описании объектов, или, другими словами, сокращение размерности задачи. В большинстве случаев для этой цели используют метод главных компонент и методы факторного анализа.

Известные экстремальные свойства метода главных компонент [5] в большинстве встречающихся на практике случаев позволяют представить подавляющую часть информации, заключенной в исходном наборе характеристик, существенно меньшим числом новых некоррелируемых переменных, называемых главными компонентами. Эффект сжатия информации тем выше, чем выше корреляционная связь между исходными характеристиками. Данный метод можно рассматривать как способ сведения многих переменных к немногим, свободным от избыточной информации.

Рассмотрим некоторые стороны практического использования главных компонент исходного описания природных объектов с целью их классификации.

Пусть имеется некоторая совокупность из m объектов, каждый из которых задан числовыми значениями n характеристик x_1, x_2, \dots, x_n . Причем будем считать, что переменные $x_j, j=1, n$ центрированы и нормированы соответственно на σ_j . Представим этот числовой массив в виде $m \times n$ матрицы $A = (a_{ij})$, где индекс i изменяется по объектам $i=1, m$, а индекс j — по характеристикам.

Формально главные компоненты представляют собой линейные формы от переменных x_1, x_2, \dots, x_n , т. е.

$$y_k = b_{k1}x_1 + b_{k2}x_2 + \dots + b_{kn}x_n = \mathbf{b}'_k \mathbf{x}. \quad (1)$$

Коэффициенты b_{k1}, \dots, b_{kn} линейной формы (1) определяются, как известно, из условий максимума дисперсии этой формы и некоррелируемости форм с разными индексами. В итоге задача определения главных компонент сводится к решению матричного уравнения

$$(\mathbf{A}'\mathbf{A} - \lambda \mathbf{I}) \mathbf{b} = 0, \quad (2)$$

т. е. к определению собственных значений λ и собственных векторов \mathbf{b} неотрицательно определенной матрицы $\mathbf{A}'\mathbf{A}$. При этом число

решений, имеющих смысл, равно рангу этой матрицы. После того как собственные векторы найдены, значения главных компонент для каждого из m объектов вычисляются согласно (1).

Специфика метода, с одной стороны, и свойство природных систем, выражающееся в достаточно сильной коррелируемости их характеристик — с другой, способствуют тому, что взаимное расположение объектов, зафиксированное в координатах исходных характеристик, с незначительными искажениями может быть представлено в подпространстве меньшей размерности, если в качестве такого взять подпространство, натянутое на небольшое число первых главных компонент. Точность представления исходных данных с помощью главных компонент в каждом конкретном случае устанавливается самим исследователем.

Использование данного метода не встречает каких-либо затруднений в случае, когда число объектов больше числа характеристик, т. е. $m > n$, а последнее не превышает ограничения, накладываемого на объем памяти ЭВМ, необходимый для решения полной проблемы собственных чисел и векторов симметрической матрицы $A'A$ порядка n . Так, для ЭВМ средней мощности n не должно быть больше 40—50. Верхнюю границу для параметра m можно не устанавливать. В этом случае решается уравнение (2), вычисляются значения главных компонент, которые в свою очередь используются в качестве исходных данных на последующих этапах решения задачи классификации.

Однако на практике нередки ситуации, когда по тем или иным причинам число объектов невелико, например меньше 50, а число характеристик, которые желательно учесть при классификации этих объектов, достаточно велико. Такая ситуация имеет место, когда мы хотим проанализировать устойчивость классов в зависимости от увеличения числа характеристик или от замены одного достаточно большого набора характеристик другим. Выяснение этого вопроса, на наш взгляд, может иметь далеко идущие последствия. Можно привести и другие задачи, в которых рассматриваемая ситуация является характерной.

В данном случае необходимость сокращения размерности задачи становится очевидной. Однако, если попытаться использовать для этой цели компонентный анализ в прежнем виде, то мы столкнемся с технически неразрешимой задачей, так как нам придется оперировать матрицей $A'A$ очень большого порядка. Покажем, что это затруднение можно обойти, определив собственные векторы $m \times m$ матрицы AA' , т. е. матрицы, порядок которой равен числу объектов, а не характеристик, как это было ранее.

