

06
ИБВВ

ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

63

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ

ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 63



ЛЕНИНГРАД

«НАУКА»

ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

1984

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

Biology of Inland Waters
Information Bulletin

N 63

УДК 577.472(28)

Выпуск бюллетеня содержит информацию о международном семинаре „Взаимодействие между водой и седиментами в озерах и водохранилищах и моделирование процессов“. Большинство научных сообщений посвящено результатам изучения гидробиологического режима Куйбышевского водохранилища. Представляются также результаты гидробиологических и гидрологических исследований Рыбинского и Горьковского водохранилищ и озер Верхнего Поволжья.

Сборник рассчитан на широкий круг гидробиологов, лимнологов, гидрохимиков.

Ответственный редактор Н.А. ЗИМИНОВА

Рецензенты: А.Ф. АЛИМОВ, А.А. МИЛЬКО

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ № 63

Утверждено к печати Институтом биологии внутренних вод
Академии наук СССР

Редактор издательства Л.И. Сметанкина.

Технический редактор В.В. Шиханова. Корректор Г.А. Лебедева.

ИБ № 20890

Подписано к печати 30.05.84. М-30732. Формат 60х90 1/16. Бумага для
глубокой печати. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4.50. Усл. кр.-отт. 4.75.
Уч.-изд. л. 5.04. Тираж 1050. Тип. зак. № 1443. Цена 75 к.

Издательство „Наука“. Ленинградское отделение
199164, Ленинград, В-164, Менделеевская лин., 1

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

Б 2001050100-632
042(02)-84

257-84 - III



Издательство „Наука“, 1984 г.

ИНФОРМАЦИИ

МЕЖДУНАРОДНАЯ ШКОЛА-СЕМИНАР „ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ВОДОЙ И СЕДИМЕНТАМИ В ОЗЕРАХ И ВОДОХРАНИЛИЩАХ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ“

В соответствии с планом многостороннего сотрудничества академий наук социалистических стран по комплексной проблеме „Планетарные геофизические исследования“ (КАПГ) в Институте биологии внутренних вод АН СССР 28 июня–5 июля 1982 г. была проведена школа–семинар по проекту 18 „Сравнение и усовершенствование методов измерения и моделирования влияния главных геофизических факторов на свойства водных масс озер и водохранилищ“ на тему „Взаимодействие между водой и седиментами в озерах и водохранилищах и моделирование процессов“. В работе семинара приняли участие 45 специалистов из Советского Союза и 11 представителей из социалистических стран (ГДР, ВНР, ПНР).

На заседаниях были заслушаны 35 докладов по двум основным направлениям: 1) взаимодействие между водой и седиментами в озерах и водохранилищах и моделирование процессов; 2) роль гидроразлических процессов в режиме седиментов.

В программном докладе Мауерсбергера (Институт географии и геоэкологии АН ГДР) подчеркивалась необходимость создания единой теории водных экосистем, описывающей взаимодействие физических, химических и биологических процессов, исходя из принципов термодинамики и кибернетики. Ряд докладов был посвящен режиму взвешенных веществ и формированию донных отложений в водоемах различных регионов. В докладах Н.В. Буторина, С.С. Бакастова (ИБВВ АН СССР), А.И. Тихомирова и Л.Г. Кузьменко (Институт озероведения АН СССР) характеризовались процессы теплообмена между донными отложениями и водой, дана количественная оценка роли донных отложений в тепловом балансе водоемов, рассмотрены факторы, ее определяющие, приведены величины теплофизических коэффициентов для различных грунтов.

В обзорном докладе М.В. Мартыновой (ИВП АН СССР) характеризовалась изученность процессов обмена азотом и фосфором в системе „вода–донные отложения“, оценены механизмы удаления соединений азота и фосфора из донных отложений и влияющие на них факторы. Выявлены наименее изученные аспекты процесса обмена. В докладе И.Б. Мизандронцева (Лимнологический институт СО АН СССР) рассмотрены: многостадийный процесс распада многокомпонентного органического вещества в донных отложениях, образование и диффузионное перераспределение промежуточных и конечных

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

Biology of Inland Waters
Information Bulletin

N 63

УДК 577.472(28)

Выпуск бюллетеня содержит информацию о международном семинаре „Взаимодействие между водой и седиментами в озерах и водохранилищах и моделирование процессов“. Большинство научных сообщений посвящено результатам изучения гидробиологического режима Куйбышевского водохранилища. Представляются также результаты гидробиологических и гидрологических исследований Рыбинского и Горьковского водохранилищ и озер Верхнего Поволжья.

Сборник рассчитан на широкий круг гидробиологов, лимнологов, гидрохимиков.

Ответственный редактор Н.А. ЗИМИНОВА

Рецензенты: А.Ф. АЛИМОВ, А.А. МИЛЬКО

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ № 63

Утверждено к печати Институтом биологии внутренних вод
Академии наук СССР

Редактор издательства Л.И. Сметанкина.

Технический редактор В.В. Шиханова. Корректор Г.А. Лебедева.

ИБ № 20890

Подписано к печати 30.05.84. М-30732. Формат 60х90 1/16. Бумага для
глубокой печати. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4.50. Усл. кр.-отт. 4.75.
Уч.-изд. л. 5.04. Тираж 1050. Тип. зак. № 1443. Цена 75 к.

Издательство „Наука“. Ленинградское отделение
199164, Ленинград, В-164, Менделеевская лин., 1

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

Б 2001050100-632 257-84 - III (C) Издательство „Наука“, 1984 г.
042(02)-84

ИНФОРМАЦИИ

МЕЖДУНАРОДНАЯ ШКОЛА-СЕМИНАР „ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ВОДОЙ И СЕДИМЕНТАМИ В ОЗЕРАХ И ВОДОХРАНИЛИЩАХ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ”

В соответствии с планом многостороннего сотрудничества академий наук социалистических стран по комплексной проблеме „Планетарные геофизические исследования” (КАПГ) в Институте биологии внутренних вод АН СССР 28 июня–5 июля 1982 г. была проведена школа–семинар по проекту 18 „Сравнение и усовершенствование методов измерения и моделирования влияния главных геофизических факторов на свойства водных масс озер и водохранилищ” на тему „Взаимодействие между водой и седиментами в озерах и водохранилищах и моделирование процессов”. В работе семинара приняли участие 45 специалистов из Советского Союза и 11 представителей из социалистических стран (ГДР, ВНР, ПНР).

На заседаниях были заслушаны 35 докладов по двум основным направлениям: 1) взаимодействие между водой и седиментами в озерах и водохранилищах и моделирование процессов; 2) роль гидроразрывных процессов в режиме осадков.

В программном докладе Мауерсбергера (Институт географии и геоэкологии АН ГДР) подчеркивалась необходимость создания единой теории водных экосистем, описывающей взаимодействие физических, химических и биологических процессов, исходя из принципов термодинамики и кибернетики. Ряд докладов был посвящен режиму взвешенных веществ и формированию донных отложений в водоемах различных регионов. В докладах Н.В. Буторина, С.С. Бакастова (ИБВВ АН СССР), А.И. Тихомирова и Л.Г. Кузьменко (Институт озероведения АН СССР) характеризовались процессы теплообмена между донными отложениями и водой, дана количественная оценка роли донных отложений в тепловом балансе водоемов, рассмотрены факторы, ее определяющие, приведены величины теплофизических коэффициентов для различных грунтов.

В обзорном докладе М.В. Мартыновой (ИВП АН СССР) характеризовалась изученность процессов обмена азотом и фосфором в системе „вода–донные отложения”, оценены механизмы удаления соединений азота и фосфора из донных отложений и влияющие на них факторы. Выявлены наименее изученные аспекты процесса обмена. В докладе И.Б. Мизандронцева (Лимнологический институт СО АН СССР) рассмотрены: многостадийный процесс распада многокомпонентного органического вещества в донных отложениях, образование и диффузионное перераспределение промежуточных и конечных

С Численность, биомасса, продукция бактериопланктона и его роль в деструкции органического вещества в 1981 г.

Месяц	Численность, млн. кл./мл	Биомасса		Суточная продукция		Р/В, сут ⁻¹	Суточная элиминация		Отношение элиминации к продукции, %
		г/м ³	кДж/м ²	г/м ³	кДж/м ²		г/м ³	кДж/м ²	
Май	2.327	1.36	48.0	0.56	19.8	0.41	0.60	21.0	106
Июнь	1.607	0.94	29.5	0.83	26.1	0.88	0.57	17.9	68
Июль	0.846	0.50	13.7	0.78	21.4	1.56	0.39	10.6	50
Август	0.927	0.55	12.8	0.59	13.5	1.06	0.46	10.7	79
Сентябрь	1.157	0.69	16.1	0.61	14.2	0.88	0.56	13.2	92
Среднее	1.240	0.73	20.0	0.69	18.9	0.95	0.50	13.7	73

Т а б л и ц а (продолжение)

Месяц	Суточное потребление O ₂ одной бактериальной клеткой, мг · 10 ⁻⁹	Суточная деструкция за счет бактериопланктона		Суточная деструкция за счет суммарного планктона		Отношение бактериальной деструкции к общей, %	K ₂ , %
		мг O ₂ /л	кДж/м ²	мг O ₂ /л	кДж/м ²		
Май	$\frac{0.23}{0.696}$	0.54	71.4	0.74	97.8	73	22
Июнь	$\frac{0.32}{0.405}$	0.51	60.0	1.04	122.3	49	30
Июль	$\frac{0.44}{0.352}$	0.37	38.0	0.72	74.0	51	36
Август	$\frac{0.46}{0.369}$	0.43	37.9	0.69	60.8	62	26
Сентябрь	$\frac{0.17}{0.202}$	0.20	17.6	0.32	28.2	62	45
Среднее	$\frac{0.34}{0.373}$	0.42	43.2	0.70	72.0	60	31

П р и м е ч а н и е. Над чертой - при температуре водоема, под чертой - при 20 °С.

Летом при более высокой температуре воды ($21.0-25.0^{\circ}\text{C}$) бактерии размножались интенсивнее, чем весной и осенью. Если весной, включая начало июня, и осенью при температуре воды $7.0-16.0^{\circ}\text{C}$ бактериальная популяция удваивалась за 20–21 ч, то летом удвоение ее численности происходило через каждые 11–16 ч.

Полученные результаты (см. таблицу) свидетельствуют о высокой активности водной микрофлоры в течение всего периода наблюдений, однако наиболее интенсивный процесс продуцирования бактериальной биомассы протекал в июле, несмотря на то что плотность популяции в это время была невысокой.

Биомасса водной микрофлоры выедалась планктонными животными. Весной и осенью интенсивность выедания была выше, чем летом. Данные по выеданию бактериальной популяции зоопланктоном в какой-то мере, по-видимому, занижены, особенно в летнее время. Это может быть обусловлено различными причинами, в том числе погрешностями метода исследований [3]. При заполнении склянок водой из батометра попадание в них планктонных животных нередко носит случайный характер.

Об активности водной микрофлоры в процессах минерализации органического вещества можно судить по скорости потребления ею кислорода. Экспериментальных данных по интенсивности дыхания бактериальных клеток в воде Куйбышевского водохранилища практически нет, и лишь результаты единичных анализов за июнь 1972 г. приведены в работе Д.З. Гак [2]. По нашим исследованиям, в 1981 г. в расчете на одну микробную клетку за сутки потреблялось $0.373 \cdot 10^{-9}$ мг O_2 в среднем за сезон при температуре 20°C . По сравнению с 1972 г. ($0.170 \cdot 10^{-9}$ мг O_2) последняя величина оказалась примерно в 2.2 раза больше. Однако если учесть, что объем бактериальных клеток в 1981 г. был в 2.7 раза больше, то на единицу биомассы потребление кислорода бактериопланктоном в обоих случаях получится почти одинаковым.

В естественных условиях в течение вегетационного периода 1981 г. на долю бактериопланктона приходилось около 60% от общего потребления кислорода планктонным сообществом в целом, что свидетельствует о ведущей роли микрофлоры в процессах деструкции органического вещества в водохранилище.

Полученные результаты по продукции бактерий и количеству поглощенного ими кислорода позволили определить величину коэффициента K_2 , характеризующего эффективность использования ассимилированной энергии на прирост бактериальной биомассы. За период с мая по сентябрь величина коэффициента K_2 колебалась в пределах 22–45% и была близка к величине, полученной для других озер и водохранилищ различных географических зон [2–3]. Таким образом, на прирост бактериальной популяции тратится примерно 1/3 часть ассимилированной ею пищи, остальная же часть рассеивается в ходе обменных реакций.

1. В и н б е р г Г.Г. Сравнительная оценка некоторых распространенных методов расчета продукции водных бактерий. - Гидробиол. журн., 1971, т. 7, № 4, с. 86-96.
2. Г а к Д.З. Бактериопланктон и его роль в биологической продуктивности водохранилищ. М., 1975. 252 с.
3. Д р а б к о в а В.Г. Зональное изменение интенсивности микробиологических процессов в озерах. Л., 1981. 212 с.
4. Р о м а н е н к о В.И., К у з н е ц о в С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Л., 1974. 194 с.

Куйбышевская станция
Института биологии внутренних вод
АН СССР

УДК 579.68(28)

А.В. И в а т и н

КОЛИЧЕСТВО И ВРЕМЯ ГЕНЕРАЦИИ
САПРОФИТНОЙ МИКРОФЛОРЫ В ВОДЕ
ПРИПЛОТИННОГО ПЛЕСА
КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Известно, что между количеством бактерий, растущих на МПА, и концентрацией нестойкого органического вещества в воде существует прямая зависимость, поэтому численность сапрофитных бактерий используется как показатель качества воды. Куйбышевское водохранилище по этому показателю изучено хорошо, но активность этой группы бактерий не определялась. Мы попытались путем определения времени генерации сапрофитных бактерий в некоторой степени восполнить существующий пробел.

В течение вегетационного периода (май-сентябрь) 1981 г. на левой пойме Приплотинного плеса одновременно с численностью бактерий, растущих на стандартном и обедненном в 10 и 100 раз МПА, определялось также время их генерации. Для определения данного показателя необходимо было установить оптимальные сроки экспонирования склянок с пробами фильтрованной воды. Вопрос о сроках экспозиции является дискуссионным [4], а фактические материалы по скорости размножения сапрофитной микрофлоры до настоящего времени в литературе весьма мало освещены.

Пробы воды отбирались стерильно из поверхностного и придонного горизонтов 2-3 раза в месяц. В чашки Петри глубинным способом высевалось по 0.1 мл воды в трех повторностях. Чашки с посевами инкубировались при комнатной температуре в течение 10 сут. Время генерации определялось по М.В. Иванову [3] в фильтрованной

Т а б л и ц а 1

Количество бактерий в воде, растущих на стандартном МПА и разбавленном в соотношениях 1 : 10 и 1 : 100, тыс. кл./мл

Месяц	МПА	МПА : 10	МПА : 100
Май	1.93 (0.08)	5.50 (0.24)	3.35 (0.14)
Июнь	2.22 (0.14)	2.95 (0.18)	2.87 (0.18)
Июль	1.94 (0.23)	4.10 (0.48)	1.35 (0.16)
Август	1.01 (0.11)	3.11 (0.33)	4.90 (0.53)
Сентябрь	3.44 (0.30)	6.47 (0.56)	5.26 (0.45)
Среднее	2.10 (0.17)	4.20 (0.34)	3.50 (0.28)

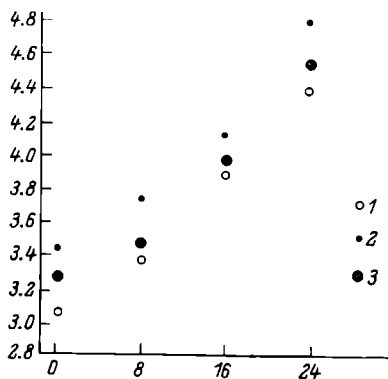
П р и м е ч а н и е. В скобках – содержание сапрофитов от общей численности бактерий по прямому счету, %.

воде, посеы из которой производились сразу же после отбора, а затем повторялись через 8, 16 и 24 ч.

Высокая концентрация органического вещества и сильное прогревание водной массы в 1981 г. способствовали интенсивному развитию сапрофитной микрофлоры. На обследованном участке водохранилища обнаружено 0.18–7.98 тыс. кл./мл бактерий, растущих на обычном МПА, а на МПА, обедненном в 10 и 100 раз, согласно Ю.А. Горбенко [2], клеток произрастало несколько больше – от 0.15–13.0 до 0.10–11.55 тыс. кл./мл. В среднем за период наблюдения на указанных средах рост бактериальных клеток составил соответственно 2.10, 4.20 и 3.50 тыс. кл./мл (табл. 1).

На разбавленном МПА рост колоний увеличивался в 2 и 1.7 раза, однако от общей численности бактериопланктона сапрофитные бактерии составляли незначительную часть – 0.14–0.55%. В сезонной динамике отмечалось несколько пиков роста бактерий, самый высокий из которых был в сентябре, что обусловлено, по-видимому, выносом микробных клеток в толщу воды из донных отложений при значительном волнении, а также наличием органического вещества отмирающих планктонных растений и животных.

Количественные изменения сапрофитной микрофлоры во времени происходили неравномерно, что обусловлено разнородностью ее состава [1]. Наибольший прирост этих бактерий отмечался через 16–24 ч от начала опыта (см. рисунок). За первые 8 ч прибыль бактериальных клеток в подавляющем большинстве проб не превышала 50% от исходных данных. Если при этом учесть, что точность метода определения численности сапрофитных бактерий сравнительно низка (30–50%), то этот срок экспозиции является недостаточным для получения достоверных результатов скорости размножения бактерий. Увеличение срока экспонирования склянок с фильтрованной водой до 16 ч приводило к увеличению численности микрофлоры в 2–2.5 раза и больше в 79–89% исследованных проб. За время



Изменение численности бактерий, растущих на МПА, в течение суточной экспозиции изолированных фильтрованных проб воды.

Бактерии, растущие: 1 - на стандартном МПА; 2 - то же на МПА, разбавленном в соотношении 1:10; 3 - то же в соотношении 1:100. По оси ординат - логарифм числа бактерий; по оси абсцисс - время экспозиции склянок с пробами воды, час.

суточной экспозиции количество бактериальных клеток увеличивалось более чем в 2.5 раза в большинстве проб (72-94%). Лишь в единичных опытах наблюдались наиболее интенсивный прирост микробной популяции в фильтрованной воде при 8-часовой экспозиции и сильное замедление его в последующие сроки. Так, 10 июня при 8-часовой экспозиции время генерации бактерий, растущих на МПА, составило 9.57 ч, а при 16- и 24-часовой - 14.55 и 163.44 ч соответственно.

После 16- и 24-часового экспонирования фильтрованных проб воды наблюдается исключительно большой прирост числа колоний, обычный подсчет которых практически становится невозможным. Колонии при этом составляют в диаметре не более 1-2 мм и равномерно распределяются по всей площади чашки Петри. При обильном росте колоний дно чашки делилось на 16 равных секторов, в каждом из которых при помощи стереоскопической лупы просчитывалось по два поля зрения (всего 32 поля зрения). Затем соответствующим образом делался пересчет на всю площадь чашки [5-6]. Прирост бактериальных клеток за 8 ч (табл. 2) невелик и не дает достоверных различий с исходной величиной их численности. Два последующих срока экспонирования (16 ч и 24 ч) показали близкие результаты, особенно при проращивании колоний на стандартной питательной среде. При более низкой температуре воды весной и осенью сапрофитная микрофлора размножалась примерно в 3-4 раза медленнее, чем летом, хотя содержание органического вещества в воде в течение вегетационного периода изменялось не столь существенно.

Время генерации сапрофитной микрофлоры, полученное в Приплотинном плесе (левая пойма), характерно и для всей акватории водохранилища (табл. 3). Так, в июле-августе на различных участках водоема время генерации сапрофитов, растущих на стандартном МПА, колебалось в довольно узких пределах - от 3.23 до 6.68 ч (24-часовая экспозиция). Примерно такие же величины были получены в это время в Приплотинном плесе - (4.60 ± 1.34) ч (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Время генерации бактерий, растущих на стандартном МПА и разбавленном в соотношениях 1 : 10 и 1 : 100 (левая пойма Приплотинного плеса)

Время года	МПА				МПА : 10				МПА : 100			
	8 ч	16 ч	24 ч	8 ч	16 ч	24 ч	8 ч	16 ч	24 ч	8 ч	16 ч	24 ч
Весна-осень	18.60	17.24±5.36	16.99±6.59	-	21.31±12.40	15.08±9.55	15.15	11.92±5.94	20.01±4.76			
Лето	9.57	4.54±1.12	4.60±1.34	7.56	6.53±2.46	5.02±1.47	8.18	5.14±1.26	5.16±1.60			

Т а б л и ц а 3

Количество и время генерации бактерий, растущих на МПА, в воде различных плесов Куйбышевского водохранилища. 1981 г.

Место отбора пробы	Весна			Лето			Осень		
	тыс. кл./мл	час	тыс. кл./мл	час	тыс. кл./мл	час	тыс. кл./мл	час	тыс. кл./мл
Плес:									
Волжский	6.0	18.90	2.6	3.23	3.8	4.47			
Волго-Камский	3.4	9.57	9.3	3.81	18.0	19.48			
Тетюшский	2.1	6.73	2.8	6.68	8.3	2.12			
Ундорский	0.7	-	2.5	3.53	17.7	2.55			
Ульяновский	19.6	-	3.4	3.36	70.8	2.74			
Нововиченский	1.3	5.76	3.4	3.47	14.8	3.45			
Приплотинный	19.7	-	3.6	4.02	6.9	1.88			
Черемшанский залив	47.9	7.98	8.6	4.20	12.6	-			
Среднее	7.5	9.80	4.5	4.03	11.7	5.20			

Весной и осенью полевые работы на всей акватории водохранилища проводились одновременно. На стационаре в Приплотинном плесе весной они были начаты раньше, а осенью закончились позднее. Очевидно, из-за более низкой температуры воды время генерации бактерий в районе стационара по сравнению с водохранилищем очень увеличилось, т.е. бактерии здесь размножались медленнее.

Таким образом, сапрофитная микрофлора в 1981 г. интенсивно развивалась не только на участке стационарных исследований, но и на всей акватории водохранилища. Условия для ее развития в тот период были наиболее благоприятными (большая концентрация в воде биогенных элементов и органического вещества, высокая температура воды), однако достоверный прирост числа микробных клеток в изолированных фильтрованных пробах воды отмечался главным образом через 16-24 ч от начала опыта. Короткие сроки экспонирования (8 ч) не давали достоверного увеличения численности бактерий, поэтому их применение в условиях Куйбышевского водохранилища следует считать нецелесообразным.

Л и т е р а т у р а

1. Г а к Д.З. Бактериопланктон и его роль в биологической продуктивности водохранилищ. М., 1975. 254 с.
2. Г о р б е н к о Ю.А. О наиболее благоприятном количестве „сухого питательного агара” в средах для культивирования морских гетеротрофных микроорганизмов. - Микробиология, 1961, т. 30, вып. 1, с. 168-172.
3. И в а н о в М.В. Метод определения продукции бактериальной биомассы в водоеме. - Микробиология, 1955, т. 24, вып. 1, с. 79-89.
4. П о т а е н к о Ю.С. Численность, биомасса и продукция бактериопланктона. - В кн.: Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л., 1979, с. 80-102.
5. Р о с с о в а Э.Я., Г а р а н Ю.С. К методике количественного учета колоний сапрофитных бактерий. - Гидробиол. журн., 1982, т. 18, № 4, с. 93-95.
6. Ч е п у р н о в а Э.А., Л е б е д е в а М.Н. О статистической обработке данных, полученных методом подсчета бактериальных колоний на чашках. - Гидробиол. журн., 1972, т. 8, № 1, с. 106-110.

Куйбышевская станция
Института биологии внутренних вод
АН СССР

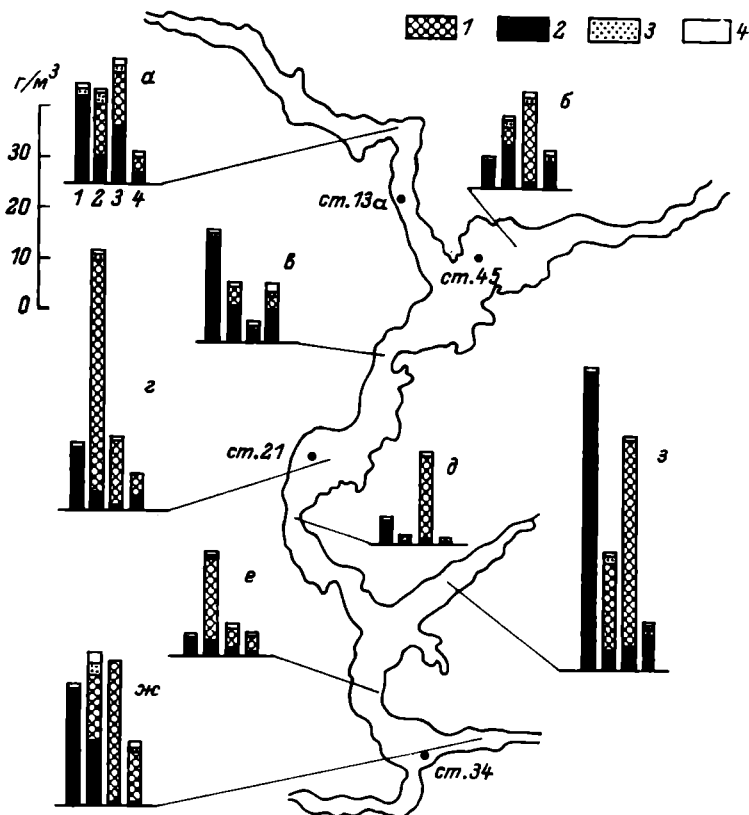
Е.Я. Андросова, И.И. Попченко,
Т.Н. Букова

ФИТОПЛАНКТОН КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1981 Г.

Исследования фитопланктона проводились с мая по сентябрь на постоянных станциях русловых и пойменных частей 7 плесов и Черемшанского залива Куйбышевского водохранилища по общепринятым методикам. Интенсивность фотосинтеза и деструкцию органического вещества определяли скляночным методом в кислородной модификации [1]. Склянки емкостью около 100 мл устанавливали в первой половине светового дня на горизонтах 0 м, 0,25, 0,5, 1–5 (через каждый метр), 10,20, 30 м. Время экспозиции 24 ч. Интенсивность фотосинтеза и деструкцию органического вещества в столбе воды под 1 м² поверхности водоема вычисляли методом интерполяции. Всего собрано и обработано 279 проб фитопланктона и проведено 1540 анализов по определению содержания кислорода.

В планктоне Куйбышевского водохранилища в 1981 г. было обнаружено 460 видовых и внутривидовых таксонов водорослей, в том числе синезеленых – 42, золотистых – 29, диатомовых – 149, желтозеленых – 3, пиррофитовых – 13, эвгленовых – 45, зеленых – 174 (из них вольвоксовых – 31, хлорококковых – 130, десмидиевых – 12, улотриксковых – 1). В распределении видов по продольной оси водоема, как и в предыдущие годы, наблюдалось обеднение их состава по мере продвижения от верховий водохранилища к плотине. В планктоне из синезеленых массовое развитие имели *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk., *M. pulverea* (Wood) Forti emend. Elenk., *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs и представители рода *Anabaena*; из диатомовых доминировали виды родов *Melosira*, *Cyclotella*, *Stephanodiscus*.

В 1981 г. содержание водорослей в планктоне было высоким. По водохранилищу за вегетационный период средняя численность их достигла 43,5 млн. кл./л при биомассе 8,6 г/м³. Соотношение руководящих групп водорослей в планктоне изменилось в сторону увеличения доли синезеленых, биомасса которых в 1981 г. составила 49,5% от общей (в предыдущие годы она составляла 6–30%), и уменьшения таковой диатомовых, что привело к изменению количественных показателей фитопланктона по продольной оси водоема. Так, в Волжском плесе, где ежегодно доминировали диатомовые, среднесезонная биомасса их снизилась до 8,7 г/м³ при среднемноголетней – 15,3 г/м³. На расширениях средней и приплотинной частей водохранилища возросло количество водорослей за счет бурной вегетации синезеленых. Впервые за последние 13 лет зарегистрирована высокая среднесезонная биомасса фитопланктона (10,8 г/м³) на расширенном Ундорском плесе, где среднемноголетняя величина ее составляла 2,7 г/м³. Максимальные за сезон показатели



Сезонная динамика биомассы фитопланктона на плесах водохранилища.

Плеса: а - Волжский, б - Волго-Камский, в - Тетюшский, г - Ундорский, д - Ульяновский, е - Новодевиченский, ж - Приплотинный, з - Черемшанский залив. 1 - май, 2 - июль, 3 - август, 4 - сентябрь.

биомассы были впервые отмечены в Черемшанском заливе - 17.5 г/м^3 (см. рисунок).

В вертикальном распределении фитопланктона прослеживались прямая стратификация летом в период массового развития синезеленых водорослей и обратная стратификация осенью, в сентябре, на станциях 13а и 34 в связи с опусканием синезеленых ко дну. В остальное время водоросли в толще воды распределялись почти равномерно. Скорости продуцирования органического вещества фитопланктоном и его деструкции имеют пространственные различия. Наиболее высокие их показатели были отмечены на среднем и нижнем участках водохранилища: в Ундорском плесе фотосинтез - 4.7 , деструкция - $6.3 \text{ г С/(м}^2 \cdot \text{сут)}$, в Приплотинном плесе

Биомасса (В), валовая первичная продукция (А),
деструкция органического вещества (R),
А/В- и Р/В-коэффициенты фитопланктона
Приплотинного плеса водохранилища

Месяц	В, г/м ²		А, г С/(м ² .сут)		R, г С/(м ² .сут)	
	1	2	1	2	1	2
Май	271.3	20.1	2.11	2.35	12.85	1.52
Июнь	-	8.4	-	2.64	-	2.68
Июль	746.1	17.1	4.99	4.8	4.88	1.62
Август	75.5	8.6	3.02	2.25	2.02	0.66
Сентябрь	18.3	4.5	0.33	0.97	0.6	0.32
Среднее	277.8	12.4	3.08	2.56	4.54	1.47

Т а б л и ц а (продолжение)

Месяц	А/В		Р/В	
	1	2	1	2
Май	0.16	1.54	0.1	1.41
Июнь	-	0.98	-	3.39
Июль	1.02	2.29	0.05	4.42
Август	1.49	3.4	0.33	2.09
Сентябрь	0.55	3.03	0.15	1.72
Среднее	0.68	1.74	0.15	2.03

П р и м е ч а н и е. 1 - русло, 2 - побережье.

соответственно 3.1 и 4.5 г С/(м².сут). В Волжском и Волго-Камском плесах эти процессы шли в 1.5-2 раза медленнее - фотосинтез 2.2-2.4, деструкция - 2.0-2.7 г С/(м².сут). Сезонный ход первичной продукции и деструкции на протяжении вегетационного периода имеет четко выраженный летний максимум, который совпадает с максимальным развитием фитопланктона и приходится на июль.

Основная часть органического вещества продуцируется фитопланктоном в поверхностном 1-2-метровом слое на русловых участках и 2-3-метровом - в побережье. Весной этот процесс затрагивает более глубокие горизонты (до 3 и 6 м соответственно). Особенно резко интенсивность фотосинтеза снижается с глубиной при "цветении" воды синезелеными водорослями. В этих условиях продуцирование органического вещества идет интенсивно в поверхностном 0.1-0.25-метровом слое - 6.6 г С/(м².сут) - и уже на полуметровом горизонте сокращается в 4-5 раз.

Деструкция происходит по всей водной толще. Различия между ее величинами в сезонном аспекте значительны – 0,6–12,8 г С/(м² × сут). Более интенсивно разложение органического вещества идет на глубоководных станциях. Величина продукции несколько выше на мелководье (см. таблицу). При этом в период максимального фотосинтеза, при практически одинаковой его интенсивности, биомасса фитопланктона была значительно ниже в прибрежье. Вероятно, на русловых участках в этот период преобладали нагонные массы *Aphanizomenon flos-aquae*, вызвавшие „цветение“.

Величина отношения валовой продукции фитопланктона к деструкции органического вещества колебалась от 0,1 до 9,4. В среднем на русловых участках различных плесов она составила: Волжского – 0,83, Волго-Камского – 1,12, Ундорского – 0,74, Приплотинного – 0,68. В прибрежной части водохранилища скорость образования органического вещества была выше скорости его разрушения (A/R-коэффициент составил в среднем 1,7).

Величина P/B-коэффициента на русловых участках изменялась от 0,03 до 0,33, а в мелководной зоне до 2,0.

В целом под всей поверхностью водного зеркала водохранилища образовалось 2166,2 тыс. т органического вещества, что соответствует 356,5 г С/м². Деструкции подверглось 1092,5 тыс. т органического вещества, выраженного в углероде, или 179,8 г С/м².

Таким образом, гидрохимические и метеорологические условия 1981 г. способствовали интенсивному развитию фитопланктона, что обеспечило более высокий уровень продуцирования органического вещества по сравнению с предыдущими годами и изменило соотношение продукции и деструкции (тыс. т С) в Куйбышевском водохранилище в целом.

1966 г. (по: [2])		1971 г. (по: [3])		1981 г. (наши данные)	
A	R	A	R	A	R
650	1800	330	828	2166,2	1092,5

Л и т е р а т у р а

1. В и н б е р г Г.Г. Первичная продукция водоемов. Минск, 1960. 328 с.
2. И в а т и н А.В. Первичная продукция и деструкция органического вещества в Куйбышевском водохранилище в 1966 г. – В кн.: Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1970, № 8, с. 15–19.
3. И в а т и н А.В. Продукция фитопланктона и деструкция органического вещества в Куйбышевском водохранилище. – Гидробиол. журн., 1974, т. 10, № 3, с. 65–69.

Куйбышевская станция
Института биологии внутренних вод
АН СССР

В.А. Гошкадера

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ЗООПЛАНКТОНА
КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1981 Г.

В 1981 г. Куйбышевской станцией Института биологии внутренних вод АН СССР продолжались наблюдения за планктоном водохранилища. Пробы отбирались в 4 рейсах в мае, июле, августе и сентябре на 15 постоянных станциях, расположенных по всей акватории водоема. Отбор проб производился 10-литровым планктометром Дьяченко с горизонтов 0, 2, 5 м и далее через каждые 5 м. Профильтрованные пробы затем сливались в одну склянку и фиксировались. Камеральная обработка производилась общепринятым методом [1].

В пробах было обнаружено 82 вида и разновидности планктонных животных, из них коловраток - 44, ветвистоусых - 22, веслоногих - 16. Кроме того, из временных планктеров встречались велигеры дрейссены и глосидии унионид. По материалам, любезно предоставленным В.А. Гавриловой и Е.А. Лепиловой, в 1979 г. в водохранилище было найдено 74 вида, из них коловраток - 30, ветвистоусых - 27, веслоногих - 17. Таким образом, почти в полтора раза возросло число видов коловраток и, напротив, сократилось разнообразие ветвистоусых. Это объясняется многоводностью и повышенной проточностью водоема в 1981 г., которые, по-видимому, способствовали развитию в водохранилище реофильных и депрессии лимнофильных организмов.

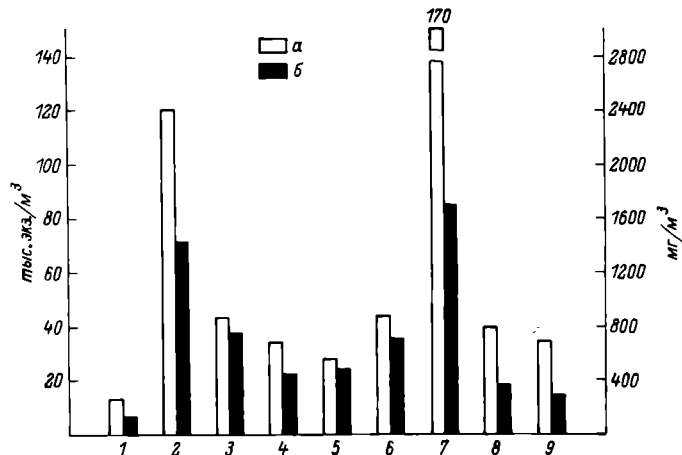
В мае 1981 г. температура воды у поверхности колебалась от 7.6 до 20.0 °C при средней 11.5 °C. В этот период по количеству видов преобладали коловратки и циклопы, наиболее массовыми из них были *Synchaeta* sp., *Brachionus calyciflorus*, *B. angularis*, *Keratella quadrata*, *Cyclops kolensis*, *C. vicinus*, *Acanthocyclops bicuspidatus*. Средняя численность коловраток достигала 10 тыс. экз./м³, биомасса - 55 мг/м³, что составило 63.8% численности и 46.2% биомассы всего зоопланктона (см. таблицу). Второе место по количеству занимали циклопы, их средняя численность достигала 5.5 тыс. экз./м³, биомасса - 59 мг/м³.

В июле водная толща прогрелась до 22.5-26.2 °C у поверхности и в среднем составляла 23.8 °C. В массе появились *Conochilus unicornis*, *Brachionus calyciflorus*, *B. angularis*, *Keratella quadrata*, *Polyarthra major*, *Kellicottia longispina*, *Daphnia longispina*, *D. cucullata*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longispina*, *Bythotrephes longimanus*, *Leptodora kindtii*, *Mesocyclops leuckarti*, *Acanthocyclops vernalis*. По численности все еще преобладали коловратки (46.0%), но по биомассе они составляли не более 2.8% всего зоопланктона. Ведущую роль играли ветвистоусые рачки, биомасса которых составляла

Средняя численность (тыс. экз./м³) и биомасса (мг/м³) зоопланктона водохранилища в 1981 г.

Группа	Май	Июль	Август	Сентябрь	Среднее
Коловратки	$\frac{10.0}{55} \left(\frac{63.8}{46.2} \right)$	$\frac{54.6}{45} \left(\frac{46.0}{21.8} \right)$	$\frac{13.1}{24} \left(\frac{14.0}{2.2} \right)$	$\frac{5.5}{21} \left(\frac{22.0}{9.3} \right)$	$\frac{20.8}{36} \left(\frac{33.6}{4.8} \right)$
Ветвистоусые	$\frac{0.1}{4} \left(\frac{0.7}{3.4} \right)$	$\frac{19.6}{1132} \left(\frac{16.0}{71.1} \right)$	$\frac{28.3}{697} \left(\frac{32.1}{63.7} \right)$	$\frac{4.5}{46} \left(\frac{18.0}{20.2} \right)$	$\frac{13.1}{470} \left(\frac{21.2}{61.8} \right)$
Циклопы	$\frac{5.5}{59} \left(\frac{35.3}{49.7} \right)$	$\frac{43.5}{336} \left(\frac{37.0}{21.2} \right)$	$\frac{42.2}{264} \left(\frac{48.9}{24.0} \right)$	$\frac{10.7}{68} \left(\frac{44.0}{30.1} \right)$	$\frac{25.5}{182} \left(\frac{41.2}{24.0} \right)$
Каляноиды	$\frac{24}{1} \left(\frac{0.2}{0.7} \right)$	$\frac{1.4}{79} \left(\frac{1.0}{4.9} \right)$	$\frac{4.4}{111} \left(\frac{5.0}{10.1} \right)$	$\frac{4.1}{91} \left(\frac{16.0}{40.4} \right)$	$\frac{2.5}{71} \left(\frac{4.0}{9.4} \right)$
В с е г о	$\frac{15.7}{119} \left(\frac{100}{100} \right)$	$\frac{119.2}{1592} \left(\frac{100}{100} \right)$	$\frac{88.1}{1096} \left(\frac{100}{100} \right)$	$\frac{24.9}{226} \left(\frac{100}{100} \right)$	$\frac{62.0}{759} \left(\frac{100}{100} \right)$

П р и м е ч а н и е. Над чертой — численность, под чертой — биомасса, в скобках — процентное отношение численности и биомассы групп по всему зоопланктону.



Средняя численность (а) и биомасса (б) зоопланктона в различных плесах Куйбышевского водохранилища с мая по сентябрь 1981 г.

Плеса: 1 - Камский, 2 - Волжский, 3 - Волго-Камский, 4 - Тетюшский, 5 - Ундорский, 6 - Ульяновский, 8 - Новодевиченский, 9 - Приплотинный; 7 - Черемшанский залив.

71.1%, хотя их численность была невелика (16.0%). Второе место по количественным показателям занимали циклопы, их численность достигала 43.5 тыс. экз./м³ (37.0%), биомасса - 336 мг/м³ (21.0%). Значение каляноид было несущественным, биомасса их составляла 4.9% всего зоопланктона.