Итак, мы имеем 2 матрицы: матрицу $A'A$ порядка n и матрицу AA' порядка m , причем по условию задачи $m < n$. Ранг r этих симметрических матриц одинаков и не превышает m . Воспользуемся известным в матричной алгебре результатом [5] и примем без доказательства, что все ненулевые собственные числа матриц

$A'A$ и AA' совпадают. Далее установим связь между собственными векторами b_k матрицы $A'A$ и собственными векторами, скажем c_k , матрицы AA' . Для этого перепишем уравнение (2), умножив его слева на A , т. е.

$$(AA' - \lambda I)Ab = 0.$$

Введем обозначение $Ab = c$, тогда

$$(AA' - \lambda I)c = 0. \quad (3)$$

Таким образом, каждому собственному числу λ_k в (2) соответствует вектор b_k , в (3) — вектор c_k . Если учесть, что b_k и c_k должны удовлетворять условию ортонормировки, то связь между ними примет вид

$$c_k = \lambda_k^{-\frac{1}{2}} Ab_k.$$

Аналогично, умножая (2) слева на A' , можно показать, что

$$b_k = \lambda_k^{-\frac{1}{2}} A'c_k.$$

Теперь, очевидно, нетрудно получить и искомые переменные, т. е. главные компоненты исходного n -мерного описания, определяемые как

$$y_k = b'_k x$$

или в другой форме записи

$$y_k = \lambda_k^{\frac{1}{2}} c_k.$$

Для практического использования предпочтительнее последняя из формул.

Следовательно, если определены векторы c , соответствующие матрице AA' , то при этом могут быть определены и векторы b матрицы $A'A$, и наоборот. Однако последний случай не представляет интереса. Очевидно также, что соответствующие собственные векторы и главные компоненты матриц $A'A$ и AA' взаимозаменяемы с точностью до постоянной, равной $\lambda^{1/2}$. Это и позволяет обойти возникающие иногда технические трудности, связанные с использованием метода главных компонент в решении классификационных задач.

И, наконец, если исходный массив данных таков, что оба параметра велики, то для сжатия информации необходимо привлечь другие методы.

1. Арманд А. Д. Метод информационных градиентов в географическом районировании. — Изв. АН СССР, сер. геогр., 1973, 3.
2. Буторин Н. В., Малинин В. Н., Смирнов Н. П., Скляренок В. Л. Районирование водного объекта как основа выбора рациональной сети пунктов наблюдений. Киев, Ин-т кибернетики АН УССР, 1974.
3. Зворыкин К. В., Углов В. А. К методике природного районирования. — В кн.: Методы комплексного изучения природы. М., 1973.
4. Математические методы в экономике в международных отношениях. Научно-метод. совет ИМЭМО АН СССР по применению математ. методов, М., 1973, 2.
5. Рао С. Линейные статистические методы и их применение. М., 1968.
6. Сонечкин Д. М. Об объективной классификации метеорологических явлений и ситуаций с помощью ЭВМ. — Метеорол. и гидрол., 1968, 5.
7. Яковлева Н. И., Гурлева К. А. К вопросу объективного районирования с помощью метода разложения по эмпирическим функциям. — Тр. ГГО, 1969, 236.
8. Mc. Boyle G. R. Factor analytic approach to climatic classification of Europe. — Climatol. Bull., 1972, 12.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

М. М. Сметанин

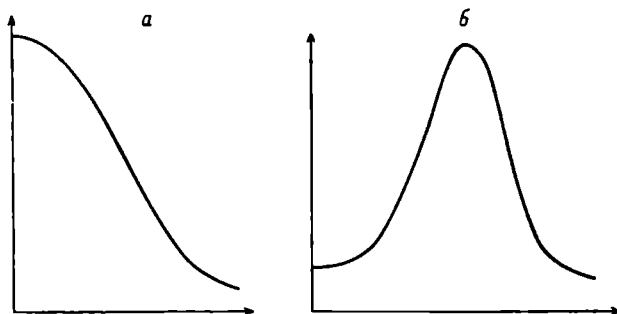
К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ ИЗМЕНЕНИЙ ОПТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ ЧЕШУИ РЫБ

Использование микрофотометрии позволяет получить кривые оптической плотности отолитов, чешуи и других регистрирующих структур, содержащих информацию о росте рыб [1, 4, 6]. Графическая форма представления нами использовалась потому, что она обладает наибольшей наглядностью, необходимой при изучении такого сложного образования, как чешуя. При анализе кривых с помощью ЭВМ возникают вопросы, связанные с выбором интервала дискретности, алгоритма обработки данных. Ниже излагаются некоторые вопросы методики математического анализа полученных графиков.

Как известно, алгоритмы обработки выходной информации преобразователя графиков в первом приближении подразделяются на 3 группы, соответствующие статистическому, экстремальному и функциональному анализу [5]. В первом случае изменение оптической плотности чешуи $y(x)$ вдоль ее радиуса рассматривается как реализация случайного процесса $Y(x)$, и анализ ведется с использованием теории случайных функций.

Величина интервала дискретности Δx в этом случае оценивается, исходя из теоремы В. А. Котельникова [3], согласно которой функция, в данном случае $y(x)$, с ограниченным спектром частот от 0 до f_n может быть определена совокупностью дискретных отсчетов, взятых через интервал $\Delta x = 1/2f_n = 1/2 T_{\text{мин.}}$, где $T_{\text{мин.}}$ — наименьший период гармоник, подлежащей анализу. Например, задавая $T_{\text{мин.}} = 0.2$ мм, получаем $\Delta x = 0.1$ мм.

Статистический анализ $y(x)$ позволяет учесть степень изменения оптической плотности чешуи вдоль всего радиуса, на отдельных участках, определить основные статистические характеристики, в частности функцию спектральной плотности, и подойти



Спектральные плотности при различных ϵ .

$a - \epsilon < 1$, $b - \epsilon > 1$. По оси ординат — значения спектральной плотности, $S(\omega)$; по оси абсцисс — круговая частота, ω .

к интерпретации отдельных составляющих процесса. Например, в изменении $y(x)$ при соотношении $b/D \gg 1$ (b — ширина щели микрофотометра, D — минимальное расстояние между склеритами для густеры возраста 5+, выращенной из икринок в прудах экспериментальной базы «Сунога») выявляется наличие цикличностей, которые интерпретируются как годовая, полугодовая и, по-видимому, околотрехмесячная.

При экстремальном анализе кривых в вычислениях используются координаты экстремальных значений оптической плотности чешуи. Методика этого вида анализа при ручной оцифровке расстояний между склеритами и использование ее при определении возраста рыб изложены нами в предшествующей работе [1].

Для ряда записей экстремальные значения $y(x)$ определялись и по результатам оцифровки с помощью преобразователя Ф009 УЧ.2 (завод «Виброприбор», г. Кишинев). Ординаты максимумов кривой оптической плотности $y_i(x_i)$ выделяются при одновременном выполнении неравенств

$$y_i(x_i) > y_{i+1}(x_{i+1}) = y_{i+1}(x_i + \Delta x_i), \quad (1)$$

$$y_i(x_i) > y_{i-1}(x_{i-1}) = y_{i-1}(x_i - \Delta x_i). \quad (2)$$

Абсциссы максимумов в данном случае определяются числом интервалов дискретности от начала записи до точки максимума. Величина интервала дискретности Δx выбирается при этом гораздо меньше, чем в первом случае.

При функциональном анализе графиков ставится задача нахождения для $y(x)$ функционального закона. В большинстве случаев детерминированное описание изменений оптической плотности чешуи, как и других регистрирующих структур, представляется затруднительным ввиду присутствия нерегулярных колебаний различного рода. Здесь функциональный анализ более приемлем при описании уже вычисленных статистических параметров, например корреляционных функций, т. е. наиболее полное описание $y(x)$ возможно при использовании обобщенного алгоритма.

Как показывает опыт, в простейшем случае наличие одной основной цикличности в изменении $y(x)$ при соотношении $b/D \gg 1$, хорошая аппроксимация нормированной автокорреляционной функции $K(\tau)$ достигается выражением

$$K(\tau) = e^{-\alpha|\tau|} \cos \omega_0 \tau, \quad (3)$$

где α показывает степень затухания корреляционной связи между сечениями процесса, разделенными интервалом τ единиц длины, ω_0 характеризует частоту преобладающей по амплитуде гармоники.

Применение преобразования Фурье к выражению (3) дает функцию спектральной плотности $S(\omega)$:

$$S(\omega) = \frac{\alpha}{2\pi} \left[\frac{1}{\alpha^2 + (\omega_0 + \omega)^2} + \frac{1}{\alpha^2 + (\omega_0 - \omega)^2} \right].$$

Можно показать [2], что в зависимости от величины $\epsilon = \frac{3\omega_0^2}{\alpha^2}$

$S(\omega)$ имеет различный вид. Если $\epsilon < 1$, то функция $S(\omega)$ имеет максимум при $\omega=0$ (см. рисунок, а), что означает сильное уменьшение корреляционной связи с увеличением τ .

Эта картина является типичной для рыб, периодичность роста которых выражена относительно слабо, как например у сеголетков. Так, для сеголетка леща Рыбинского водохранилища в возрасте около 6 месяцев $\epsilon=0.2$, для годовика густеры возраста 359 дней, выращенной в прудах экспериментальной базы «Сунога», $\epsilon=0.35$. Если $\epsilon > 1$, $S(\omega)$ имеет один максимум (см. рисунок, б) при $\omega \neq 0$, т. е. в исследуемом ряду отчетливо проявляется влияние преобладающей цикличности. Таким образом, величина ϵ в данном случае характеризует соотношение между периодической и аperiodической компонентами и является числовым показателем статистической структуры процесса роста рыб.