Августовский термический режим водохранилища практически не отличался от июльского, средняя температура воды у поверхности составляла 23.1 °C при колебаниях от 22 до 24.5 °C. Наиболее массовыми видами были *Conochilus unicornis*, *Brachionus calyciflorus*, *Keratella quadrata*, *Euchlanis dilatata*, *Trichocerca* sp., *Daphnia longispina*, *D. cucullata*, *Chydorus sphaericus*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Bosmina longispina*, *Moina dubia*, *M. leuckarti*, *Acanthocyclops vernalis*, *Eudiaptomus gracilis*, *Heterocope caspia*. По численности доминировали циклопы (48.9%), по биомассе - ветвистые рачки (63.7%). Количественные показатели коловраток снизились до 14.0% численности и 2.2% биомассы. Количество каляноид возросло до 4.4 тыс. экз./м³ (5.0%), биомасса - до 111 мг/м³ (10.1%).

В сентябре произошло заметное охлаждение водных масс, температура у поверхности колебалась от 13.6 до 18.2 °C при средней 15.9 °C. Значительно сократилось видовое разнообразие зоопланктона. В массе наблюдались *Euchlanis dilatata*, *Polyarthra major*, *Keratella quadrata*, *Brachionus calyciflorus*, *Daphnia longispina*, *Chydorus sphaericus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Acanthocyclops vernalis*, *Eudiaptomus gracilis*.

По биомассе доминировали каляноиды, которые составляли 40.4%, хотя по численности они занимали только третье место (16.0%). Ведущую роль по численности играли циклопы (44.0%), но по биомассе они несколько уступали калянооидам. Резко снизилась численность ветвистоусых рачков. Численность коловраток составляла 22.0%, биомасса - 9.3%.

В 1981 г. впервые в сборах станции единично отмечена *Daphnia pulex* (De Geer), характеризующаяся Сладечком как альфа-мезосапроб [2].

В среднем за период наблюдений численность зоопланктона колебалась от 170 тыс. экз./м³ в Черемшанском заливе, до 13 тыс. экз./м³ в Камском плесе, биомасса - 1691 мг/м³ и 126 мг/м³ соответственно (см. рисунок). На остальных участках водохранилища развитие зоопланктона проходило примерно на одном уровне с некоторым снижением от верхних плесов к нижним. До сих пор остается характерным для зоопланктона снижение его количественных показателей по продольной оси водохранилища от верховья вниз до Приплотинного плеса.

Л и т е р а т у р а

1. К и с е л е в И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Л., 1969, т. 1. 675 с.
2. S l a d e c e k V. Ergebnisse der Limnologie. Stuttgart, 1973. 218 S.

Куйбышевская станция

Института биологии внутренних вод
АН СССР

УДК 574.55 : 574.583

А.Ф. Т и м о х и н а

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И ПРОДУКЦИЯ ЗООПЛАНКТОНА В ПРИПЛОТИННОМ ПЛЕСЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

За вегетационный период 1981 г. в Приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища обнаружен 71 вид: 31 - коловраток, 23 - кладоцер, 11 - циклопид, 6 - каланид. Из них 40 видов являются постоянными компонентами планктона, остальные встречаются эпизодически в незначительных количествах. Характерной особенностью исследованного района является преобладание рачкового планктона, составляющего в среднем 54% численности и 91% биомассы всего зоопланктона. Наиболее многочисленными были *Daphnia longispina*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longispina*, *Mesocyclops leuckarti*, *Cyclops kolensis*, *C. vicinus*,

Acanthocyclops vernalis, *Eudiaptomus gracilis*, *Heteroscope caspia*. Существенная роль коловраток в зоопланктоне отмечена лишь в мае и июле (табл. 1).

С мая по август численность и биомасса зоопланктона увеличивались, в сентябре – резко снижались. Максимальный пик количества зоопланктона, отмеченный в августе, создавали летние формы, главным образом *Daphnia longispina*, *Mesocyclops leuckarti*, *Chydorus sphaericus*, что является особенностью 1981 г. Обычно максимальные показатели количества характерны для мая–июня за счет массового размножения весенних форм, в частности *Cyclops kolensis*, *C. vicinus*, *Asplanchna priodonta* и др. Слабое развитие видов весеннего комплекса в 1981 г., очевидно, обусловлено аномально высокой температурой воды в весенне–летний период.

В сезонной динамике численности отдельных систематических групп только у коловраток отмечено два пика – в мае и в июле, у остальных групп один пик – в августе. Средняя численность зоопланктона за весь вегетационный сезон составляла 128 тыс. экз./м³, что значительно превышает соответствующие показатели предыдущих лет; биомасса была на уровне прошлых лет (около 1 г/м³). Высокая численность зоопланктона связана с развитием в больших количествах мелких форм – *Mesocyclops leuckarti*, *Chydorus sphaericus*, *Synchaeta* spp. и др.

Динамика продукционных процессов в основном отражала картину сезонных изменений численности и биомассы зоопланктона. С мая по август происходило возрастание величины продукции, в августе она достигла максимальных значений, а с сентября началось снижение ее показателей (табл. 2). Основную роль в продуцировании органического вещества играла небольшая группа организмов – *Brachionus calyciflorus*, *Euchlanis dilatata*, *Synchaeta* spp., *Daphnia longispina*, *Cyclops kolensis*, *C. vicinus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Acanthocyclops vernalis*, *Eudiaptomus gracilis*. Значение других видов в создании продукции невелико. В среднем за май–сентябрь суммарная продукция составляла 16.4 ккал/м³, из которой на долю мирного зоопланктона приходилось 77%. Такое же соотношение мирных и хищных зоопланктеров наблюдали в аномально теплый 1975 г. В отличие от холодных лет, когда в мае–июне основу продукции составляли хищные циклопы, в 1981 г. в указанные месяцы доля мирных и хищных зоопланктеров была примерно равной, а с июля по сентябрь преобладал мирный зоопланктон.

Коэффициент экологической эффективности (P_x/P_M) составлял 30%, что характерно для водоемов с достаточно высоким притоком аллохтонного органического вещества. Такой же коэффициент экологической эффективности отмечен в 1975 г.

Данные по рационам, рассчитанные для двух трофических уровней зоопланктона, показывают, что наибольшая напряженность в трофических связях существует в мае, июне и сентябре, когда рационы хищников в 2–3.7 раза превышают продукцию мирного зоопланктона

Т а б л и ц а 1

Сезонная динамика численности (тыс. экз./м³) и биомассы (мг/м³) зоопланктона

Группа	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Rotatoria	24.4 (49.7) 101.8 (16.9)	15.4 (27.1) 38.8 (5.4)	67.5 (35.0) 65.9 (5.5)	44.6 (20.9) 80.9 (4.9)	22.4 (17.5) 39.9 (6.4)
Cladocera	0.1 (0.2) 4.4 (0.7)	6.2 (10.9) 224.3 (31.1)	7.8 (4.1) 750.2 (62.3)	24.9 (11.7) 740.6 (45.6)	18.9 (14.8) 225.2 (36.0)
Cyclopoida	24.5 (49.8) 491.1 (81.6)	31.7 (56.0) 412.5 (57.2)	51.6 (26.8) 175.7 (14.6)	107.2 (50.5) 543.9 (33.4)	45.9 (35.9) 204.9 (32.8)
Calanoida	0.2 (0.3) 4.3 (0.7)	1.4 (2.6) 45.1 (6.2)	7.9 (4.1) 160.1 (13.2)	9.9 (4.6) 237.2 (14.6)	9.5 (7.4) 126.7 (20.3)
Veliger Dreissena	-	1.9 (3.4) 1.7 (0.2)	57.7 (30.0) 51.9 (4.4)	26.2 (12.3) 23.6 (1.5)	31.3 (24.4) 28.2 (4.5)
В с е г о	49.2 601.6	56.6 721.7	192.6 1203.8	212.9 1626.2	128.1 624.9

П р и м е ч а н и е. Над чертой - численность, под чертой - биомасса, в скобках - процентное отношение численности и биомассы групп ко всему зоопланкtonу.

Т а б л и ц а 2

Продукция (Р) и Р/В-коэффициенты зоопланктона, кал/м³

Группа	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Май-сентябрь
Rotatoria	196 0.1	229 30	636 0.1	426 -	175 -	1662 30
Cladocera	0.7 -	527 79	3239 230	3459 66	387 5	7613 380
Cyclopoida	131 215	374 843	192 464	1114 1282	353 599	2164 3403
Calanoida	4.1	41.1	300	544	288	1177
В с е г о	332 215	1171 952	4367 694	5543 1348	1203 604	12616 3813

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 3: над чертой - мирный зоопланктон, под чертой - хищный зоопланктон.

Т а б л и ц а 3

Рационы зоопланктона за вегетационный период, кал/м³

Группа	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Май- сентябрь
Rotatoria	<u>613</u> 0.5	<u>717</u> 125	<u>1859</u> 0.5	<u>1396</u> -	<u>547</u> -	<u>5132</u> 126
Cladocera	<u>2.2</u> -	<u>1649</u> 247	<u>10123</u> 719	<u>8687</u> 206	<u>1210</u> 17	<u>21671</u> 1189
Cyclopoida	<u>410</u> 1250	<u>1168</u> 3893	<u>491</u> 2267	<u>3449</u> 5560	<u>1103</u> 2554	<u>6621</u> 15524
Calanoida	<u>14</u> -	<u>129</u> -	<u>937</u> -	<u>1673</u> 63	<u>899</u> -	<u>3652</u> 63
В с е г о	<u>1039</u> 1250	<u>3663</u> 4265	<u>13410</u> 2986	<u>15205</u> 5829	<u>3759</u> 2571	<u>37076</u> 16902

(табл. 3). Отношение рациона хищников к продукции мирного зоопланктона в среднем за вегетационный сезон составляло 132%. Это дает основание предположить, что энергия, создаваемая мирными видами, практически полностью рассеивается внутри сообщества зоопланктона.

По продукции и рационам рассчитано количество пищи, которое может быть потреблено рыбами. Эта реальная продукция, определенная как сумма продукции мирного и хищного зоопланктона, за вычетом рациона хищников, составила 1.8 ккал/м³, или, с учетом средней глубины Приплотинного плеса (16 м), - 28.8 ккал/м².¹ Примерно такая величина реальной продукции была указана для 1975 г., что дает основание для предположения о сходных в эти годы условиях для откорма рыб-планктофагов.

Рассчитанные для сообщества в целом коэффициенты K_1 и K_2 представляют собой отношение продукции сообществ организмов к количеству пищи, потребленной и ассимилированной мирным зоопланктоном, и составили соответственно 5% и 8%. Довольно низкие показатели K_1 и K_2 для всего сообщества зоопланктона свидетельствуют о малой эффективности использования зоопланктоном потребленного и усвоенного корма на прирост, что объясняется значительной численностью хищных циклопов в течение всего вегетационного сезона.

Куйбышевская станция

Института биологии внутренних вод АН СССР.

¹

При расчете реальной продукции учитывалась ориентировочная величина продукции простейших.

Т.Е. Е ж о в а

К ВОПРОСУ О ВЕРТИКАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЗООПЛАНКТОНА В ПРИПЛОТИННОМ ПЛЕСЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

С мая по сентябрь 1981 г. в Приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища изучалось вертикальное распределение массовых видов коловраток, ветвистоусых и веслоногих рачков.

Пробы зоопланктона отбирали двумя типами батометров (10-литровый Дьяченко и 5-литровый Дьяченко-Кожевникова) на 2 станциях, удаленных друг от друга на 300 м, с горизонтов 0, 2, 5 м и 8-10 м (дно) еженедельно в 10 ч утра. За период наблюдений собрано и обработано по общепринятой методике 129 проб.

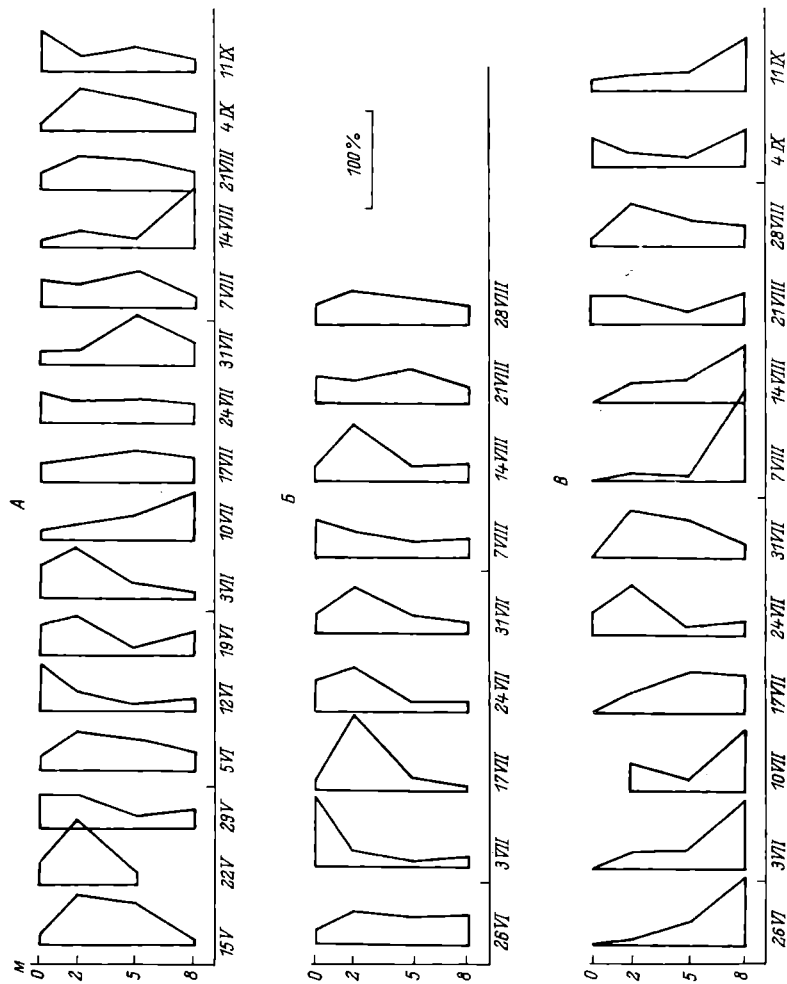
Известно, что коловратки независимо от времени суток создают наибольшие концентрации в поверхностных слоях воды [1, 2]. Наиболее массовым видом *Rotatoria* в районе наших исследований была *Synchaeta* spp. За весь период наблюдений максимальное количество этого вида коловраток в большинстве случаев отмечалось в слое 0-5 м, глубже 5 м численность его резко снижалась. Сходное распределение имела *Polyarthra dolichoptera*. В конце мая-начале июня в планктоне доминировал *Brachionus calyciflorus*. В основном он концентрировался в придонных слоях. *Keratella cochlearis* и *Polyarthra major* распределялись по всей толще воды с преобладанием в слое 0-2 или 0-5 м, и только в отдельных случаях более высокая их плотность наблюдалась на 5-8 м. В течение всего вегетационного сезона в водоеме встречалась *Keratella quadrata*. Чаше она присутствовала в слое 0-2 м, а в наиболее жаркий период (июль-начало августа) пик численности этого вида сдвигался на 5 или 8 м (рис. 1, А). Наибольшие скопления *Euchlanis dilatata* образовывались в поверхностном слое (0-2 м), глубже 5 м коловратки встречались в незначительных количествах.

Изученные нами виды *Rotatoria* предпочитали 0-2- или 0-5-метровую глубину и довольно редко преобладали в более глубоких слоях.

Сведения о вертикальном распределении ветвистоусых невелики и разноречивы [1, 3, 5, 7]. Анализируя вертикальное распределение ветвистоусых, большинство авторов не выделяет их возрастных стадий [1, 5, 7].

Наши наблюдения показали, что ювенильные особи *Daphnia longispina* и *D. cucullata* обычно концентрируются в слое 0-2 м. Половозрелые рачки предпочитают более глубокие слои или сосредотачиваются на дне, реже в слое 2-5 м (рис. 1, Б, В). *Chydorus sphaericus* почти равномерно распределяется по всей толще воды с некоторым преобладанием у поверхности.

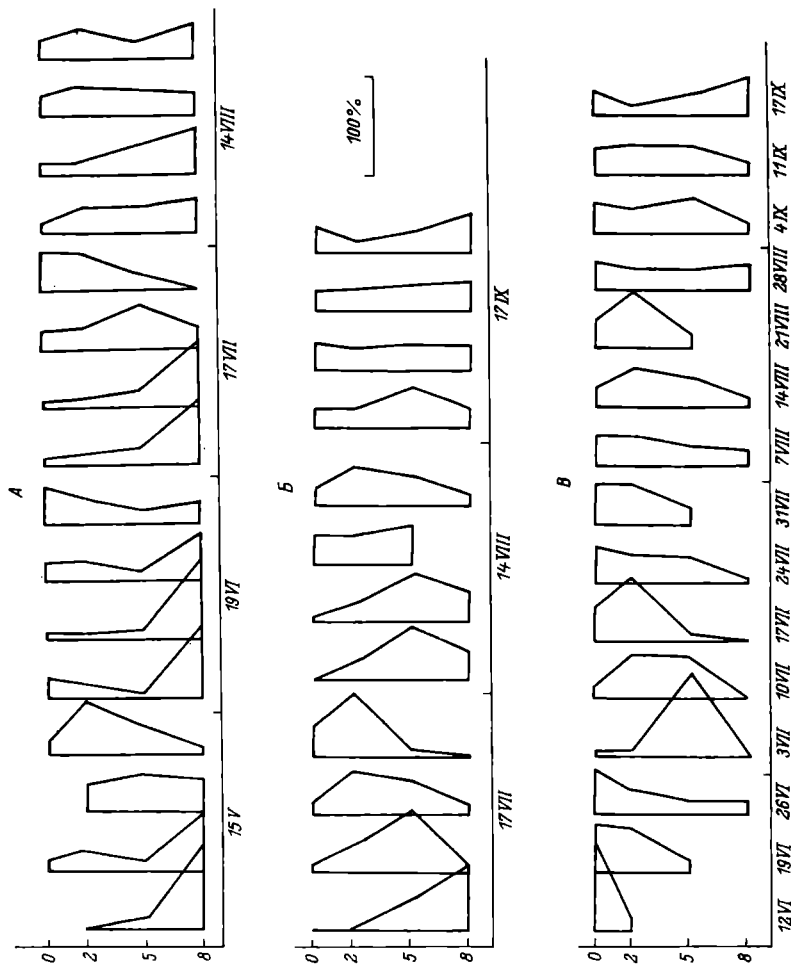
Рис. 1. Вертикальное распределение *Keratella quadrata* (А), ювенильных особей *Daphnia longispina* и *D. cucullata* (Б), половозрелых особей *D. longispina* и *D. cucullata* (В).



По оси ординат — горизонты; по оси абсцисс — дата отбора проб. Масштаб — процент от общей численности во всем столбе воды.

Рис. 2. Вертикальное распределение возрастных стадий циклопов (А), каланид (Б); науплиусов каланид (В).

1 — вертикальное распределение самок и самцов, 2 — то же копеподитов III-У стадий, 3 — то же копеподитов I-II стадий, 4 — то же науплиусов.



Вертикальное распределение циклопов *Cyclops vicinus*, *C. kolensis*, *Acanthocyclops vernalis* и *Mesocyclops leuckarti* прослежено на всех возрастных стадиях. Обнаружено сходное распределение копеподитных стадий у всех рассмотренных видов. Численность взрослых особей возрастала с увеличением глубины. В мае практически все самцы и самки концентрировались у дна. В июне, июле, сентябре основная их масса находилась у дна, лишь незначительная часть половозрелых особей отмечена во всей толще. В августе самцы и самки почти равномерно распределялись по всей толще. Сходное вертикальное распределение имели рачки старших возрастных стадий (III–V) копеподитов. Копеподиты I–II стадий в большинстве случаев создавали максимум численности на 5-метровой глубине или у дна, реже сосредоточивались у поверхности. Науплиусы циклопов встречались на всех глубинах, но максимальная их численность отмечалась в поверхностном слое (0–2 м) (рис. 2, А). По литературным данным [3], циклопы (*Cyclops vicinus*, *Acanthocyclops vernalis*, *Mesocyclops leuckarti*) в течение суток рассеиваются более или менее равномерно по всей толще воды, хотя *Cyclops vicinus* в придонных слоях встречается редко. У *Mesocyclops leuckarti* взрослые копеподитные стадии (V и VI) приурочены в летнее время к верхним горизонтам [6].