Для изменений оптической плотности чешуи половозрелых и особенно рыб старшего возраста, как правило, получают спек-

тральные плотности, имеющие несколько максимумов. Выбрав соответствующие α и ω_0 для спектральных плотностей и суммируя их с различными весами, можно аппроксимировать сложные спектральные плотности, сводя тем самым их анализ к исследованию простых случаев.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Гончаров А. И., Сметанин М. М. Способ объективного определения возраста и изучения роста рыб по чешуе. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1974, 22.
2. Горяинов В. Т., Журавлев А. Г., Тихонов В. И. Примеры и задачи по статистической радиотехнике. М., 1970.
3. Котельников В. А. Теория потенциальной помехоустойчивости. — М., 1956.
4. Мина М. В. О разработке метода объективной оценки структуры зон на отолитах рыб. — Вopr. ихтиол., 1965, 5, 4.
5. Петренко А. И. Автоматический ввод графиков в электронные вычислительные машины. М., 1968.
6. Major R. L., Mosher K. H., Mason J. E. Identification of stocks of pacific salmon by means of scale features «the stock concept in pacific salmon». H. R. MacMillan lectures in fisheries. Univ. Brit. Columbia. 1972.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

И. К. Степанова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВАЛОВОГО ЖЕЛЕЗА В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ

При определении валового железа в природных водах для разрушения соединений железа органической и минеральной природы и перевода всего железа в ионную колориметрически определяемую форму чаще всего пользуются методами «мокрого окисления» в присутствии серной, азотной, хлорной кислот [4] перманганатом [1, 6], бромной водой [8], методом окисления в автоклаве [7]. Все методы, за исключением окисления бромной водой, разрушающей органическое вещество только на 40—50%, дают хорошие результаты, но они трудоемки.

Нами для определения валового железа в водах были использованы метод персульфатного окисления, впервые предложенный Мензелем и Корвиным [10] для определения железа, связанного с органическим веществом морских вод, и метод фотохимического окисления [9]. Определение общего железа проводилось в натуральной воде.

Изучены условия персульфатного и фотохимического окисления и предложены следующие способы обработки проб для перевода всех форм железа, присутствующих в природных водах, в ионную форму.

1. Персульфатное окисление. В кварцевые пробирки объемом ~35—40 мл вносят 0.7 г персульфата калия, 25 мл нефилътрированной природной воды и 0.2 мл концентрированной H_2SO_4 . Пробирки помещают в кипящую водяную баню на 1 час для окисления органического вещества и разрушения избытка персульфата. После охлаждения содержимое пробирок переносят в мерные колбы на 50 мл и доводят бидистиллятом до метки. Содержание колбы хорошо перемешивают и нейтрализуют 10%-м раствором NH_4OH до pH 2—3.

2. Фотохимическое окисление. В кварцевые пробирки объемом ~35—40 мл вносят 25 мл натуральной исследуемой воды, 0.2 мл концентрированной H_2SO_4 и 2 капли 30%-й H_2O_2 . Пробирки помещают в штатив и облучают в течение 1 часа лампой ПРК-2. Расстояние от лампы до поверхности облучаемого раствора 7 см. По окончании облучения пробирки охлаждают и содержимое переносят в мерные колбы на 50 мл, доводят бидистиллятом до метки, перемешивают и нейтрализуют 10%-м раствором NH_4OH до pH 2—3. В результате такой обработки все железо переводится в Fe^{3+} .

Определение железа. После перевода в ионную форму железо определяли с *o*-фенантролином, реагентом специфичным и чувствительным. Метод определения основан на способности *o*-фенантролина образовывать в широкой области значений pH (2—9) с ионами Fe^{2+} оранжево-красный комплекс [3]. Fe^{3+} восстанавливали гидроксиламином.

Реактивы. 1. Стандартный раствор железа Fe^{3+} 100 мг/л: растворяют 0.8634 г железноаммонийных квасцов х. ч. в 1 л бидистиллята, содержащего 5 мл H_2SO_4 1 : 1. Рабочий раствор железа: 10 мг Fe/л готовят разбавлением 10 мл стандартного раствора до 100 мл бидистиллятом, содержащим 0.5 мл H_2SO_4 1 : 1.

2.1%-й раствор гидроксиламина солянокислого: растворяют 1 г $\text{NH}_2\text{OH} \times \text{HCl}$ в 100 мл 0.01 н. H_2SO_4 .

3. 0.5%-й раствор *o*-фенантролина: растворяют 0.5 хлоргидрата *o*-фенантролина х. ч. в 100 мл 0.01 г H_2SO_4 .

К пробе воды, нейтрализованной до pH 2—3, добавляли 2 мл 1%-го раствора гидроксиламина, 2 мл 0.5%-го раствора *o*-фенантролина, перемешивали и через 20 мин. измеряли оптическую плотность раствора. Измерения проводили на СФ-4А при λ -510 нм или на ФЭК-56 со светофильтром № 5 в кюветах толщиной 5 см. Содержание железа находили по калибровочной кривой, построенной в тех же условиях. Все измерения проводили по отношению к холостому раствору, который проходил все стадии обработки и содержал все реактивы.