Из каланид в период наших наблюдений в массе развивались *Eudiaptomus gracilis* и *HeterosCOPE caspia*. Эти виды – отчетливые мигранты. В Куйбышевском водохранилище их основные миграции совершаются в пределах эпилимниона [3, 4]. Во время наблюдений мы обнаружили, что взрослые особи каланид приурочены к придонным слоям в первой половине дня. Наибольшая численность копеподитов III–V стадий сосредоточивается на глубине 5 м или у дна, а копеподитов I–II стадий – на глубине 2–5 м (рис. 2, Б). Науплиусы в основном скапливаются в верхнем 2-метровом слое воды. В конце августа–начале сентября они равномерно распределяются во всей толще воды. Во второй половине сентября максимальная численность их отмечена в придонном слое (рис. 2, В).

Таким образом, в первой половине светового дня половозрелые особи копепод преимущественно скапливаются в придонных слоях, старшие копеподиты – в более верхних слоях, а науплиусы и ранние копеподиты предпочитают поверхностные слои.

Наблюдения показали, что в вертикальном распределении массовых видов зоопланктона существует видовая специфика возрастных стадий, что вертикальное распределение их зависит от сезона и от биологических особенностей зоопланктеров.

Л и т е р а т у р а

1. Белова И.В., Константинов А.С. Вертикальное распределение зоопланктона в Волге у Саратова. – Тр. комит. экспедиции Саратов. ун-та по изучению Волгоградского и Саратовского водохранилищ, 1975, вып. 4, с. 52–60.

2. Г и л я р о в А.М., М а т в е е в В.Ф., С а г а й д а ч - н ы й А.Ю. Исследование распределения пресноводного зоопланктона при помощи корреляционного анализа. - Докл. АН СССР, 1975, т. 224, № 4, с. 947-949.
3. Д з ю б а н Н.А., У р б а н В.В. О вертикальной миграции зоопланктона в Куйбышевском водохранилище. - В кн.: Биологические продукционные процессы в бассейне Волги. Л., 1976, с. 103-111.
4. М а л о в и ц к а я Л.М. Биология диаптомид: Автореф. дис.... канд. биол. наук. Л., 1962. 22 с.
5. М а н у й л о в а Е.Ф. Биология *Daphnia longispina* в Рыбинском водохранилище. - Тр. биол. ст. „Борок“, 1958, вып. 3, с. 236-248.
6. М о н а к о в А.В. Основные черты биологии циклопов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Борок, 1959. 23 с.
7. Ш е р б а к о в А.П. Продуктивность зоопланктона Глубокого озера. - Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва, 1956, т. 7, с. 17-21.

Куйбышевская станция
Института биологии внутренних вод
АН СССР

УДК 574.522 : 591.524.12

А.Ф. Т и м о х и н а

РОСТ И РАЗМНОЖЕНИЕ ПЛАНКТОННЫХ РАКООБРАЗНЫХ В ПРИПЛОТИННОМ ПЛЕСЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В мае-сентябре 1981 г. в Приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища были проведены исследования по росту и размножению наиболее массовых видов зоопланктона, в том числе *Daphnia longispina*, *Chydorus sphaericus*, *Sida crystallina*, *Cyclops vicinus*, *C. kolensis*, *Mesocyclops leuckarti*, *Acanthocyclops vernalis*, *Eudiaptomus gracilis*, *Heteroscope caspia*, *Eurytemora velox*, составляющих в среднем за вегетационный период 48% численности и 84% биомассы всего зоопланктона. Серии наблюдений за развитием рачков проведены на стационаре в условиях, максимально приближенных к естественным, по ранее описанной методике [4, 5].

Рост и развитие. В опытах установлено, что удельная скорость роста, рассчитанная по Шмальгаузену [6], меняется в течение индивидуальной жизни и значительно колеблется по сезонам. У кладоцер максимальные ее значения наблюдаются до наступления половой зрелости. После первого помета скорость роста постепенно снижается (табл. 1). У копепоид довольно высокие значения удельной скорости роста отмечены в науплиальный период. Рост и развитие

Т а б л и ц а 1

Показатели скорости роста планктонных ракообразных

Вид	Стадия зрелости	Май, 7-12 °C	Июнь, 12-21 °C	Июль, 21-24 °C	Август, 22-24 °C	Сентябрь, 18-22 °C
<i>Daphnia longispina</i>	juv. ad.	- -	0.075 0.018	0.097 0.012	0.092 0.026	0.065 -
<i>Chydorus sphaericus</i>	juv. ad.	- -	- -	- -	0.094 0.006	0.055 0.012
<i>Sida crystallina</i>	juv. ad.	- -	- -	0.124 0.017	0.117 0.021	0.125 0.033
<i>Cyclops kolensis</i>	naup.	0.069	0.065	-	-	-
<i>C. vicinus</i>	"	-	0.038	0.095	-	-
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	"	-	0.056	-	0.044	0.051
<i>Acanthocyclops vernalis</i>	"	-	-	0.109	0.049	-
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	"	-	0.122	0.118	0.061	0.065
<i>Eurytemora velox</i>	"	-	0.091	-	-	-

Т а б л и ц а 2

Продолжительность развития отдельных стадий *Copepoda*, сут

Вид	Срок наблюдений	t, °C	Науплиусы	Коллеподиты				
				I	II	III	IV	V
<i>Cyclops kolensis</i>	16 V-30 VI	7-23	10-17	4	3	3	14	-
<i>C. vicinus</i>	3 VI-23 VII	12-27	7-18	3	2	2	2	2
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	8 VI-29 VIII	14-27	8-14	2	2	2	2	3
<i>Acanthocyclops vernalis</i>	7 VI-15 VII	23-24	7-13	1	1	2	1	1
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	25 VI-28 VII	20-27	4-8	3	3	2	5	4
<i>Eurytemora velox</i>	9 VI-6 VII	20-23	4-8	2		1	2	2

науплиусов и копепоидитов мы изучали во время подъема численности популяций. В науплиальный период отмечена высокая смертность рачков (70–90%), на копепоидитных стадиях смертность обычно не превышала 21%.

Известно, что продолжительность метаморфоза в значительной степени определяется температурным фактором [3]. Однако, по нашим данным, подопытные рачки при одинаковой температуре среды развивались с различной скоростью. Например, продолжительность развития науплиусов одного выводка *Cyclops kolensis* от яйца до копепоидита I стадии составляла от 13 до 25 сут. Особенно велики различия в скорости роста у науплиусов, взятых от разных самок, что, возможно, обусловлено разнокачественностью яиц. Отдельные выводки отличались чрезвычайно замедленным развитием. Большинство особей из этих выводков жили без заметных признаков роста и метаморфоза до 26 сут, затем погибали. Средняя продолжительность науплиального периода у 8 видов *Copepoda* составляла от 7 до 17 сут с минимальными ее показателями (4–8 сут) у каланид (табл. 2).

Из особенностей развития копепоидитов следует отметить различия в скорости роста и продолжительности отдельных стадий. У большинства исследованных видов *Copepoda* средняя продолжительность каждой из первых трех копепоидитных стадий составляет 1–3 сут. Сроки существования IV–V копепоидитных стадий у некоторых видов значительно удлинялись. Большинство рачков *Cyclops kolensis* на IV стадии жило до 24 сут, и ни один из них в период наблюдений не перешел в V стадию. Задержка в развитии этих рачков, по-видимому, связана с недостатком пищи или с качественной ее неполноценностью.¹ Особи других циклопов достаточно быстро росли и достигали половой зрелости. Средняя продолжительность копепоидитной стадии развития у *Acanthocyclops vernalis* составляла 6 сут, у *Eurytemora velox* – 9 сут, у *Cyclops vicinus* и *Mesocyclops leuckarti* – 11 сут, у *Cyclops kolensis* – более 24 сут. Весь метаморфоз от вылупления науплиуса до половозрелости рачка у большинства *Copepoda* составлял 13–29 сут и был менее продолжителен, чем в предыдущие годы, что обусловлено аномально высокой температурой воды данного года. Большинство рачков, достигших в опытах половой зрелости, имели равное соотношение полов, за исключением *Mesocyclops leuckarti*, у которого 70% составляли самцы.

Размножение. Основными показателями интенсивности размножения служили длительность эмбрионального развития, частота пометов и плодовитость. Из изученных нами кладоцер раньше других половой зрелости достигал *Chydorus sphaericus*, первый помет которого отмечен на 4–5-е сутки жизни. Продолжительность эмбриогенеза

¹ В наших опытах рачки содержались в воде из водоема, профильтрованной через мельничный газ, пропускающий лишь мелкие организмы.

Таблица 3

Индивидуальная плодовитость рачкового планктона в 1981 г.

Вид	Число измерений	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
<i>Daphnia longispina</i>	248	18,2±1,8	11,7±0,8	4,6±0,3	3,2±0,2	1,8±0,1
<i>Chydorus sphaericus</i>	110	-	-	-	2,0	2,0
<i>Sida crystallina</i>	249	-	-	-	11,8±0,5	5,8±0,5
<i>Cyclops kolensis</i>	109	62,1±2,9	50,0±3,1	-	-	-
<i>C. vicinus</i>	124	71,3±2,2	71,8±2,7	35,0±4,1	-	-
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	231	25,7±2,1	24,5±1,2	18,8±1,2	19,5±1,2	-
<i>Acanthocyclops vernalis</i>	67	-	81,4±5,8	57,6±3,8	59,7±4,4	-
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	98	-	27,0±4,8	22,5±1,2	14,1±0,5	-
<i>Eurytemora velox</i>	14	-	48,6±3,8	-	-	-
<i>Heterocope caspia</i>	32	-	-	25,0±0,5	23,4±1,5	-

у этого вида не превышает 2 сут. *Sida crystallina* становится половозрелой на 5-6-е сутки, а первое потомство дает на 6-8-е сутки. У *Daphnia longispina* образование яиц в выводковой камере происходит на 7-8-е сутки жизни, первый помет - на 9-10-е сутки. Соответственно скорости эмбрионального развития наибольшее число пометов (7) за 10 сут отмечено у *Chydorus sphaericus*, *Sida crystallina* за такой же период дает 6, а *Daphnia longispina* - 5 пометов.

У *Cyclops vicinus*, *Mesocyclops leuckarti* и *Acanthocyclops vernalis* первые яйцевые мешки появлялись через сутки после подсадки к ним самцов. Из литературы известно [1], что последующие яйцевые мешки могут образовываться без оплодотворения, но в дальнейшем такие яйца не развиваются и резорбируются. По нашим наблюдениям, у большинства самок циклопов, живущих в изоляции от самцов, появляется 3-4 пары, у *Mesocyclops leuckarti* - 6-7 пар яйцевых мешков без повторного оплодотворения с нормальным эмбриогенезом. Затем число яиц в яйцевых мешках значительно сокращается и последние часто сбрасываются рачками. Продолжительность эмбрионального развития (от появления яйцевых мешков до вылупления науплиусов) составляла 2-5 сут.

Максимальное число пометов (4) за 10 сут среди Copepoda отмечено у *Acanthocyclops vernalis* и *Mesocyclops leuckarti*, у остальных - не более 2-3 пометов. Из литературы [2] также известно, что у оплодотворенной самки каланид образуется только один яйцевой мешок и каждый последующий мешок появляется только после повторного оплодотворения. В опытах повторное образование яйцевых мешков у самок *Eudiaptomus gracilis* и *Eurytemora velox* происходило на 4-8-е сутки после подсадки

к ним самцов. В отдельных случаях у *E. velox* последующие яйцевые мешки появлялись без повторного оплодотворения, но обычно они сбрасывались через сутки. Следует заметить, что каланиды плохо размножаются в экспериментальных условиях. Самки, оплодотворенные в опытных условиях, обычно сбрасывают образовавшиеся яйцевые мешки или вынашивают их продолжительное время. При этом самки отличаются низкой индивидуальной плодовитостью. Число яиц в яйцевых мешках обычно не превышает 5, что не характерно для каланид, размножающихся в естественных условиях.

Индивидуальная плодовитость большинства видов, показателем которой служило среднее число яиц в одной кладке одной яйценосной самки, колебалась в широких пределах. У циклопов число яиц в одной кладке составляло 6-144, у кладоцер - 1-45, у каланид - 4-70. Максимальные показатели плодовитости характерны для начального периода появления популяций в водоеме. В последующие месяцы плодовитость постепенно снижается (табл. 3). Исключение составляет *Chydorus sphaericus*, плодовитость которого постоянна в течение всей его жизни в водоеме. У *Daphnia longispina* и *Sida crystallina* отмечена тенденция к возрастанию плодовитости по мере увеличения длины тела самок.

Л и т е р а т у р а

1. М а з е п о в а Г.Ф. Биология пелагического рачка *Cyclops kolensis* Lill. в озере Байкал. - Тр. лимнол. ин-та. М.; Л., 1963, т. 1(21), ч. 2, с. 73-84.
2. М а л о в и ц к а я Л.М. Биология диаптомид *Eudiaptomus gracilis* Sars и *E. graciloides* (Lill.) Рыбинского водохранилища: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1962. 22 с.
3. Р ы л о в В.М. Ракообразные. М.; Л., 1948, т. 3, вып. 3. 318 с. (Фауна СССР).
4. Т и м о х и н а А.Ф. Динамика численности и продукция популяций массовых видов циклопов в верхней части Саратовского водохранилища. - Науч. докл. высш. школы. Биол. науки, 1978, № 5, с. 41-46.
5. Т и м о х и н а А.Ф. Рост, размножение и продукция некоторых *Cladocera* Саратовского водохранилища. - В кн.: Биология, морфология и систематика водных беспозвоночных. Л., 1980, с. 96-102.
6. Ш м а л ь г а у з е н И.И. Определение основных понятий и методика исследований роста. - В кн.: Рост животных. М.; Л., 1935, с. 35-48.

Куйбышевская станция
Института биологии внутренних вод
АН СССР

А.Ф. Т и м о х и н а

ПЛОДОВИТОСТЬ ПЛАНКТОННЫХ РАКООБРАЗНЫХ
В КУЙБЫШЕВСКОМ И САРАТОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩАХ

Планктонные ракообразные играют значительную роль в биологической продуктивности водоемов. В Приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища и в верхней части Саратовского водохранилища, где проводились исследования, они составляют в среднем за вегетационный период 70–90% численности и 80–98% биомассы зоопланктона. Плодовитость служит одним из показателей интенсивности размножения, ее величина входит в расчет продукции для определения доли генеративного роста в общем балансе энергии как на организменном, так и на популяционном уровне.

В настоящем сообщении излагаются данные по определению абсолютной и относительной плодовитостей у наиболее массовых видов клadoцер и копепоид. Абсолютную плодовитость мы принимали равной среднему числу яиц, отложенных самкой за один помет. Относительная плодовитость – отношение абсолютной плодовитости, выраженной в весовых единицах, к массе тела самки [6]. Массы яйценосных самок *Daphnia longispina*, *D. cucullata* и копепоид находили по уравнениям, описанным нами ранее [7], для видов *Bosmina* sp., *Chydorus sphaericus* и *Sida crystallina* – по литературным источникам [2] с использованием данных длины тела этих рачков в районе наших наблюдений. Массы яиц определены по формуле объема шара. Подсчет плодовитости проводили в мае–сентябре 1974–1977, 1981 гг. Плодовитость определена у 3390 экз. рачков.

Исследованные ракообразные имеют в большинстве своем высокую плодовитость в начальный период появления в водоеме, в последующие месяцы она уменьшается. Наиболее четко эта тенденция проявляется у видов, обитающих в водоеме длительное время.¹ Подобное явление отмечено для рачкового планктона в других водоемах [1]. Высокие показатели плодовитости рачков часто связывают с высокой скоростью роста и малой численностью популяций в ранний период или с более крупными размерами самок в первых генерациях [4]. По нашим данным, отрицательная связь плодовитости и численности отмечена лишь у *Daphnia longispina* в первой половине лета. Максимальная плодовитость этого рачка характерна для мая, когда численность его популяции минимальная. В июне–июле происходит увеличение численности, а плодовитость соответственно снижается. У других изученных видов определенной связи между плодовитостью и численностью не выявлено.

¹ Исключением является *Chydorus sphaericus*, у которого плодовитость постоянна в течение всей жизни.

Т а б л и ц а 1
Сезонные изменения длины тела (мм) и абсолютной плодовитости
(экз. в одном помете) планктонных ракообразных

Вид	Число из- мерений	Май, 5-15 °C	Июнь, 11-22 °C	Июль, 17-25 °C	Август, 19-24 °C	Сентябрь, 17-21 °C
<i>Daphnia longispina</i>	893	1.52 ± 0.04 14.3 ± 1.2	1.52 ± 0.01 9.5 ± 0.3	1.50 ± 0.01 4.1 ± 0.1	1.28 ± 0.02 3.2 ± 0.2	1.23 ± 0.03 2.8 ± 0.2
<i>D. cucullata</i>	82	-	0.93 ± 0.03 4.5 ± 0.4	0.93 ± 0.03 2.8 ± 0.2	-	-
<i>Sida crystallina</i>	296	-	-	-	2.19 ± 0.04 11.8 ± 0.5	1.91 ± 0.04 5.8 ± 0.5
<i>Bosmina longirostris</i>	102	0.48 ± 0.02 9.3 ± 0.8	0.41 ± 0.01 4.4 ± 0.3	0.38 ± 0.02 2.4 ± 0.3	-	-
<i>B. longispina</i>	230	0.75 ± 0.01 12.3 ± 0.9	0.81 ± 0.01 11.8 ± 0.6	0.92 ± 0.01 11.6 ± 1.2	0.65 ± 0.02 4.0 ± 0.2	0.63 ± 0.02 3.1 ± 0.3
<i>B. coregoni</i>	63	-	0.65 ± 0.01 7.5 ± 0.5	0.53 ± 0.04 3.4 ± 0.6	-	0.50 ± 0.03 3.9 ± 0.9
<i>Chydorus sphaericus</i>	300	-	0.32 ± 0.01 2	0.31 ± 0.01 2	0.30 ± 0.01 2	0.29 ± 0.01 2
<i>Acanthocyclops vernalis</i>	123	-	1.33 ± 0.01 86.7 ± 3.8	1.28 ± 0.01 60.3 ± 2.3	1.14 ± 0.02 60.9 ± 4.2	-
<i>Cyclops kolensis</i>	231	1.28 ± 0.01 55.5 ± 1.9	1.31 ± 0.01 42.3 ± 2.4	-	-	-
<i>C. vicinus</i>	242	1.59 ± 0.01 62.0 ± 1.6	1.70 ± 0.01 66.7 ± 2.0	1.62 ± 0.05 35.0 ± 3.9	-	-
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	386	0.95 ± 0.01 31.8 ± 2.5	0.98 ± 0.01 27.4 ± 1.3	0.99 ± 0.01 24.3 ± 0.9	0.88 ± 0.01 19.9 ± 1.1	-
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	378	-	-	1.42 ± 0.02 17.2 ± 0.4	1.28 ± 0.01 15.7 ± 0.4	1.28 ± 0.01 12.8 ± 0.7
<i>Heteroscope caspia</i>	43	-	-	1.50 ± 0.06 31.3 ± 4.1	1.51 ± 0.02 22.7 ± 1.3	-

П р и м е ч а н и е. Над чертой - длина тела, под чертой - плодовитость.

Т а б л и ц а 2

Параметры, связывающие длину тела и плодовитость у
Cladocera

Вид	Коэффициент		Предел измерения	
	<u>a</u>	<u>b</u>	длины	плодовитости
<i>Daphnia longispina</i>	2.088	1.654	0.93-2.02	1-44
<i>Bosmina longispina</i>	15.517	2.439	0.54-1.10	1-28
<i>B. longirostris</i>	12.763	0.981	0.29-0.83	2-13
<i>B. coregoni</i>	21.282	2.527	0.44-0.83	2-14
<i>Sida crystallina</i>	1.618	1.769	1.58-3.33	1-31

Анализ сезонных изменений размерной структуры самок показал, что от весны к осени у большинства видов происходит уменьшение средней длины тела самок (табл. 1). Исключение составляют *Bosmina longispina* и *Mesocyclops leuckarti*, у которых к лету средние размеры самок несколько увеличиваются, а к осени снижаются. Абсолютная плодовитость зоопланктеров каждой размерной группы колеблется в широких пределах. Например, у *Daphnia longispina* от 1 до 44 экз. в одном помете, у *Cyclops kolensis* от 16 до 106, у *C. vicinus* от 40 до 110 экз. в одном помете. Однако по осредненным данным отмечена тенденция к возрастанию плодовитости с увеличением длины тела самок, что можно видеть на примере кладоцер, для которых получено уравнение вида: $E = \underline{a} \underline{l}^{\underline{b}}$, где E - число яиц в кладке; \underline{l} - длина тела, мм; \underline{a} , \underline{b} - коэффициенты.