Результаты определения железа в природных водах персульфатным и фотохимическим методами даны в табл. 1.

Для сравнения приведены результаты определения валового железа общепринятым методом окисления концентрированной серной кислотой в присутствии перекиси водорода [5]. Все результаты обработаны статистически [2] (табл. 2).

Эти данные (табл. 2) показывают, что предложенные методы позволяют с достаточной точностью определять валовое железо в природных водах. Методы просты по выполнению, не требуют большой затраты времени и позволяют обрабатывать большое число проб в одинаковых условиях.

Таблица 1

Содержание валового железа
в природных водах, мг/л

Место отбора проб	Метод окисления		
	кислотный	персульфатный	фотохимический
р. Созь	0.644	0.598	0.660
Пруд пос. Борок . . .	0.408	0.392	0.424
Болотная вода	0.388	0.410	0.394
р. Сить	0.208	0.208	0.204
р. Волга у с. Коприно	0.210	0.210	0.200
р. Молога	0.324	0.332	0.324

Таблица 2

Статистическая оценка результатов определения валового железа
в природных водах ($\alpha=0.95$)

Номер пробы	n	\bar{x}	S	$\pm \frac{S \cdot t_{\alpha}}{\sqrt{n}} \cdot 10^2$	$\epsilon_{отп.} = \frac{S_{\bar{x}} \cdot t_{\alpha}}{\bar{x}} \cdot 100\%$
----------------	-----	-----------	-----	--	--

Персульфатное окисление

1	8	0.299	1.20	1.00	3.3
2	10	0.196	1.68	1.20	6.1
3	4	0.205	0.49	0.78	3.8
4	4	0.104	0.25	0.40	3.8
5	6	0.105	0.57	0.60	5.7
6	5	0.166	0.66	0.82	4.9

Фотохимическое окисление

1	4	0.330	0.95	1.51	4.6
2	6	0.212	0.60	0.63	3.0
3	6	0.197	0.61	0.64	3.2
4	4	0.102	0.68	1.08	10.6
5	7	0.100	0.37	0.34	3.4
6	5	0.162	0.33	0.41	2.5

Мокрое окисление ($H_2SO_4 + H_2O_2$)

1	6	0.322	1.88	1.97	6.1
2	10	0.205	1.10	0.78	3.9
3	5	0.194	0.23	0.29	1.5
5	5	0.105	0.49	0.43	4.1
6	5	0.162	0.72	0.63	3.9

Примечание. n — число определений; \bar{x} — среднее арифметическое; S — средняя квадратическая ошибка; $\frac{S \cdot t_{\alpha}}{\sqrt{n}}$ — точность с надежностью 0.95; t_{α} — коэффициент Стьюдента; $\epsilon_{отп.}$ — вероятная относительная погрешность, %; $S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$ — стандартное отклонение среднего результата.

1. Андреева З. Ф., Самозвон Н. М. К вопросу о методах анализа общего содержания железа в грунтовых водах в присутствии органических веществ. — Докл. Московск. с.-х. акад. им. Тимирязева, 1971, 162.
2. Доерфель К. Статистика в аналитической химии. М., 1969.
3. Марченко З. Фотометрическое определение элементов. М., 1971.
4. Мокшеская В. В. Методы определения железа в морской и иловой воде. — Тр. Ин-та океанол., 1962, 54.
5. Унифицированные методы анализа вод. М., 1973.
6. Шидловская-Овчинникова Ю. С. Количественное определение различных форм железа в природных водах. — Гидрохим. матер., 1955, 24.
7. Armstrong F. The iron content of sea water. — J. Marine Biol. Assoc. U. K., 1957, 36, 3.
8. Cooper L. The distribution of iron in water of the Western English Channel. — J. Marine Biol. Assoc. U. K., 1948, 27, 2.
9. Henriksen A. Determination of total nitrogen, phosphorus and iron in freshwater by photooxidation with ultraviolet radiation. — Analyst, 1970, 95, 1131.
10. Mensel W. D., Corwin N. The measurement of total phosphorus in seawater based on the liberation of organically bound fractions by persulfate oxidation. — Limnol. a. Oceanogr., 1965, 10, 2.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

С. В. Шманев, С. И. Кузнецов

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОМИКРОСКОПИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ВОДНОЙ МИКРОФЛОРЫ

Изучение олигокарбофильной микрофлоры водоемов показало, что значительная часть бактерий принадлежит новым видам и родам. Так, Генричи и Джонсон [6], применив методы обрастания стекол, описали *Caulobacter*, *Hyphomicrobium* и другие виды. В дальнейшем Поиндекстер [10] и С. С. Беляев [2] изучили более подробно распространение в водоемах микроорганизмов, принадлежащих к роду *Caulobacter*, а Хирш [7], Т. В. Аристовская [1] и Тилер [12] детализировали род *Hyphomicrobium*. Сталей [11] описал два новых вида — *Prosthecomicrobium* и *Ancalomicrobium*.