С помощью коэффициентов уравнений (табл. 2) для 5 видов кладоцер можно рассчитать плодовитость для любого размера рачков в пределах указанного для них диапазона без трудоемкого подсчета числа яиц в кладке самки. Таким образом, можно предположить, что одной из причин снижения плодовитости является уменьшение размеров самок в последующих генерациях.

У ветвистоусых рачков наиболее высокая плодовитость отмечена у *Daphnia longispina* и *Bosmina longispina*, у циклопид - у *Acanthocyclops vernalis*, а у каланид - у *Eurytemora velox*. Следует заметить, что плодовитость циклопов в районе наших наблюдений значительно выше, чем в Волгоградском водохранилище [3]. Показатели плодовитости у *Eudiaptomus gracilis* примерно такие же, как в Волгоградском водохранилище и в оз. Балатон [8], но значительно ниже, чем в Рыбинском водохранилище [5].

Чтобы оценить долю генеративных продуктов от массы самки, необходимо знать относительную плодовитость. Показатели сырой массы самок и их яйцекладок и относительной плодовитости у разных систематических групп колеблются в широких пределах (табл.3).

Т а б л и ц а 3

Относительная плодовитость планктонных ракообразных

Вид	Масса, мг			Относительная плодовитость, %
	самки	яйца	яйцекладки	
<i>Daphnia longispina</i>	0.272	0.0026*	0.0177	7
<i>D. cucullata</i>	0.079	0.0042	0.0113	14
<i>Sida crystallina</i>	0.676	0.006*	0.0456	7
<i>Bosmina longirostris</i>	0.015	0.001*	0.0043	29
<i>B. longispina</i>	0.080	0.0013*	0.0112	14
<i>B. coregoni</i>	0.033	0.001*	0.0049	15
<i>Chydorus sphaericus</i>	0.004	0.0006*	0.0012	30
<i>Acanthocyclops vernalis</i>	0.083	0.0002	0.0138	17
<i>Cyclops kolensis</i>	0.090	0.0004	0.0196	22
<i>C. vicinus</i>	0.144	0.0008	0.0437	30
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	0.048	0.0002	0.0052	11
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	0.078	0.0008	0.0122	16
<i>Heterocope caspia</i>	0.110	0.0007	0.0189	17
<i>Eurytemora velox</i>	0.130	0.0004	0.0201	15

* Масса яиц рассчитана по [1].

У мелких клadoцер относительная доля генеративных продуктов значительно больше, чем у крупных, у циклопов тесной связи между относительной плодовитостью и размерами тела самок не обнаружено. Наиболее высок этот показатель у крупного *Cyclops vicinus*. У каланид относительная плодовитость в среднем не превышает 17%. Несмотря на значительные различия относительной плодовитости у отдельных видов, в среднем для всех изученных видов доля генеративных продуктов составляет 1/6 часть от сырой массы самок. Ту же цифру указывает З.А. Романова [6] для морских изопод.

Самки клadoцер могут давать в течение жизни до 20 пометов, циклопов — до 10 и более; следовательно, у большинства изученных нами ракообразных генеративный рост в процессе воспроизводства органического вещества значительно преобладает над соматическим.

1. А н д р о н и к о в а И.Н. Продукция зоопланктона. – В кн.: Биологическая продуктивность озера Красного и условия ее формирования. Л., 1976, с. 160–178.
2. Б а л у ш к и н а Е.В., В и н б е р г Г.Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных. – В кн.: Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л., 1979, с. 58–79.
3. В ь ю ш к о в а В.П. О плодовитости Copepoda Волгоградского водохранилища. – Зоол. журн., 1971, т. 50, вып. 10, с. 1580–1582.
4. Л е б е д е в а Л.И. Рост, размножение и продукция клadoцер водохранилищ: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1968. 15 с.
5. М а л о в и ц к а я Л.М. Биология диаптомид Eudiaptomus gracilis Sars и E. graciloides (Lill.) Рыбинского водохранилища: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1962. 17 с.
6. Р о м а н о в а З.А. Плодовитость и калорийность равноногих ракообразных в период размножения. – В кн.: Энергетические аспекты роста и размножения водных беспозвоночных. Минск, 1975, с. 114–118.
7. Т и м о х и н а А.Ф. Динамика численности и продукция популяций массовых видов циклопов в верхней части Саратовского водохранилища. – Науч. докл. высш. школы. Биол. науки, 1978, № 5, с. 41–46.
8. Z a n k a i N.P. Az Eudiaptomus gracilis (Copepoda, Calanoida) szaporulata a Balatonban. – Hidrol. kozl. Budapest, 1981, vol. 61, N 1, p. 34–39.

Куйбышевская станция
Института биологии внутренних вод
АН СССР

УДК 574.56

Е.П. Р о м а н о в а, Л.Ф. Б о н д а р е н к о

КАЛОРИЙНОСТЬ РАКООБРАЗНЫХ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

С мая по сентябрь 1981 г. в Приплотинном плесе отбирали пробы для определения калорийности ракообразных Куйбышевского водохранилища. Планктеров отлавливали сетью Джеди, бентических ракообразных – скребком-ловушкой. Рачков разбирали по видам и измерениям, мизид взвешивали на торзионных весах по общепринятой методике, сырую массу зоопланктеров рассчитывали по формулам, предложенным Е.В. Балушкиной и Г.Г. Винбергом [1]. Затем орга-

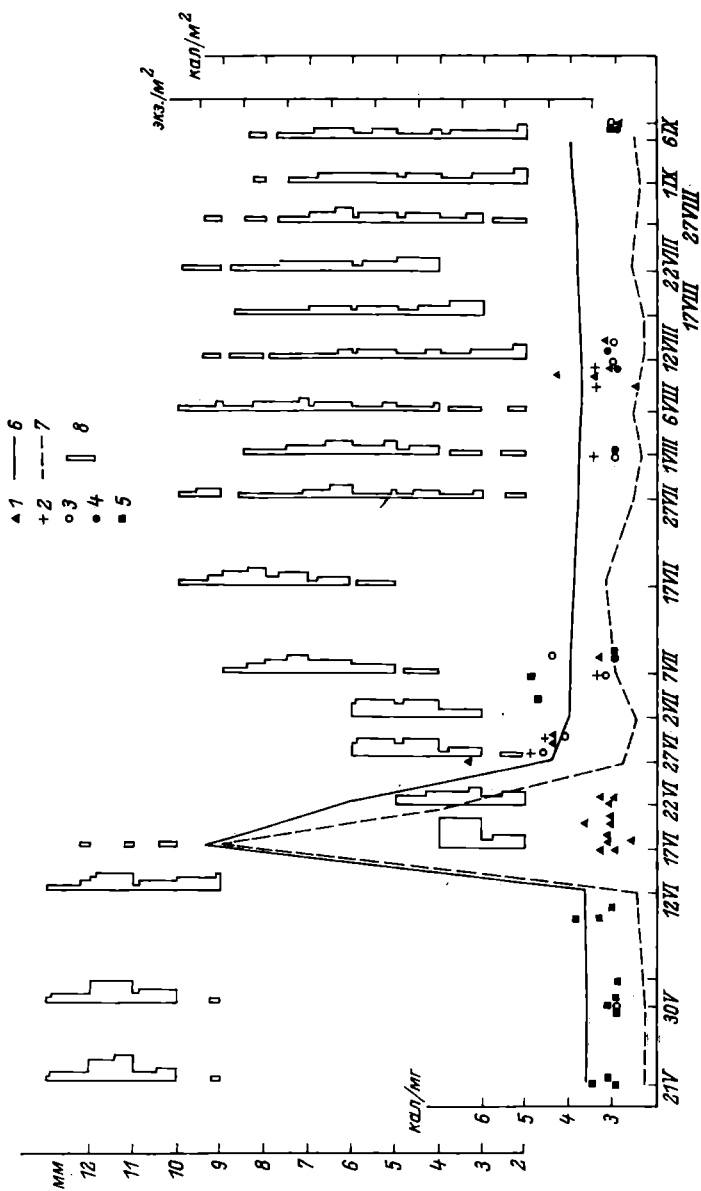


Рис. 1. Размерный состав, численность и калорийность популяции *Paramysis intermedia*.

Калорийность (ккал/мг) мизид размером: 1 - 2.1-6.0 мм, 2 - 6.1-7.0, 3 - 7.1-8.0, 4 - 8.1-9.0, 5 - 9.1-12 мм; 6 - численность, экз./м²; 7 - энергетическая характеристика популяции, ккал/м²; 8 - возрастная структура популяции, 10% содержания особей данного размера. По оси ординат: слева - размеры и калорийность мизид, справа - численность и калорийность популяции; по оси абсцисс - дата отбора проб.

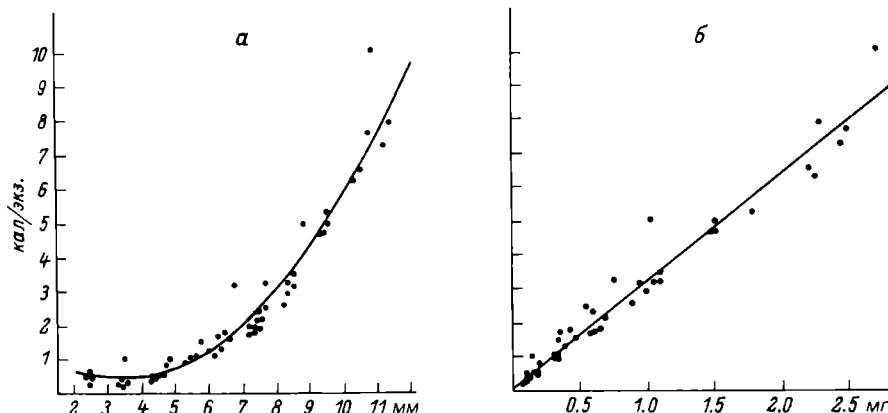


Рис. 2. Зависимость энергетического эквивалента от длины (а) и сухой массы (б).

низмы высушивали в сушильном шкафу при 50–60 °С в течение 24 ч. Калорийность определяли методом бихроматного окисления [3]. Для расчетов брали оксикалорийный коэффициент 4.0 кал/мг O_2 [3]. Зольность рассчитывали после прокаливании в муфельной печи при 500–600 °С в течение 4–5 ч (2–3 повторности).

Среди бентических ракообразных калорийность определена у *Paramysis intermedia* Czern и *P. ullskyi* Czern. Интродукция мизид в водохранилище была осуществлена в 1957–1966 гг. В настоящее время мизиды встречаются по всему водоему и представляют собой одну из наиболее ценных в кормовом отношении групп бентоса [2].

За вегетационный период калорийность *P. intermedia* в среднем составила 3.3–4.5 кал/мг сухой массы. Наиболее высокая калорийность отмечена в конце июня–начале июля (рис. 1). Калорийность меняется с изменением возрастной структуры популяции для мизид первой генерации. Для мизид второй и третьей генераций подобной картины не наблюдается, так как изменение численности мизид было незначительным и в популяции присутствовали в примерно равном количестве разновозрастные особи.

С увеличением массы *P. intermedia* калорийность его несколько повышается, наиболее высока она у особей размером 6–9 мм. Связано это с изменением калорийности во время роста и пищевым фактором. Особи размером 12–13 мм отобраны в мае. Это рачки зимней генерации, для которых пищевые условия были менее благоприятны. Калорийность крупных мизид может также снижаться за счет увеличения доли хитиновых оболочек. Например, у мизид размером 7–8 мм зольность составила 6.7–7.7%, а у мизид 12–13-миллиметровых – 9.7–11.8% от сухой массы.

Калорийность *P. ullskyi* определяли в конце мая–июне, показатели ее близки к таковым для *P. intermedia* (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Калорийность, зольность и энергетический эквивалент *P. ullskyi*

Длина тела, мм	Количество проб	Сырая масса, мг	Сухая масса, мг	Отношение сухой массы к сырой, %	Зольность, %	Калорийность, кал/мг	Калорийный эквивалент, кал/экз.
12.1-13.0	8	18.1	6.7	37.1	10.0	3.52	23.63
15.1-16.0	3	27.5	10.8	39.1	9.0	2.98	32.04
16.1-17.0	5	36.6	7.5	20.5	9.5	3.70	27.81
17.1-18.0	6	44.5	10.4	23.3	10.3	3.83	39.68
18.0-19.0	6	54.0	13.6	25.1	9.9	3.61	48.90
22.1-23.0	3	73.0	14.1	19.3	11.6	3.68	51.77

Для мизид Куйбышевского водохранилища рассчитан энергетический эквивалент, т.е. калорийность одного экземпляра (сухая масса). Для *P. intermedia* методом наименьших квадратов рассчитаны формулы, отражающие зависимость энергетического эквивалента от этих параметров (рис. 2).

$$W_e = 1.979 - 0.883 l + 0.127 l^2, \quad (1)$$

где l — длина особи, мм; W_e — энергетический эквивалент, кал/экз.

$$W_e = 0.101 + 3.177 W_1, \quad (2)$$

где W_1 — сухая масса, мг. Методом χ^2 („хи“-квадрат) оценено соответствие экспериментальных данных расчетным и установлено, что оно между этими величинами достаточно велико.

На основании полученных формул, зная плотность популяции и ее возрастную структуру, можно в течение сезона в энергетических единицах оценить популяцию *P. intermedia* (рис. 1). Максимальные энергетические характеристики совпадают с максимальной численностью мизид, приходящейся на середину июня. В остальное время эти характеристики зависят в большей степени от возрастной структуры популяции.

Определена калорийность 8 массовых видов зоопланктеров Куйбышевского водохранилища (табл. 2). Наиболее высока она у хищников (циклопов и битотрефов): 5-6 кал/мг сухой массы; у фильтраторов-дафний и хидорусов калорийность значительно меньше. Высокую калорийность босмин, по-видимому, можно объяснить тем, что в популяции было много яйценосных самок. Калорийность яйценосных циклопов и дафний на 10-13% выше, чем неяйценосных. В табл. 2 представлены рассчитанные энергетические эквиваленты зоопланктеров.

Данные по калорийности ракообразных Куйбышевского водохранилища близки к данным, приводимым в литературе [3, 4]. Полученные величины калорийности ракообразных в зависимости энерги-

Т а б л и ц а 2

Сухая масса, калорийность, зольность и энергетические эквиваленты массовых зоопланктеров

Вид	Пол, стадия зрелости	Число проб	Длина тела, мм	Сырая масса, мкг	Сухая масса, мкг	Отношение сухой массы к сырой, %	Зольность, %	Калорийность, кал/мкг	Калорийный эквивалент, кал/экз.
<i>Daphnia longispina</i> O.F. Müller	♀ ova.	8	1.40	172.2	30.0±3.5	17.4	-	4.02±0.11	120.6
<i>D. longispina</i>	♀, 6/ ova.	6	1.40	172.2	30.0±3.5	17.4	22.15	3.64±0.23	109.2
<i>D. longispina</i> juv.	juv.	8	0.20	2.0	0.2	10.0	19.5	3.27±0.25	0.7
Среднее		4	-	-	-	-	-	3.77±0.11	-
<i>Bosmina longispina</i> Leidig	♀ ova.	5	0.61	23.6	13.6±1.7	57.7	9.9	4.77±0.24	64.9
<i>B. longispina</i>	♀, ova., 6/ ova.	12	-	-	13.6±1.7	-	-	4.82±0.24	65.6
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller)		2	-	-	-	-	-	3.56	-
<i>Bythotrephes longimanus</i> Leidig		24	1.72	360.9	55.4±16.1	15.3	8.6	5.17±0.12	286.4
<i>Cyclops vicinus</i> Uljan, C. kolensis Lill.	♀ ova.	2	1.84	180.3	24.0±4.8	11.6	5.2	6.18	148.3
<i>C. vicinus</i> , <i>C. kolensis</i>	♀, 6/ ova., у стадия	3	1.22	57.0	7.4±2.1	13.1	5.2	5.48±0.17	96.9
<i>C. vicinus</i> , <i>C. kolensis</i>	III-IV стадия	7	1.13	44.6	8.17±1.7	18.3	-	5.10±0.28	64.8
<i>C. vicinus</i> , <i>C. kolensis</i>	I-II стадия	2	0.7	12.4	-	-	6.0	4.99	-
Науплий циклопид		2	-	-	-	-	-	5.45	-
<i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fisch)	♀, V стадия	2	1.61	146.2	13.7±2.7	9.8	3.9	5.40±0.18	74.0
<i>A. vernalis</i>	IV-V стадия	13	1.48	122.0	11.7±1.7	9.6	3.9	4.67±0.20	54.6
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus)	♀, ♂, у стадия	13	0.90	23.4	6.0±2.6	-	3.6	5.07±0.17	30.4

ческих эквивалентов от длины тела и массы могут быть использованы при оценке кормовой базы рыб водохранилища.

Л и т е р а т у р а

1. Балущкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных. – В кн.: Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л., 1979, с. 58–78.
2. Бородин Н.Д., Гавлена Ф.К. Распространение мизид в Куйбышевском водохранилище. – В кн.: Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1970, № 7, с. 52–56.
3. Гигиняк Ю.Г. Калорийность водных беспозвоночных животных. – В кн.: Общие основы изучения водных экосистем. Л., 1979, с. 43–56.
4. Шерстюк В.В. Энергетическая оценка кормовых ракообразных. – Гидробиол. журн., 1980, т. 16, № 6, с. 92–93.

Куйбышевская станция
Института биологии внутренних вод
АН СССР

УДК 595.383.3

Н.Д. Бородин, Л.Ф. Бондаренко

О БИОЛОГИИ МИЗИД КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Мизиды начинают концентрироваться в прибрежной зоне весной, вскоре после освобождения водоема ото льда, при температуре воды около 3 °С. При температуре 7–10 °С происходит оплодотворение рачков, а при 14–17 °С они начинают размножаться. Поэтому сроки появления молоди весной в зависимости от температурных условий изменяются в широких пределах.

В 1981 г. весна была холодной. Среднемесячная температура воды в мае составляла 6,2 °С, что на 1,5 °С ниже средней для этого месяца за последние 10 лет. Яйценосные самки начали встречаться в водоеме только 29 мая, молодь – после 17 июня. При отмечавшейся в этот период температуре воды 10–17 °С для развития эмбрионов потребовалось около 18 сут. Отрождение молоди у *Paramysis intermedia* продолжалось 10 сут, у *P. ullskyi* большая часть рачков появилась в течение 7 сут. Отдельные экземпляры встречались в водоеме до 7 июля. Дальнейшее развитие мизид при среднемесячной температуре в июле 23,2 °С (сумма тепла 719,2 градусодня) протекало очень быстро. Через 21 сут после отрождения молоди в популяции *P. ullskyi* появились яйценосные самки, а в популяции *P. intermedia* они уже составляли 60%.

Т а б л и ц а 1

Абсолютная плодовитость мизид в 1981 г.

Вид	Размер самок, мм	Количество зародышей	
		среднее	максимальное
Paramysis inter- media	7.1-8.0	11	21
	8.1-9.0	13	25
	9.1-10.0	17	29
	10.1-11.0	20	28
	11.1-12.0	22	31
	12.1-13.0	25	35
P. ullskyi	11.1-12.0	17	23
	12.1-13.0	19	25
	13.1-14.0	24	33
	14.1-15.0	24	38
	15.1-16.0	25	36
	16.1-17.0	27	44
	17.1-18.0	31	50
	18.1-19.0	38	53
	19.1-20.0	41	69
	20.1-21.0	53	65
	21.1-22.0	56	71
	22.1-23.0	57	79

27 июля, т.е. через 40 сут, в водоеме была обнаружена молодь второго поколения *P. intermedia*, а 1 августа, через 45 сут, молодь *P. ullskyi*.

Особи одного помета при рождении имели одинаковый размер: *P. intermedia* — 2.0 мм, *P. ullskyi* — 2.2 мм. Однако уже через 5 сут начала проявляться разница в скорости роста отдельных рачков. Одни из них (53.8%) через 5 сут достигли 4 мм, другие (46.2%) — 3 мм. Первых мы условно назвали „быстрорастущими“, вторых — „медленнорастущими“. Наибольших размеров (9 мм) некоторые рачки из группы „быстрорастущих“ достигли через 30 сут, а из группы „медленнорастущих“ — через 50 сут.

Яйценосные самки в первой группе появились через 40 сут при размере 8 и 9 мм, во второй — через 45 сут при размере 8 мм. Таким образом, определившаяся в самом начале разница в скорости роста организмов сохранялась в течение всей их жизни.

Развитие мизид в июле и августе 1981 г. протекало значительно быстрее, чем в весенний период, и рачки начали размножаться при меньшей длине тела. Если весной основная масса самок имела размеры 11.1-12.0 мм, то в июле и августе преобладали яйценосные самки размером 7.1-8.00 мм. В 1968 г. при средней температуре воды в июле 19.5 °С и средней сумме тепла 604.5 градусо-дней, а в августе при 18.5 °С и 573.5 градусо-днях мизиды развивались медленнее и к моменту размножения успевали достичь 8.1-9.0 мм.

Таблица 2

Сезонные изменения отдельных показателей структуры популяций *Paramysis intermedia* и *P. ullskyi*

Вид	Месяц	Средняя температура воды, °C	Яйценосные самки		Среднее количество яиц на 1 яйценосную самку	Относительная популяционная плодовитость	Плотность популяции
			численность, %	средний размер, мм			
<i>Paramysis intermedia</i>	Май	6.2	89.4	11.4	22.1	1.9	5.5
	Июнь	17.3	11.0	11.4	22.0	1.9	386.7
	Июль	23.2	9.8	8.2	12.4	1.5	42.3
	Август	22.8	9.7	7.7	11.0	1.4	30.0
	Сентябрь	17.5	5.4	7.9	11.4	1.4	86.6
<i>P. ullskyi</i>	Май	6.2	93.3	17.4	31.4	1.8	22.4
	Июнь	17.3	41.0	17.6	33.1	1.9	167.4
	Июль	23.2	10.6	13.4	24.3	1.8	33.0
	Август	22.8	6.1	12.7	20.5	1.6	23.7
	Сентябрь	17.5	4.8	12.9	21.4	1.6	61.6

Развитие рачков второго поколения протекало еще быстрее, чем первого. Так, „быстрорастущие“ особи *P. ullskyi* завершили свое развитие за 27 сут (1 августа отродились, 27 августа дали потомство), а „быстрорастущие“ особи *P. intermedia* — за 31 сут (27 июля отродились, 27 августа дали потомство). Заметных различий в среднемесячной температуре и среднемесячной сумме тепла в июле и августе не наблюдалось (в июле — 23.2 °C и 719 градусо-дней, в августе — 22.8 °C и 706.8 градусо-дней). Однако в начале июля в момент отрождения рачков первого поколения наблюдалось колебание среднесуточных температур в пределах 4 °C, тогда как в первой половине августа во время появления молоди второго поколения она удерживалась на одном уровне — около 25 °C. Видимо, в период наиболее интенсивного роста организмов (первые дни после отрождения молоди) температура оказывает особенно большое влияние на скорость их дальнейшего развития.

В условиях жаркого лета 1981 г. со средней температурой воды в июле и августе около 23 °C мизиды успели дать в Приплотинном плесе три, а часть „быстрорастущих“ особей — даже четыре генерации.

Абсолютная плодовитость, являющаяся одним из показателей состояния популяции, была в 1981 г. у обоих видов выше (табл. 1), чем в более холодные предшествующие годы [1], и мало отличалась от плодовитости этих видов в Северном Каспии и Цимлянском водохранилище [2-4].

Количество яиц, приходящееся на одну яйценосную самку, и относительная популяционная плодовитость также характеризовались высокими показателями (табл. 2). Что же касается размеров яйценосных самок, то они в предшествующие годы были крупнее, так как

в условиях более высоких температур 1981 г. развитие мизид протекало быстрее и начинали размножаться самки меньших размеров.

Продукция мизид, рассчитанная методом Бойсен-Иенсена, у первого поколения *P. intermedia* составила 1.2 г/м^2 , $P/B=6.4$; у *P. ullskyi* – 2.4 г/м^2 , $P/B=14.5$. Плотность популяции второго поколения из-за ухудшения условий существования, вызванного бурным цветением синезеленых водорослей, и выедания рыбой уменьшилась в 5–9 раз. Продукция у *P. intermedia* снизилась до 0.13 г/м^2 , у *P. ullskyi* до 0.47 г/м^2 , P/B -коэффициенты – соответственно до 3.7 и 2.7.

Для третьего поколения рассчитать продукцию нам не удалось, но, судя по количеству отродившейся молоди, она должна была составить не менее 1.5 г/м^2 . Тогда суммарная продукция обоих видов мизид за сезон составляет $5.5\text{--}6.0 \text{ г/м}^2$, что значительно выше продукции рачков в предыдущие годы. Например, в 1976 г. при средней сумме тепла в мае–сентябре 2431 градусодней мизиды имели две генерации и их продукция составляла 4.25 г/м^2 . В 1978 г., отличавшемся от предшествующих лет низкими температурами, особенно в мае и июне (214 и 420 градусодней), мизиды успели дать одну генерацию. Их численность в течение всего сезона исчислялась единицами экземпляров на квадратный метр, а продукция составляла 0.11 г/м^2 .

Таким образом, температура оказывает влияние на темп роста, количество генераций, плодовитость, численность мизид и их продукцию.

Л и т е р а т у р а

1. Б о р о д и ч Н.Д., Г а в л е н а Ф.К. Распространение *P. intermedia* в Куйбышевском водохранилище и некоторые стороны ее биологии. – В кн.: Проблемы изучения и рационального использования биологических ресурсов водоемов. Материалы Первой конференции по изучению водоемов бассейна Волги. Куйбышев, 1971, с. 167–174.
2. Д е р ж а в и н А.Н. Мизиды Каспия. Баку, 1939. 92 с.
3. М и р о ш н и ч е н к о М.П. Размножение и рост мизид в Цимлянском водохранилище. – Тр. Волгоград. отд-ния Гос. н.-и. ин-та реч. и озер. рыб. хоз-ва, 1974, т. 8, с. 91–96.
4. О с а д ч и х В.Ф. Биология и экология северокаспийских мизид. – Тр. Касп. н.-и. ин-та морского рыб. хоз-ва и океанографии, 1963, т. 42, с. 3–11.

Куйбышевская станция
Института биологии внутренних вод
АН СССР

А.Ф. Тимохина, А.В. Иватин,
Л.А. Выхристюк, В.И. Попченко,
И.И. Попченко

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОТОКА ЭНЕРГИИ В ЭКОСИСТЕМЕ ПРИПЛОТИННОГО ПЛЕСА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Комплексные стационарные исследования, проведенные в 1981 г., дали возможность составить ориентировочную схему продукционного процесса в Приплотинном плесе за период с 14 мая по 24 сентября.

По гидрометеорологическим условиям 1981 г. был аномально жарким с большим дефицитом осадков. Среднегодовая температура воздуха в г. Тольятти была на 7.2°C выше нормы. От весны к лету происходило интенсивное нарастание температуры воздуха и воды. Высокие температуры воды ($23\text{--}25^{\circ}\text{C}$) сохранялись в течение июня–августа. В июне–июле термоклин находился на глубине 3–5 м, и только к началу августа в результате перемешивания водной массы произошел равномерный прогрев воды до глубины 10 м.

В поступлении аллохтонного органического вещества в Куйбышевское водохранилище основную роль играют главные его притоки – Волга и Кама. С мая по сентябрь в Куйбышевское водохранилище поступило 1624 ккал/м^2 , или 6800 кДж/м^2 , органического вещества, почти половина которого (46%) приходилась на май. Концентрация органического вещества в Приплотинном плесе была в пределах, характерных для всего водохранилища. Отмечены относительно низкие величины отношения перманганатной окисляемости к бихроматной (20–40), что свидетельствовало о преобладании устойчивых к окислению органических соединений водного гумуса. Сброс органического вещества из водохранилища за исследованный период составил 1218 ккал/м^2 , или 5102 кДж/м^2 .

Основным продуцентом органического вещества в Куйбышевском водохранилище является фитопланктон. Из-за больших колебаний уровня воды высшая водная растительность в водохранилище развита очень слабо и занимает незначительную площадь. В связи с этим можно предположить, что ее роль в круговороте органического вещества в водоеме мала. С середины мая по июль основу фитопланктона составляли диатомовые водоросли с незначительной примесью зеленых. С середины июля заметно возрастала доля синезеленых, а в августе и сентябре они стали доминирующими. Биомасса фитопланктона в течение вегетационного сезона значительно колебалась. В ее сезонном цикле отмечено 3 подъема – майский и июльский, которые обусловлены вегетацией диатомовых, с биомассами 25 и 31 г/м^2 и августовский – за счет синезеленых, с биомассой 13 г/м^2 . Валовая первичная продукция с мая по сентябрь (132 сут) составила 3345 ккал/м^2 , или $14\,008\text{ кДж/м}^2$. Аллохтонное органическое вещество в сумме с первичным органическим веществом – энергетиче-

Сообщество	В	Р	Р/В	K ₂	Р	Р/В	А	С
Фитопланктон	$\frac{10.0}{42}$	$\frac{2676}{11204}$	268	-	$\frac{669}{2802}$	67	$\frac{3345}{14008}$	-
Бактерио- планктон	$\frac{4.8}{20}$	$\frac{596}{2495}$	124	0.3	$\frac{1362}{5702}$	284	$\frac{1958}{8198}$	-
Зоопланктон: мирный	$\frac{5.6}{23}$	$\frac{106}{442}$	17	0.4	$\frac{162}{678}$	26	$\frac{268}{1122}$	$\frac{422}{1767}$
хищный	$\frac{2.2}{9}$	$\frac{26}{110}$	12	0.3	$\frac{61}{255}$	28	$\frac{87}{364}$	$\frac{109}{456}$
Зообентос: мирный	$\frac{26.8}{112}$	$\frac{73}{306}$	2.6	0.25	$\frac{215}{900}$	8	$\frac{288}{1205}$	$\frac{360}{1507}$
хищный	$\frac{0.12}{0.5}$	$\frac{0.1}{0.4}$	0.6	0.2	$\frac{0.4}{2}$	3	$\frac{0.5}{2}$	$\frac{0.6}{3}$

П р и м е ч а н и е. В - биомасса; Р - продукция; Р - траты на дыхание; А - ассимилированная пища; С - рацион. Над чертой - энергия в ккал/м², под чертой - то же в кДж/м².

ческая основа для всех последующих трофических уровней - составило 4969 ккал/м², или 20 804 кДж/м². Следует отметить, что в отличие от предыдущих лет в 1981 г. в составе органического вещества преобладала автохтонная составляющая. За вегетационный период величина фотосинтеза фитопланктона превышала деструкцию органического вещества. Отношение деструкции к валовой первичной продукции составляло 0.6. Сходные соотношения указанных величин отмечены В.И. Романенко [1] для отдельных участков евтрофного Цимлянского водохранилища. Необычное для Куйбышевского водохранилища преобладание фотосинтеза над деструкцией, возможно, обусловлено спецификой года и района исследований: жаркое безветренное лето, малая проточность, сравнительно небольшая глубина в районе наблюдений.

Как известно, общая деструкция органического вещества в толще воды складывается из дыхания растительных и животных организмов. Дыхание фитопланктона составляет 20% от валовой первичной продукции. За период наших наблюдений ассимилированная фитопланктоном энергия (669 ккал/м², или 2801 кДж/м²) использовалась им на дыхание, остальная часть (2676 ккал/м², или 11 204 кДж/м²) - на образование биомассы фитопланктона (см. таблицу). Главная роль в деструкции органического вещества принадлежит бактериопланктону. Его дыхание за вегетационный период составило 1362 ккал/м²,

или 5702 кДж/м^2 , т.е. 56% от суммарной деструкции. Энергетические траты на дыхание у бактериопланктона превышали его продукцию в 2,3 раза. Особенно высокая активность бактериопланктона в деструкции органического вещества проявлялась в мае-июне, затем непрерывно снижалась к сентябрю. Бактерии же в процессе жизнедеятельности трансформировали и разрушали 1958 ккал/м^2 , или 8198 кДж/м^2 , органического вещества. Первичное органическое вещество аллохтонного и автохтонного происхождения, не разрушенное бактериопланктоном (3011 ккал/м^2 , или $12\,606 \text{ кДж/м}^2$), могло служить источником питания зоопланктону, поступать в донные отложения и выноситься из водохранилища.

Основу биомассы и продукции зоопланктона составляли мирные представители, которые за май-сентябрь создали вторичную продукцию – 106 ккал/м^2 ; хищные – 26 ккал/м^2 , или соответственно 444 и 109 кДж/м^2 .¹ Рацион мирного зоопланктона, к которому были отнесены *Cladocera* (исключая *Leptodora* и *Bythotrephes*), мирные *Rotatoria*, половина *Asplanchna*, молодь циклопов, каланиды и *Protozoa*, составил 422 ккал/м^2 , или 16% от чистой продукции фитопланктона. Основным источником пищи мирного зоопланктона служат бактерии, детрит и мелкие водоросли. По данным об элиминации бактерий сделана попытка рассчитать обеспеченность зоопланктона бактериальной пищей. В мае, июне и сентябре, в период малой численности зоопланктона, пищевые его потребности были значительно ниже количества элиминированных бактерий. Можно предположить, что в эти месяцы бактерии не только полностью обеспечивали пищевые потребности мирного зоопланктона, но и потреблялись хищным зоопланктоном, рационы которого в это время значительно превышали продукцию мирных зоопланктеров. В июле-августе, в период максимального развития зоопланктона, бактерии обеспечивали его пищевые потребности на 50%. Разница между рационом мирного зоопланктона и выеданием им бактерий составила 162 ккал/м^2 , что, возможно, соответствует количеству фитопланктона, потребляемого мирным зоопланктоном. Эта величина составила 6% чистой продукции фитопланктона. Отношение рациона хищников к продукции мирного зоопланктона за период наших наблюдений было равно единице, что свидетельствует о напряженных трофических связях в сообществах, принадлежащих к двум трофическим уровням. Наиболее напряженные трофические связи были в мае, июне и сентябре, когда мирный зоопланктон обеспечивал пищевые потребности хищников лишь на 27, 28 и 47% соответственно. Более благоприятными для хищников были условия в июле, когда 68% продукции мирного зоопланктона удовлетворяли их пищевые потребности. Реальная продукция зоопланктона (сумма мирных и хищных зоопланктеров за вычетом рациона последних), представляющая кормовую базу для рыб, составляла 23 ккал/м^2 , или 96 кДж/м^2 .

Часть органического вещества из водной толщи поступает на дно и подвергается процессу минерализации, в котором большую роль

¹ В составе продукции мирного зоопланктона учтены простейшие.

играют бактерии. Суммарная деструкция в грунте за период с мая по сентябрь составляла около 134 ккал/м^2 . Эта величина оказалась ниже, чем траты на обмен, указанные для бентоса. Несоответствие показателей объясняется тем, что в районе стационарных наблюдений с глинистым грунтом и бедном донной фауной специальных работ по бентосу не проводили. Основные характеристики энергетического баланса донного сообщества рассчитаны по данным, полученным для всего Приплотинного плеса. Если допустить, что количественные показатели по бентосу во всем Приплотинном плесе близки к таковым в районе наших исследований, то пищевые потребности хищного бентоса вполне обеспечены мирным бентосом. Что касается мирного зообентоса, то количества бактериальной пищи недостаточно для покрытия его рациона. Можно предположить, что недостаток пищи восполняется детритом, фитопланктоном, опустившимся на дно, и аллохтонным органическим веществом. Основу донной фауны (99.5%) составляют мирные ее представители, поэтому практически вся их продукция может быть использована рыбами.

Суммарная энергия реальной продукции зоопланктона и зообентоса составляла около 96 ккал/м^2 , или 402 кДж/м^2 , что составляет 12% от потребленной ими энергии первичной кормовой базы и 17% от энергии, ассимилированной этими сообществами.

Мы не располагаем достаточно полными сведениями по ихтиофауне. По литературным данным [2] ориентировочно рассчитана величина продукции для нехищных рыб. Для планктофагов (тюлька, синец, чехонь, укляя) она составила 11.4 ккал/м^2 ; для бентофагов, включая моллюсков, — 4.6 ккал/м^2 . Общая величина продукции мирных рыб составила 16 ккал/м^2 , или 67 кДж/м^2 .

Таким образом, в экосистеме при переходе энергии на каждый из последующих трофических уровней происходит снижение ее потока, при этом максимальное рассеивание энергии происходит при переходе от I ко II трофическому уровню. Трансформация энергии в Приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища выражалась следующими величинами (кДж/м^2):

Продукция I трофического уровня (фитопланктон)	11204
Продукция II трофического уровня (мирные зоопланктон и зообентос)	747
Продукция III трофического уровня (хищные зоопланктон и зообентос)	110
Продукция IV трофического уровня (мирные рыбы)	67

Л и т е р а т у р а

1. Романенко В.И. Соотношение между фотосинтезом фитопланктона и деструкцией органического вещества в водохранилищах. — В кн.: Микрофлора, фитопланктон и высшая растительность внутренних водоемов. Л., 1967, с. 61-75.

2. Яковлева А.Н. Кормовые ресурсы и рыбопродуктивность волжских водохранилищ. - В кн.: Водохранилища Волжско-Камского каскада и их рыбохозяйственное значение. Л., 1978, с. 60-83.

Куйбышевская станция
Института биологии внутренних вод
АН СССР

УДК 574(28)581

И.В. Д о в б н я

ВЫСШАЯ ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ОЗЕР ВЕРХНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

В течение 1977-1979 гг. нами для определения площадей растительных группировок и состава растительного покрова, типов зарастания озер, фитомассы и годовой продукции фитоценозов макрофитов было обследовано более 20 озер Калининской области бассейнов рек Мсты и Волчины.

Работы проводились по общепринятым методикам [1].

Площади растительных группировок озер составляют от 1 до 312 га, степень зарастания естественных водоемов Верхней Волги - от 5 до 94% площади акватории, но большинство из них зарастает в пределах 5-13% (табл. 1). Площади мелководий обследованных озер занимают преимущественно 20-25%, следовательно, зарастанию подвержено чаще всего от 1/3 до 1/2 мелководной зоны.

Растительный покров представлен 69 ассоциациями 16 формаций. Состав ассоциаций по видовому разнообразию мал, насчитывает в среднем по 10 видов в каждой. Структура фитоценозов преимущественно 1-2-ярусная, реже 3-ярусная. Сложение в монодоминантных группировках равномерное, в полидоминантных сообществах - неравномерное, часто пятнистое. Заросли различны по плотности и проективному покрытию.

Главенствующее положение на большинстве озер занимает воздушно-водная растительность с доминированием фитоценозов, где преобладает *Phragmites communis*. Из группы растений с плавающими листьями наиболее распространены фитоценозы *Nymphaea candida*, *Nuphar lutea*, из погруженных - *Potamogeton perfoliatus*, *P. lucens*, *P. praelongus*.

Учитывая главенствующее положение того или иного вида-эдификатора в растительном покрове, мы выделили следующие типы зарастания озер: тростниковый, рдестовый, нимфейный и осоково-нимфейный.

Тростниковый тип зарастания ярко выражен на озерах Мстино, Перхово, Кубыч, Островно, Имоложье, где тростниковые заросли

Т а б л и ц а 1

Морфометрические данные, площадь растительности
и степень зарастания озер Верхнего Поволжья
(Калининская обл.)

Озеро	Площадь, га	Средняя глубина, м	Глубина до 2 м, %	Площадь раститель- ности, га	Степень зараста- ния, %
Бельское	268,7	0,9	100	88,8	33
Коломенское	491,6	3,1	21	52,4	11
Заверховье	89,6	1,1	100	62,7	70
Островно	301,0	7,8	12	17,7	6
Имоложье	763,6	3,7	34	158,3	21
Дивинец	41,6	3,5	20	3,0	7
Дупле	18,2	1,7	100	17,1	94
Гача	2,8	4,3	15	0,1	5
Белое	7,2	3,9	24	0,7	9
Черное	4,2	4,1	25	0,5	11
Мошники	179,2	2,7	43	24,1	13
Боровно	135,2	4,3	22	15,6	11
Мстино	1370,4	7,6	23	153,0	11
Пудоро	781,0	1,7	60	312,0	40
Яшино	671,2	1,5	78	115,0	17
Шишево	297,6	2,4	31	68,0	23
Кубыч	909,0	2,8	24	66,0	7
Молдино	900,0	3,8	27	51,2	6
Перхово	618,4	4,2	30	58,2	9
Рогозно	298,5	2,6	41	76,9	26
Чеполшево	102,8	6,5	25	8,5	8
Беленькое	40,3	4,7	25	3,3	8
Братанов- ское	26,4	2,9	56	3,3	13

тянутся вдоль берегов широкими (до 15–20 м) полосами, занимая обширную прибрежную зону до глубины 80 см.