Все эти исследования проводятся только с применением электронной микроскопии, методы которой описаны в ряде руководств [4, 5] и основаны на получении препаратов в лабораторных условиях из воды, взятой из водоема. Лишь Хирш и Панкратц [8] для изучения естественной микрофлоры использовали метод

обрастания электронной сеточки с нанесенной на нее пленкой при погружении непосредственно в водоем. Метод этот был применен Г. А. Дубининой [3] при исследовании микрофлоры озер Карелии, однако в ряде случаев при инкубации стекол в водоеме от 2 до 4 суток формваровая пленка вместе с сеточками отставала

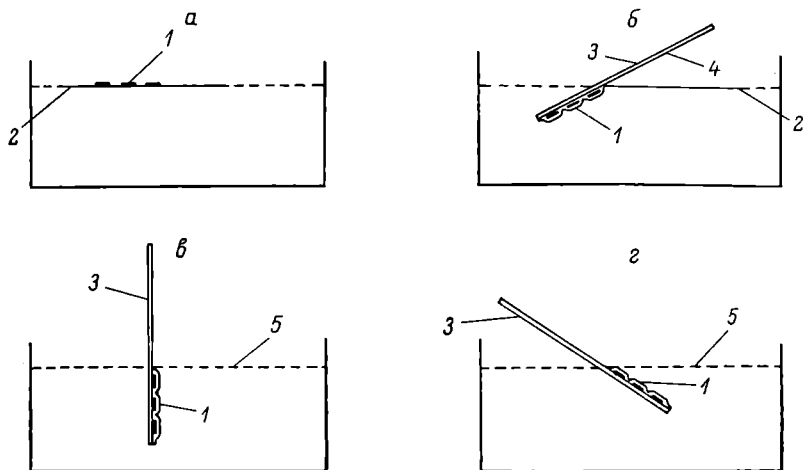


Схема закрепления электронных сеток.

а — прикрепление сеток на коллодиевую пленку, *б, в* — перенос электронных сеток на стекло, *г* — поднятие предметного стекла с сетками из кристаллизатора. 1 — электронная сетка, 2 — коллодиевая пленка, 3 — предметное стекло, 4 — матовая сторона предметного стекла, 5 — поверхность воды, свободная от коллодиевой пленки.

от стекла, использованного в качестве носителя. Учитывая, что прописи метода в работах Хирша, Панкратца [8] и А. Н. Пилякевича [4] даны очень схематично, мы внесли в метод небольшие, но существенные изменения, гарантирующие хорошее прикрепление пленки с электронными сеточками к стеклу, которое опускают непосредственно в водоем.

Поверхность предметного стекла с одной стороны делают матовой. С этой целью на стеклянную пластинку наносят наждачный порошок и увлажняют его. На порошок кладут предметное стекло и, слегка прижимая рукой, производят круговые движения до тех пор, пока поверхность стекла не станет матовой. После этого его промывают водой и на одном конце победитовым сверлом диаметром 1—2 мм высверливают сквозное отверстие, что дает возможность подвешивать стекло на тросик для погружения в водоем. Затем готовят на амилацетате 1%-й раствор коллаксила или фотографической огнеопасной нитропленки, с последней предварительно удаляют фотоэмульсию. Далее в кристаллизатор на-

ливают дистиллированную воду и пастеровской пипеткой на ее поверхность наносят 1 каплю упомянутого раствора. Через несколько минут радужная побежалость исчезнет — это подтверждает, что пленка затвердела; ее удаляют с поверхности воды концом предметного стекла. Эту операцию повторяют 3—4 раза. При этом вода насыщается амилацетатом, а пленка на поверхности воды получается более однородной.