Рдестовый тип зарастания встречается реже. Он представлен на озерах Пудоро, Шишево, Коломенское, где ассоциации рдестов занимают от 40 до 70% площади всей растительности. Преобладают ассоциации *P. perfoliatus*, *P. praelongus*.

Нимфейный тип зарастания характерен для слабопроточных озер с подтоком болотных вод (оз. Мошники), где господствуют ассоциации *Nymphaea candida*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea candida* + *Nuphar lutea*, *Nymphaea candida* + *Equisetum fluviale*. По западным берегам встречаются осоковые и сфагновые сплавины.

Осоково-нимфейный тип зарастания наблюдается на типично дистрофических озерах с высокой цветностью, торфянистым илом, с высоким

Т а б л и ц а 2

Продукция высшей растительности озер Верхнего Поволжья
в 1977-1979 гг.

Озеро	Сырая масса, т	Воздуш- но-сухая масса, т	Органи- ческое вещест- во, т	Органическое вещество, г	
				на 1 м ² площади озера	на 1 м ² площади зарослей
Бельское	397	182	147	55	166
Коломенское	218	83	67	14	127
Заверховье	135	22	18	19	28
Островно	101	48	39	13	219
Имоложье	685	339	274	36	173
Дивинец	17	6	4	11	149
Дупле	89	19	15	84	90
Гача	0.6	0.2	0.1	4	80
Черное	3	0.4	0.3	7	65
Белое	4	1	0.6	8	89
Мошники	231	36	29	16	120
Боровно	95	48	39	29	250
Мстино	1546	600	485	35	317
Пудоро	1287	425	344	44	110
Яшино	1288	475	385	57	334
Шишево	338	116	94	31	138
Молдино	467	136	110	12	215
Кубыч	479	210	170	19	257
Перхово	379	187	155	25	266
Рогозно	609	226	183	61	238
Чеполшево	56	20	16	16	193
Беленькое	23	9	7	17	213
Братановское	21	10	8	32	254

содержанием органических веществ (озера Гача, Черное, Белое). В них узкой полосой выделяется пояс осок и болотных растений с господствующими ассоциациями *Carex acuta*, *C. rostrata* + *Calla palustris*; *Carex rostrata* + *Phragmites communis*. Нимфейные представлены сообществами *Nuphar lutea* + *Nymphaea candida*, *Nuphar lutea* + *Potamogeton perfoliatus*.

Продукция растительного покрова обследованных озер составляет 4-84 г органического вещества на 1 м² площади акватории (табл. 2) и близка к продукции макрофитов Угличского водохранилища и Костромского расширения Горьковского водохранилища, водоемов мезотрофного типа, и ниже таковой более евтрофированного Ивановского водохранилища (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Годовая продукция высшей растительности озер
и водохранилищ Верхней Волги

Водоем	Органическое вещество, г		
	на 1 м ² водоема	на 1 м ² мелководий	на 1 м ² зарослей
Озера	4-84	28-192	28-334
Иваньковское водохранилище	165	347	708
Угличское водохранилище	27	75	546
Горьковское водохранилище	6	27	450
Костромское расширение Горьковского водохранилища	24	-	541

Роль макрофитов в продукционных процессах естественных водоемов несколько отличается от таковой в искусственных водоемах. Если на водохранилищах влияние макрофитов сказывается главным образом в зоне мелководий и в зоне зарослей, то в озерах высшая растительность часто становится основным продуцентом органического вещества. Последнее характерно для наиболее продуктивных, мелководных и интенсивно зарастающих озер Дупле, Заверховье, Бельское, Пудоро, Рогозно.

В более глубоководных озерах (Мстино, Перхово, Кубыч) с меньшей степенью зарастания роль макрофитов снижается и на первый план выступает фитопланктон. Однако это лишь для водоема в целом. В мелководной зоне и зоне зарослей преимущество остается за высшей растительностью.

Для водоемов типично дистрофных, мало зарастающих, таких как озера Гача, Черное, Белое, фитоценозы макрофитов представляют незначительный источник органического вещества как для всего водоема, так и для его мелководной зоны.

Различные по типу зарастания озера различаются по продуктивности литоральной зоны. Прибрежная зона озер тростникового типа продуктивнее озер рдестового, нимфейного и осоково-нимфейного типов.

Л и т е р а т у р а

1. М е т о д и к а изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975. 240 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А.П. М ы л ь н и к о в, Н.А. Ж г а р е в

ЖГУТИКОНОСЦЫ ЛИТОРАЛИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ
И ПРЕСНОВОДНЫХ ВОДОЕМОВ

Зоофлагеллаты распространены повсеместно в водоемах различной солености. Наиболее полно исследована фауна зоофлагеллат пресноводных водоемов (реки, озера, водохранилища), тогда как фауна морей изучена крайне недостаточно. В нескольких работах [5-9] дается перечень обнаруженных в морях видов зоофлагеллат. Актуальность изучения фауны зоофлагеллат морских водоемов определяется той ролью, которую они играют в трофике водоема [8]. Интересно также сравнить пресноводную и морскую фауны этих простейших одного и того же географического района. В литорали Баренцева моря ранее был обнаружен жгутиконосец *Bodo marina* [3]. С целью более полного изучения фауны жгутиконосцев этого района нами в июле 1980 г. проведены работы на семи пресноводных озерах и в прибрежье Баренцева моря, вблизи пос. Дальние Зеленцы Мурманской области.

Пробы воды из пресноводных водоемов отбирались у берега на глубине 0,5 м. Вода в момент взятия проб имела температуру 9-11 °С. У шести олиготрофных озер — каменистое дно. В седьмом (Промерном) озере 10% площади дна покрыто высшей водной растительностью. Пробы морской воды отбирались на литорали Ярнышной губы с глубины 0,5 м. Соленость морской воды составила 32-35‰, температура воды была 4-6 °С. Каждая проба разливалась в две чашки Петри, в одну из которых добавлялись бактерии *Aerobacter aerogenes*. Видовой состав жгутиконосцев изучался в течение 7 сут после переноса проб в лабораторию. Средняя численность жгутиконосцев в изученных водоемах колебалась в пределах 10-200 экз./мл.

В исследованных пресных озерах обнаружено 32 вида жгутиконосцев из 6 отрядов. Состав фауны варьировал в зависимости от водоема (см. таблицу). Наибольшее видовое разнообразие отмечено в Промерном озере (29 видов), что, вероятно, связано с мезотрофным типом данного водоема. Во всех озерах преобладали представители отр. *Kinetoplastida* с доминированием видов *Bodo minimus*, *B. saltans*, *Rhynchomonas nasuta*, *Monosiga ovata*. В Промерном озере выявлены также редкие виды *Amastigomonas caudata*, *Apusomonas proboscidea*. Последний вторично обнаружен на территории СССР. Кроме аэробных жгутиконосцев, в озерах обнаружены и облигатно анаэробные виды из отр. *Diplomonadida*.

В литорали Ярнышной губы выявлено 24 вида. При этом доминирующее положение занимают представители отрядов *Kinetoplastida* и *Choanoflagellida*, в частности *Bodo saltans*, *Pteridomonas pulex*, *Monosiga varians*, *Amastigomonas*

Фауна зоофлагеллат исследованных пресноводных озер
и прибрежных участков Баренцева моря

Зоофлагеллаты	Озеро							Море		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<u>Отряд Kinetoplastida</u>										
<i>Bodo caudatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>B. saltans</i>	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
<i>B. minimus</i>	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-
<i>B. globosus</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>B. marina</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
<i>B. spora</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>B. curvifilus</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>Bodo</i> sp. 1	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-
<i>Bodo</i> sp. 2	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-
<i>Parabodo nitrophilus</i>	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>Pleuromonas jaculans</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Rhynchomonas nasuta</i>	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-
<i>Cryptobia bialata</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Amastigomonas caudata</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>Sainouron</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Spiromonas</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<u>Отряд Rhizomastigida</u>										
<i>Mastigamoeda limax</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Cercobodo crassicauda</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Cercobodo</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Cercobodo</i> sp. 2	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Bodomorpha reniformis</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Thaumatomonas lauterborni</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<u>Отряд Choanoflagellida</u>										
<i>Monosiga ovata</i>	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-
<i>M. varians</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>Monosiga</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Codonosiga bifurcata</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Salpingoeca sphaerocola</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Lagenoeca</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Stephanoeca ampulla</i>	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<u>Отряд Bicosoecida</u>										
<i>Bicosoeca exilis</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<u>Отряд Diplomonadida</u>										
<i>Hexamita inflata</i>	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-
<i>H. fissa</i>	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Trepomonas steini</i>	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>T. agilis</i>	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
<u>Отряд Protomonadida</u>										
<i>Amphimonas allantoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>Anthophysa vegetans</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Triflagellum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+

Т а б л и ц а (продолжение)

Зоофлагеллаты	Озеро							Море		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Pedinella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Spongomonas uvella</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Histiona aroides</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Apusomonas proboscidea</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Pteridomonas pulex</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+

П р и м е ч а н и е. 1-6 - олигосапробные озера, 7 - Промерное озеро, 8-10 - побережье Баренцева моря (8,9 - песок и заросли джукса, 10 - толща воды). „+“ - обнаружен, „-“ - не обнаружен.

caudata. Несмотря на большую разницу в солености воды, в литорали и в пресноводных озерах найдено 13 общих для них видов. Морфологических различий у этих жгутиконосцев не обнаружено. Подобные факты отмечены и другими авторами. Так, Лайтарт [8] указывает на наличие большого количества общих видов для пресноводных и морских водоемов. Другие исследователи [4, 9] отмечают, что единственным различием между пресноводными и морскими видами обычно является отсутствие у последних сократительных вакуолей [4, 9].

В ходе нашего исследования список зоофлагеллат, обитающих в морях, пополнился 9 видами. Относительная общность морских и пресноводных видов, возможно, указывает на способность пресноводных видов адаптироваться к повышенной солености, что отмечают и другие авторы [1, 4, 9].

В целом разнообразие фауны зоофлагеллат исследованных пресноводных водоемов существенно меньше такового для бассейна р.Волги [2]. Фауна жгутиконосцев исследованного побережья Баренцева моря сходна с таковой некоторых районов Атлантического океана [8] и отличается от пелагической фауны жгутиконосцев [10], в которой преобладают исключительно только представители отряда Choanoflagellida, имеющие домики.

Л и т е р а т у р а

1. Ж у к о в Б.Ф. Зоофлагеллаты в планктоне Волжских водохранилищ. - В кн.: Биология, морфология и систематика водных организмов. Л., 1976, с. 91-102.
2. Ж у к о в Б.Ф. Отношение бесцветных пресноводных жгутиконосцев *Pleuromonas jaculans* Perty (*Bodonina*) к солености. - В кн.: Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1970, № 8, с. 35-38.
3. К а м ш и л о в М.М. Влияние ультрафиолетовых лучей на микробиоценозы морских простейших. - Докл. АН СССР, 1963, т. 150, № 6, с. 1363-1365.

4. Finley H.R. Toleration of fresh-water protozoa to increased salinity. - Ecology, 1930, vol.11, N 2, p. 337-347.
5. G r i e s s m a n n K. Über marine Flagellaten. - Arch. Protistenk., 1914, Bd 32, S. 1-78.
6. J o h a n n e s R.E. Influence of marine Protozoa in nutrient regeneration. - Limnol., Oceanogr., 1965, vol. 10, N 3, p. 434-442.
7. L a c k e y J.B. Occurrence and distribution of the marine Protozoan species in the Woods Hole Area. - Biol. Bull., 1936, vol. 70, N 2, p. 264-278.
8. L i g h t a r t B. Planktonic and benthic bacterivorous protozoa at eleven stations in Puget Sound and adjacent Pacific Ocean. - J. Fish. Res. Board Canada, 1969, vol. 26, N 2, p. 299-304.
9. R u i n e n J. Notizen über Salzflagellaten II. - Arch. Protistenk., 1938, Bd 90, S. 210-258.
10. T h r o n d s e n J. Planktonic choanoflagellates from north atlantic waters. - Sarsia, 1974, vol. 56, p. 95-122.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.587

А.И. Б а к а н о в

О БЕНТОСЕ ШЕКСНИНСКОГО ПЛЕСА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

При изучении экосистемы Рыбинского водохранилища с целью экологического прогнозирования особое значение приобретает количественная оценка состояния бентоса Шекснинского плеса, по которому пройдет трасса переброски части стока северных рек в южные районы страны, что может привести к определенным изменениям в кормовой базе рыб. Пробы бентоса отбирались на одних и тех же 20 станциях в мае 1978 г. и в июне 1981 г. В 1981 г. был дополнительно собран материал на еще 8 станциях в районе г. Череповца. В качестве орудия лова использовался дночерпатель ДАК-250. Грунт промывался через мельничный газ № 11.

Учитывая довольно значительные величины стандартных ошибок, можно сказать, что за трехлетний срок бентос на этих станциях не изменился. Некоторое уменьшение биомассы хирономид в 1981 г. может быть связано с тем, что съемка производилась в момент вылета комаров в результате высокой температуры воды (16-17 °C), тогда как в мае 1978 г. этого не происходило, так как температура равнялась всего 5-6 °C. По биомассе в бентосе

Т а б л и ц а 1

Биомасса бентоса на 20 станциях, г/м²

Организмы	Май 1978 г.				Июнь 1981 г.			
	\bar{X}	$S_{\bar{X}}$	CV	C_L	\bar{X}	$S_{\bar{X}}$	CV	C_L
Хирономиды	6.6	3.0	2.02	5.07	3.1	1.1	1.52	3.30
Олигохеты	9.9	3.8	1.73	3.98	11.3	3.0	1.20	2.44
Моллюски	1.4	0.6	2.07	5.26	2.4	0.8	1.55	3.38
Общий бентос	17.9	5.1	1.27	2.61	16.9	3.5	0.92	1.84

П р и м е ч а н и е. \bar{X} – средняя арифметическая, $S_{\bar{X}}$ – стандартная ошибка средней арифметической, CV – коэффициент вариации, C_L – индекс агрегированности Ллойда [10].

доминируют олигохеты – тубифициды. Кормовые моллюски представлены видами сем. Pisidiidae (табл. 1).

Агрегированность хирономид и моллюсков примерно одинаковая и превышает таковую олигохет. Аналогичное явление наблюдается и в целом по водохранилищу [2]. Заметна следующая закономерность распределения бентоса: на большой площади, состоящей из разнородных участков, агрегированность хирономид выше, чем агрегированность олигохет, а в пределах сравнительно однородного биотопа – ниже. Общий бентос менее агрегирован, чем входящие в него таксоценозы организмов. Это объясняется тем, что бентосные животные различных видов, но одного трофического уровня стремятся разместиться в пространстве по принципу минимизации взаимодействий между ними. В 1981 г. бентос распределялся более равномерно, так как на серых илах максимальная биомасса несколько снизилась, зато на самых бедных грунтах она повысилась по сравнению с 1978 г. (табл. 2).

В табл. 2 включены данные со всех 28 станций 1981 г. Типы грунтов и процент занимаемых ими площадей взяты в соответствии с исследованиями В.В. Законнова [4]. С учетом соотношения площадей рассчитана средневзвешенная по грунтам биомасса бентоса для всего Шекснинского плеса (табл. 3). С точки зрения возможностей нагула рыб-бентофагов весь плес в среднем является высококормным. За период между двумя бентосными съемками произошло некоторое перераспределение бентоса по грунтам, что сказалось на средних показателях. Стало заметным увеличение биомассы олигохет, моллюсков и бентоса в целом. Отсюда следует вывод, вытекающий также и из общей теории выборочных исследований [9], что взятие проб даже строго на одних и тех же станциях еще не дает достаточно удовлетворительный материал для сравнения. Такой материал можно получить только из средневзвешенных величин или путем полностью рандомизированного отбора проб.

Т а б л и ц а 2

Биомасса бентоса на разных грунтах, г/м²

Организмы	Май 1978 г.				Июнь 1981 г.			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Хиროномиды	1.2	9.6	12.3	3.3	1.2	7.7	5.6	5.4
Олигохеты	3.0	5.0	22.4	1.8	10.6	10.7	23.6	3.0
Моллюски	0.6	0.2	3.0	0	1.7	0.7	2.5	1.4
Общий бентос	4.8	14.8	37.7	5.1	13.6	19.2	31.8	9.8

П р и м е ч а н и е. 1 - илистый песок, 2 - серый песчанистый ил, 3 - серый ил, 4 - торфянистый ил.

Т а б л и ц а 3

Средняя биомасса бентоса Шекснинского плеса

Организмы	Май 1978 г.		Июнь 1981 г.	
	г/м ²	%	г/м ²	%
Хиროномиды	6.4	54.7	5.3	31.0
Олигохеты	4.8	41.0	10.6	62.0
Моллюски	0.5	4.3	1.2	7.0
Общий бентос	11.7	100	17.1	100

Как известно, с начала 70-х годов в Рыбинском водохранилище началось повышение биомассы бентоса [2], сказалось оно и в Шекснинском плесе. Если в начале 50-х годов биомасса бентоса здесь колебалась в пределах 1.2-6.4 г/м² [7], то сейчас она значительно выше. По этому показателю плес можно разделить на два участка. В южном бентос богат представлен только в русловой части: летом 1976 г. его биомасса равнялась 11.7 г/м², а на пойме - только 3.2 г/м² [1]. Северный участок плеса характеризовался и ранее большими плотностями организмов бентоса [6], исключая акваторию в районе г. Череповца, где его биомасса не превышала 5 г/м² [3, 5]. Сейчас этот участок характеризуется максимальным развитием бентофауны, состоящей в основном из олигохет. Несомненно, это связано с влиянием сточных вод г. Череповца. Выловленные во время июньской съемки в этом районе личи были практически на 100% заражены наружными и внутренними паразитами, что характерно для акваторий, в которые поступают сточные воды в большом количестве.

В предвоенные годы Б.С. Грезе дал прогноз состояния бентоса Рыбинского водохранилища [8], для Шекснинского плеса им была

указана цифра 19.5 г/м^2 . Современные данные (17.1 г/м^2 летом) практически совпадают с этим прогнозом.

Подсчитана корреляция между данными 1978 и 1981 гг. Коэффициент корреляции Браве-Пирсона для хириноид и моллюсков мал и недостоверен, а для олигохет $r = 0.89 \pm 0.11$. Это значит, что на 80% обилие олигохет в данной точке определяется особенностями условий на микробиотопе и высокий или низкий уровень обилия олигохет на станции сохраняется в течение достаточно длительного периода времени, измеряемого годами.

В 1981 г. учитывались также крупные моллюски - дрейссена и *Viviparus viviparus* (L.). В пересчете на площадь всего плеса их биомасса в июне равнялась 50.3 г/м^2 . Хотя они обычно и не относятся к кормовым организмам, но в определенной степени могут удовлетворять пищевые потребности некоторых рыб, к тому же их роль велика в процессе очистки воды от взвзесей.

Съемка 1978 г. позволила оценить среднюю биомассу кормового бентоса в Рыбинском водохранилище. Весной она равнялась 7.8 г/м^2 , летом - 4.9 г/м^2 [2]. С учетом того, что при этом не обследовалось примерно 20% площади водохранилища, занятой мелководиями, на которой биомасса бентоса около 2 г/м^2 , средняя плотность бентоса в водохранилище составляет весной 6.6 г/м^2 , летом 4.3 г/м^2 , средневзвешенная за вегетационный сезон - 5.8 г/м^2 . Учитывая стандартную ошибку, можно считать, что она лежит в пределах $4.3-7.3 \text{ г/м}^2$. Следовательно, кормность Рыбинского водохранилища можно оценить как среднюю в летний период, выше средней - в осенний и весенний периоды. Речные плесы являются высококормными в течение всего года.