После насыщения воды кристаллизатора амилацетатом вышеуказанным способом на воду наносят коллаксилиновую пленку. На нее помещают в ряд 3—4 сеточки для электронного микроскопа. Их слегка прижимают к пленке пинцетом (см. рисунок, *a*). С одной стороны от сеток в кристаллизатор опускают предметное стекло матовой стороной по направлению к сеткам (*b*), погружая его в воду так, чтобы сеточки легли на стекло, а пленка покрыла их сверху (*c*). После этого стекло с сеточками продвигают к краю кристаллизатора и извлекают из воды (*d*). Стекло с сетками подсушивают, при этом пленка, удерживающая сетки, прочно прирастает к матовой поверхности стекла. В дальнейшем стекла с прикрепленными сеточками опускают в водоем на разные сроки — от 2 час. до 2—3 суток. Как считают Маршал и др. [9], при погружении сеточек в воду на 2 часа происходит адсорбция водных бактерий на пленке, а за сутки и более наблюдается их обрастание микроорганизмами. После экспозиции стекло ополаскивают чистой водой, помещают в чашку Петри и несколько минут фиксируют парами формалина, а затем подсушивают. Сетки, покрытые коллаксилиновой пленкой, отделяют от стекла, и дальнейшую подготовку их к просмотру в электронном микроскопе проводят обычным способом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аристовская Т. В. Аккумуляция железа при разложении органо-минеральных комплексов гумусовых веществ микроорганизмами. — ДАН СССР, 1961, 136.
2. Беляев С. С. Распространение группы *Caulobacter* в водохранилищах Волги—Дона. — Микробиол., 1967, 36, 1.
3. Дубинина Г. А. Микрофлора гумусовых водоемов Карелии. — Микробиол., 1975, 44.
4. Пилинkevич А. Н. Практика электронной микроскопии. — Киев, 1961.
5. Романенко В. И., Кузнецов С. И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Л., 1974.
6. Henrici A. T., Johnson D. A. Studies of freshwater bacteria II Stalked bacteria, a new order of schizomicetes. — J. Bacteriol, 1935, 30 (1).
7. Hirsch P., Conti S. F. Biology of budding bacteria I Enrichment isolation and morphology of Hyphomicrobium s. p. p. — Arch. Microbiol., 1964, 48 (4).
8. Hirsch P., Pankrats S. H. Study of bacterial populations in natural environments by use of submerged electron microscope grids. — J. all. Microbiol., 1970, 10, 8.

9. Marshall K. C., Stout R., Mitchell R. Selective absorption of bacteria from seawater. — *Canad. J. Microbiol.*, 1971, 17.
10. Poindexter J. L. Biological properties and classification of the *Caulobacter* group. — *Bacteriol. Revs.*, 1964, 28, 3.
11. Staley J. T. *Prosthecomicrobium* and *Ancalomicrobium*, new prosthecate freshwater bacteria. — *J. Bacteriol.*, 1968, 95, 5.
12. Tyler P. A., Marshall K. C. Microbial oxidation of manganese in hydroelectric pipelines. — *Antonie van Leeuwenhoek J. Microbiol. a. Serol.*, 1967, 33, 1.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ИНФОРМАЦИИ

Комплексная экспедиция по р. Волге от истоков до дельты (А. П. Кузичкин)	3
Гидробиологическое обследование р. Камы и ее водохранилищ (А. С. Литвинов).	3
Совещание соавторов монографии « <i>Chironomus plumosus</i> L. и его продуктивность в пределах ареала» (А. И. Шилова)	5

СООБЩЕНИЯ

Д. В. Накани, М. Н. Корсак. К изучению комбинированного воздействия ионов цинка и хрома на первичную продукцию Рыбинского водохранилища	7
В. И. Романенко. Разрушение NH_4ClO_4 в иловых отложениях водоемов	11
А. Н. Дзюбан. Первичная продукция и деструкция органического вещества в воде Саратовского водохранилища в 1972 г.	13
М. Н. Корсак, Д. В. Накани. Динамика продукции фитопланктона и бактерий на мелководье Рыбинского водохранилища в 1974 г.	16
Г. А. Лукина. Культивирование рясковых в лабораторных условиях	18
А. П. Садчиков. Определение суточной динамики продукции макрофитов	21
Ю. В. Горячев. Сравнение изменений в скорости движения инфузорий <i>Paramecium caudatum</i> , облученных в разных зонах ультрафиолетового спектра	24
О. Д. Жаворонкова. К характеристике зоопланктона водоемов Волго-Балтийской системы летом 1973 г.	27
И. А. Скальская. Заселение дрейссеной (<i>Dreissena polymorpha</i> Pallas) новых субстратов Горьковского водохранилища	30
Б. А. Вайнштейн. К фауне водяных клещей Ивановского водохранилища	34
П. В. Тузовский. Новый вид водяного клеща рода <i>Truncaturus</i> (<i>Arrhenuridae</i> , <i>Acariformes</i>)	37
Н. А. Изюмова, А. В. Маштаков. О возможности освоения леща (<i>Abramis brama</i>) и синца (<i>Abramis ballerus</i>) от моногеней с помощью аммиачных ванн	40

И. К. Р и в ь е р, Т. С. Ж и т е н е в а. Планктонное питание леща в Мошковичском заливе Ивановского водохранилища	42
В. Р. М и к р я к о в, Ю. В. Е р ш о в, Н. Ф. С и л к и н. Инфракрасные спектры поглощения сыворотки крови рыб	46
Т. К. Н е б о л ь с и н а. Биотический баланс и современное использование биоэнергетических ресурсов Волгоградского водохранилища	50
И. Г. Т о п о р к о в, А. И. Д е м и н, Б. С. К у п ч и н с к и й, В. Н. Е л ь ц о в а, Е. П. Н и к о л а е в а. Выживаемость молоди омуля посольской популяции в период ската в Байкал	53
Т. Н. К у р д и н а. Акватория и объем подогретых вод в Ивановском водохранилище	56
Э. С. Б и к б у л а т о в. Влияние рН на оптические свойства органических соединений природных вод	60
В. Л. С к л я р е н к о. К вопросу о классификации природных объектов в координатах главных компонент	62
М. М. С м е т а н и н. К математическому анализу изменений оптической плотности чешуи рыб	66
И. К. С т е п а н о в а. Определение валового железа в природных водах	69
С. В. Ш м а н е в, С. И. К у з н е ц о в. Приготовление электронномикроскопических препаратов водной микрофлоры	72

I N F O R M A T I O N S

Complex expedition on the Volga from its source to delta (A. P. Kuzichkin)	3
Hydrobiological investigation of the Kama and its reservoirs (A. S. Litvinov)	3
Conference of the authors of the monograph « <i>Chironomus plumosus</i> L. and its productivity within the distribution range» (A. I. Shilova)	5

A R T I C L E S

D. V. N a k a n i, M. N. K o r s a k. On the study of combined effect of the ions of zink and chromium upon primary production of a water-body	7
V. I. R o m a n e n k o. Decomposition of NH_4ClO_4 in the silt deposits of water-bodies	11
A. N. D z y u b a n. Primary production and destruction of organic matter in the water of the Saratovskoe reservoir in 1972	13
M. N. K o r s a k, D. V. N a k a n i. The dynamics of production of the phytoplankton and bacteria on the shallows of the Rybinskoe reservoir in 1974	16
G. A. L u k i n a. Culturing of the duckweeds under laboratory conditions	18
A. P. S a d c h i k o v. Determination of the daily dynamics of the production of the macrophytes	21
Yu. V. G o r y a c h e v. Composition of changes in the speed of movement in the ciliates <i>Paramecium caudatum</i> after irradiation with the ultraviolet of various zones	24
O. D. Z h a v o r o n k o v a. On the characteristic of the zooplankton of the waters of the Volgo-Baltic system in summer 1973	27
I. A. S k a l s k a y a. Settling of the dreissena (<i>Dreissena polymorpha</i> Pallas) upon new substrates in the Gorkovskoe reservoir	30
B. A. W a i n s t e i n. On the fauna of the water mites in the Ivanovskoe reservoir	34
P. V. T u z o v s k i j. A new species of the water mite of the genus <i>Truncaturus</i> (Arrhenuridae, Acariformes)	37
N. A. I z y m o v a, A. V. M a s h t a k o v. On the possibility of freeing of bream (<i>Abramis brama</i>) and blue bream (<i>Abramis ballerus</i>) from the monogenoids with a help of ammonia baths	40

I. K. Rivier, T. S. Zhiteneva. Planktonic feeding of bream in the Moshkovichski bay	42
V. R. Mikryakov, Yu. V. Ershov, Silkin N. F. The infrared absorption spectra of the blood plasma on fishes	46
T. K. Nebolsina. Biotic balance and the present use of the bio-energetic resources of the Volgogradskoe reservoir	50
I. G. Toporkov, A. I. Demin, B. S. Kupchinski, V. N. Eltsova, E. P. Nikolaeva. Survival of the youngs of omul of the Posolskaya population during the migration into lake Baikal	53
T. N. Kurdina. The area and volume of the heated waters in the Ivankovskoe reservoir	56
E. S. Bikbulatov. The influence of pH upon the optic properties of organic compounds in natural waters	60
V. L. Sklyarenko. On the problem of classification of the objects of the nature in the coordinates of main components	62
M. M. Smetanin. On the mathematic analysis of changes in the optical density of the fish scales	66
I. K. Stepanova. Determination of the total iron in natural waters	69
S. V. Shmanev, S. I. Kuznetsov. Preparation of the aquatic microflora for the electron microscopy	72

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 31

Утверждено к печати

*Институтом биологии внутренних вод
Академии наук СССР*

Редактор издательства *Л. М. Маковская*

Технический редактор *Н. А. Мяготина*

Корректор *Т. А. Румянцева*

Сдано в набор 22/IV 1976 г. Подписано к печати
18/VIII 1976 г. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага № 2.
Печ. л. 5=5 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 5.36.
Изд. № 6340. Тип. зак. № 1182. М-17137.
Тираж 800. Цена 36 коп.

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

1-я тип. издательства «Наука»

199034, Ленинград, В-34, 9 линия, д. 12