Л и т е р а т у р а

1. Б а к а н о в А.И., К р а с н о п е р Е.В., С т р и ж н и - к о в а Л.Н. Об использовании индексов при изучении питания рыб-бентофагов. - ИБВВ АН СССР. Рукопись деп. в ВИНТИ, 27 ноября 1980, № 4984-80 Деп. 29 с.
2. Б а к а н о в А.И., М и т р о п о л ь с к и й В.И. Количественная характеристика бентоса Рыбинского водохранилища за 1941-1978 гг. - В кн.: Экологические исследования водоемов Волго-Балтийской и Северо-Двинской водных систем. Л., 1981, с. 211-228.
3. В о л г а и ее жизнь. Л., 1978. 350 с.
4. З а к о н н о в В.В. Распределение донных отложений в Рыбинском водохранилище. - В кн.: Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1981, № 51, с. 68-72.
5. М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф.Д. Распределение бентоса в Рыбинском водохранилище. - Тр. биол. ст. "Борок", 1955, вып. 2, с. 32-88.
6. П о д д у б н а я Т.Л., М и т р о п о л ь с к и й В.И., Ш и л о в а А.И., З е л е н ц о в Н.И. Донная фауна Рыбинского водохранилища по материалам 1968 г. - В кн.: Биология и физиология пресноводных организмов. Л., 1971, с. 42-56.

7. С о к о л о в а Н.Ю. Бентос Шекснинского отрога Рыбинского водохранилища. - Тр. Всес. гидробиол. о-ва, 1957, т. 8, с. 246-268.
8. Т и х и й М., В и к т о р о в П. Запасы рыб и гидростроительство. М.; Л., 1940. 200 с.
9. (С о с h r a n W.G.) К о к р э н У. Методы выборочного исследования. М., 1976. 440 с.
10. L l o y d M. Mean crowding. - J. Animal. Ecol., 1967, vol. 36, N 1, p. 1-30.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597.553.2-15

Н.Н. Ф у р с а

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О СТРУКТУРЕ СТАДА И РАСПРЕДЕЛЕНИИ КУМЖИ (*SALMO TRUTTA L.*) В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Материал о кумже собран в юго-восточной части Балтийского моря в 1979-1981 гг. в ходе опытного сетного и ярусного лососевого промысла. Промысел осуществлялся стандартными лососевыми сетями с шагом ячеи 80 мм и ярусами с крючками № 19. Проведен биологический анализ 159 экз. кумжи.

Кроме того, 22 экз. кумжи в различные сезоны 1978-1981 гг. были помечены ультразвуковыми передатчиками. Слежение за передвижениями рыб проводили по общей схеме подводных биотелеметрических исследований [2, 3]. Продолжительность слежения за нагульными особями колебалась от нескольких часов до 5 сут, за преднерестовыми (с признаками брачного наряда) - от 7 до 20 ч.

В открытой части моря были пойманы особи длиной от 50 до 95 см и массой от 0.6 до 9.9 кг. Средняя длина кумжи составила 68.4 см, а масса - 3.9 кг. Преобладали в уловах рыбы длиной 60-70 см. Самки количественно преобладали над самцами (65%), что характерно для стад нерестовой кумжи [1].

Первые экземпляры с III стадией зрелости гонад были пойманы в феврале, а в июле на расстоянии 10 миль от берега вся кумжа была половозрелой. В ноябре некоторые зрелые рыбы еще не зашли в реки.

В уловах встречались особи кумжи в возрасте от 3 до 7 лет (см. таблицу).

В промысловом стаде преобладала кумжа, скатившаяся из рек в двухгодичном возрасте (57.6%).

По продолжительности морского периода жизни в уловах количественно преобладали возрастные группы A.1+(43.5%) и



Распределение кумжи по данным контрольных обловов (1979-1981 гг.).

Количество кумжи в уловах, %. 1 - 100%, 2 - 50%, 3 - единично, 4 - отсутствует, 5 - береговая черта, 6 - изобата.

Возрастной состав кумжи в морских уловах 1979-1981 гг.,%

Речной возраст (А)	Морской возраст (В)				Всего	
	0+	1+	2+	3+	%	экз.
1	-	-	1.1	-	1.1	1
2	-	20.7	27.1	9.8	57.6	52
3	5.4	22.8	12.0	1.1	41.3	38
Всего	5.4	43.5	40.2	10.9	100.0	91

А.2+ (40.2%). Средний возраст кумжи по речному периоду жизни составлял 2.4 года, по морскому - 2.6 года.

При морском лососевом промысле на прибрежных участках глубиной до 30 м почти исключительно ловилась кумжа. Над глубинами 40-60 м она составляла до 30% от общего улова лососевых и

с дальнейшим увеличением глубины встречалась единично. Предельная глубина, над которой еще встречалась кумжа, — 190 м, при удалении от ближайшего материкового берега 60 миль (см. рисунок).

У меченых кумж сразу после выпуска их в море отмечались признаки стрессового состояния. Рыбы вели себя беспокойно и часто меняли направление движения. Скорости их перемещений сохранялись сравнительно высокими в течение примерно 30–40 мин, затем происходило уменьшение скорости плавания. Замечено 2 варианта перемещений меченых рыб. Одни рыбы перемещались только вблизи места выпуска их в море, не удаляясь от него более чем на 4 км, другие особи вскоре после адаптации к метке выбирали конкретное направление и в дальнейшем существенно не отклонялись от выбранного курса. Ежесуточное приращение расстояния, пройденного от исходной точки, равнялось у них в среднем 18 км.

Скорость плавания в течение суток варьировала от 0.18 до 0.5 м/с. Среднесуточная скорость рыб в обоих вариантах за весь период наблюдений равнялась 0.2 м/с. Особенно малоподвижной становилась рыба после попадания в зону скопления кормовых объектов или в стаю особей своего вида. Движения ее после этого приобретали хаотичный характер, а скорости перемещения были близкими к скоростям морских течений (0.05 м/с). Выбор мечеными особями оптимальной скорости и направления занимал меньше времени в том случае, когда они выпускались в море вблизи от места первоначальной поимки.

В светлое время суток скорости плавания рыб в среднем были выше, чем ночью. При ветре 12 м/с дневные скорости составляли 0.48 м/с, а при ветре 6 м/с — 0.29 м/с. Кумжа, меченая перед нерестом в сентябре и ноябре на мелководьях (глубина 12 м), выпускалась на месте вылова и в удалении от берега над глубинами 26 м. Первые реакции у обеих групп рыб в течение 2–2.5 ч были сходными. Все они выбирали направление плавания строго против течения, а затем двигались на север, вдоль изобат. Выбор постоянного направления у рыб, выпущенных вдали от берега, занимал больше времени. Так, одна из кумж совершила за 14 ч 20-километровый путь и вышла на участок, где была выловлена первоначально. Средние часовые скорости колебались в пределах 0.28–0.62 м/с. Направление ее движения не совпадало с направлениями ветра и течения. У берега (глубина около 10 м) рыба передвигалась в сторону течения. Средняя скорость при этом сохранялась около 0.3 м/с. Направление движения сохранялось перпендикулярным ветру.

Повышение двигательной активности у нагульной кумжи, по-видимому, связанное с питанием, наблюдалось около полуночи и достигало максимума к рассвету. Второй период активности начинался с наступлением сумерек и достигал максимума к 22 ч.

У преднерестовой кумжи максимумы активности приходились на 10 и 19 ч. Между утренним и вечерним пиками активности проходило 8 ч. У нагульной кумжи этот период составлял 13 ч.

1. Б а р к а н с И.Ю. Состояние промысла и воспроизводства кумжи и некоторые данные по ее нерестовому стаду в р. Гауе. — В кн.: Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря. Рига, 1977, вып. 13, с. 108-118.
2. Б а т у р и н В.Л., Ф у р с а Н.Н. Морские наблюдения за рыбой, несущей ультразвуковые метки. — Промышленное рыболовство: Экспресс-информ./ЦНИИТЭИРХ, 1978, вып. 6, с. 19-22.
3. П о д д у б н ы й А.Г. Экологическая топография популяций рыб в водохранилищах. Л., 1971. 311 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 556.555.4(47)

В.Х. Л и ф ш и ц, И.В. Б а р х а т о в а,
А.С. Л и т в и н о в

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ
ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ
ПО ДАННЫМ АВТОНОМНЫХ
И ДИСТАНЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

С введением в практику гидрофизических исследований быстродействующей автономной и зондирующей аппаратуры была обнаружена чрезвычайно сильная пространственная неоднородность и временная изменчивость различных физических полей. Об этом свидетельствуют работы Торпа [7], Фармера [5], Лонга [6], а также результаты длительных наблюдений на Онежском озере [3, 4] и других водоемах [1, 2].

Представляло интерес сравнить материалы по характеру временной изменчивости температуры воды в крупнейшем и мелководном Рыбинском водохранилище с имеющимися материалами по крупным озерам, оценить существующие общие закономерности и выявить специфические особенности, связанные с морфометрией, искусственным регулированием и интенсивностью водообмена.

С указанной целью в мае-июне 1979 г. на водохранилище были выполнены экспериментальные работы, включающие автономную регистрацию температуры воды, систематическое зондирование водной массы и буксировку термодатчика. Автономные измерения выполнялись термодатчиком норвежской системы „Aanderaa” с регистрацией данных на магнитной ленте. Наблюдения велись на станции с глубиной 10.7 м, расположенной в центральной части водохранилища. Регистрация температуры воды производилась синхронно на десяти горизонтах (0.1, 1.0, 2.1, 3.0, 4.1, 5.0, 6.1, 7.0, 8.1 и 10.1 м) с дискретностью 2.5 мин. Зондирование выполнялось термокаппа-

метром через каждые 3 ч. При буксировке запись температуры воды велась на потенциометр ЭПП-09, а датчик температуры жестко крепился параллельно борту судна на глубине 1 м. В период исследований выполнено две серии наблюдений общим числом измерений, равным 2283 (1100 и 1183 с перерывом в 11 ч). Одновременно с отмеченными работами регулярно выполнялся комплекс метеорологических наблюдений.

Период исследований характеризовался существенными различиями температуры по акватории водохранилища, интенсивным прогревом водной массы и устойчивым расслоением ее по вертикали. По данным непрерывной регистрации температуры на ходу судна, ее величины по акватории водохранилища изменялись от 5.5 до 14 °C.

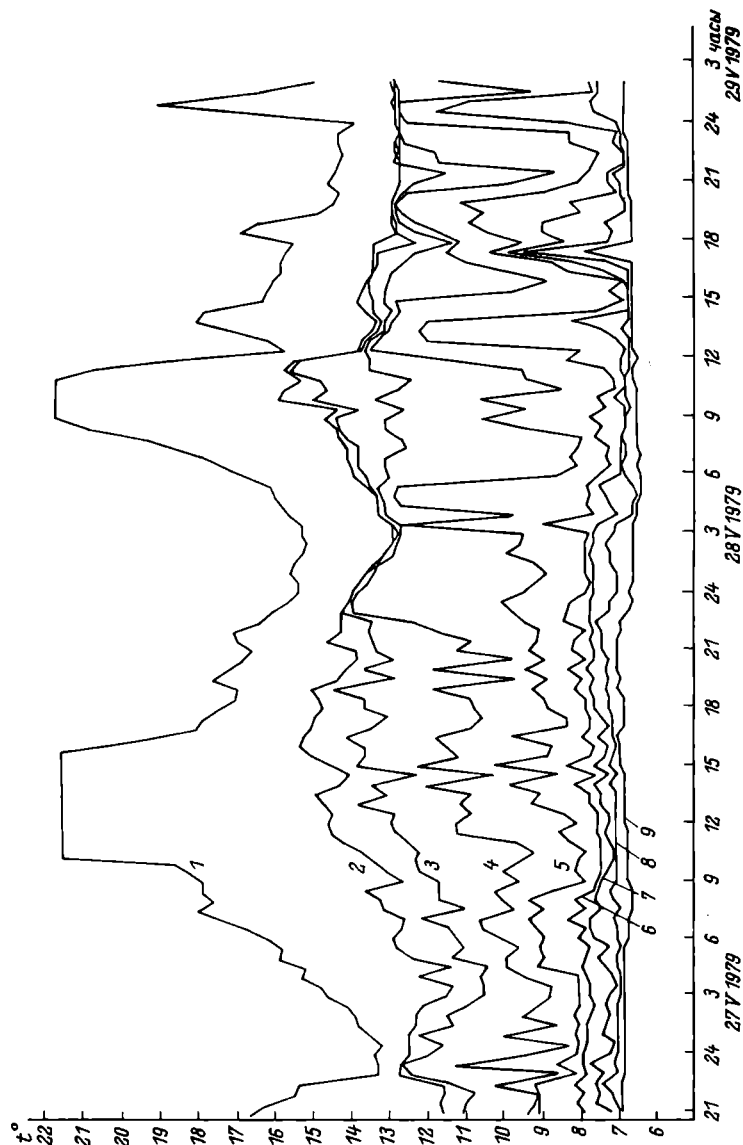
Анализ материалов, полученных на многосуточной станции, также показал чрезвычайно большие по времени и по глубине флюктуации температуры воды, происходящие под действием различных факторов. Так, 24 мая в районе станции наблюдалась прямая температурная стратификация водной массы с температурой воды в верхнем слое 13–14 °C, у дна около 7 °C и двумя зонами максимальных температурных градиентов в верхнем и нижнем слоях. С 16-ти часов 24 мая в верхнем 2-метровом слое началось постепенное понижение температуры, и к 8-ми часам 25 мая толщина верхнего гомотермического слоя увеличилась до 6–8 м, а температура в нем изменялась от 9 до 10 °C. В дальнейшем нижняя граница этого слоя периодически перемещалась с глубины 6–8 м до 3 м. Отмеченные изменения температуры были обусловлены адвекцией более холодных вод центральной части водохранилища в район станции, а также ветровым перемешиванием, наблюдавшимся 25 мая при скоростях ветра от 4 до 7.5 м/с.

Изменения температуры воды за счет солнечной радиации (обеспечивающей суточный ход) в штилевые дни прослеживались до глубины 3 м (см. рисунок) и по осредненным суточным данным составляли в поверхностном слое до 3 °C, на горизонтах 1 и 2 м до 2 °C и на горизонте 3 м до 1 °C. Кратковременные усиления ветра до 4–7 м/с обуславливали образование однородного слоя толщиной до 2 м и резкое возрастание градиентов температуры на нижней его границе. Дальнейший прогрев водной массы за счет солнечной радиации приводил к формированию нескольких зон с повышенными градиентами температуры.

Значительный вклад во временную изменчивость температуры вносили внутренние волны различного периода, прослеживающиеся во время всего цикла наблюдений. Наиболее интенсивные флюктуации температуры за счет внутренних волн наблюдались на горизонтах 3.0 и 4.1 м, где они достигали 9 °C за 30 мин (см. рисунок).

Спектральный анализ флюктуации температуры показал, что в период интенсивного весеннего прогрева в Рыбинском водохранилище присутствовали как короткопериодные, так и длиннопериодные колебания. При этом были выделены колебания со следующими периодами: 7.5 мин, 10 мин, 78 мин, 103 мин, 5.4 ч и 10.5 ч.

По аналогии с крупными озерами можно предположить, что основным механизмом формирования длиннопериодных флюктуаций темпе-



Изменение температуры воды в Рыбинском водохранилище.

Температура: 1 - воздуха, горизонтов: 2 - 10.1 м, 3 - 1.0, 4 - 2.1, 5 - 3.0, 6 - 4.1, 7 - 5.0, 8 - 6.1, 9 - 8.1 м.

ратуры являются свободные и вынужденные колебания водной массы, аналогичные сейшам разной периодичности. Основным источником энергии для таких колебаний может служить неравномерность работы гидросооружений, расположенных на водохранилище, что вызывает возникновение длинных волн и кратковременное усиление ветра (шквалы), наблюдавшиеся в период исследований.

Объяснить природу короткопериодных колебаний (с периодами от 78 мин и ниже) в настоящее время довольно трудно, поскольку приведенные записи температуры единичны. В то же время следует отметить, что большинство из колебаний с указанными периодами (или близкими к ним) характерны для всей водной массы водохранилища.

Из распределения плотности по вертикали следует, что колебания водной массы с периодами 7.5–10 мин не являются предельными. Периоды возможных собственных колебаний могут составлять около 2 мин и менее.

Приведенные материалы являются первой попыткой оценить флуктуации температуры в крупном водоеме с искусственным регулированием его режима в период интенсивного весеннего прогрева. Для более детальных исследований необходима постановка длительных экспериментов с большей разрешающей способностью по различным частотам и с включением наблюдений над течениями и волнами.

Л и т е р а т у р а

1. Г а в р и л о в И.Т., Ц ы ц а р и н Г.В. Проблема оценки качества воды и пути ее решения. – Вестн. МГУ им. М.В. Ломоносова. География, 1974, № 4, с. 55–62.
2. Л и т в и н о в А.С. Формирование, структура и флуктуация термоклина в Ивановском водохранилище. – В кн.: Факторы формирования водных масс и районирование внутренних водоемов. Л., 1974, с. 120–147.
3. Л и ф ш и ц В.Х. Исследования структуры и изменчивости гидrofизических полей на примере Онежского озера. – Acta Hydrophys., В., 1980, Bd 25, N. 1–2, S. 79–98.
4. П е т р о в М.П., Л и ф ш и ц В.Х. Спектральный анализ колебаний температуры. – В кн.: Петрозаводская губа Онежского озера. Петрозаводск, 1981, с. 48–52.
5. F a r m e r D. Observation of long nonlinear internal waves in a lake. – J. Physic. Oceanogr., 1978, vol. 8, p. 63–73.
6. L o n g R. The steepening of long internal waves. – Tellus, 1972, vol. 8, p. 88–89.
7. T h o r p e S. Near – resonant forcing in a shallow the – layer fluid: A wodel for the internal surge in Loch Ness? – J. Fluid Mech., 1974, vol. 63, p. 509–527.

Отдел водных проблем, Карельский филиал АН СССР,
Институт биологии внутренних вод АН СССР

В.В. Законнов, Н.А. Зимина

ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ
В ГОРЬКОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

В 1980 г. была проведена грунтовая съемка Горьковского водохранилища, во время которой мощность отложений измерена с помощью трубок ГОИНа на 205 станциях. В работе использованы методики, применявшиеся ранее на верхневолжских водохранилищах [1]. Определение объема и массы отложений проводилось на шести участках (см. таблицу), различающихся по гидрологическому режиму и морфологии. Показатели осадконакопления и запасы биогенов в отложениях в пределах участков рассчитывались по интервалам глубин 0–2, 2–4, 4–6 и >6 м.

На I участке до г. Костромы стрежневая часть затопленного русла Волги занята речными незаиленными песками. Ниже Костромы в русле появляется тонкий слой серого ила; мощность которого, как правило, не превышает 1–2 см. Склоны русла и пойму (глубины 6–12 м) выше пос. Рыбницы занимает заиленный песок, а в нижней части участка – серый и серый песчанистый илы, высота слоя которых колеблется от 1 до 62 см. Мелководья (глубины до 4 м) заняты размытыми почвами, заиленными песками. Илистые отложения занимают не более 1/3 площади мелководий, и высота их составляет 4–7 см. Распределение отложений на этом участке подчиняется закономерностям, отмеченным ранее [1] для речных плесов верхневолжских водохранилищ, в которых основной формой гидродинамической активности являются стоковые течения.

В Костромском расширении (участок II) размытые почвы и песчанистые отложения занимают около 80% площади дна. Илистые отложения мощностью 6–13 см приурочены к максимальным глубинам (бывшее русло р. Костромки, ее старицы и притоки), на которые не распространяется действие ветрового волнения.

На III участке мощность илистых отложений в русловой ложбине возрастает до 20–30 см, а на склонах русла и пойме колеблется от 3 до 30 см. На глубинах, меньших 6 м, илонакопления не происходит. Это объясняется заметным расширением акватории водохранилища и увеличением размеров ветрового волнения, препятствующего накоплению тонкодисперсных фракций грунта. В заливах, образованных в местах впадения в водохранилище рек Унжи и Немды, наблюдается уменьшение мощности донных отложений до 10–17 см. Однако средняя мощность отложений в заливах в 2 раза выше, чем на участке III в целом.

На озеровидных IV, V, VI участках верхняя граница зоны аккумуляции илистых отложений смещается до глубин 7–9 м. Выше этой границы преобладают размытые почвы и пески. Средняя мощность илистых отложений в стрежневой части русла по участкам составляет 13–20 см, на склонах русла, низкой пойме и понижениях

Накопление донных отложений в Горьковском водохранилище за период 1955-1980 гг.

Участок	Глубина при НПУ, м	Тип отложений	Высота слоя, см	Объем отложений, км ³	Масса отложений, тыс. т	Среднегодовое накопление, см
I Рыбинская ГЭС-пос. Решма	0-2	Заклепанный песок, серый песчаный ил	1.0	0.0006	290	0.04
	2-4	Заклепанный песок, серый ил	3.3	0.0030	1170	0.13
	>4	Заклепанный песок, серый ил, серый песчаный ил	10.4	0.0136	6838	0.42
	Среднее		6.0	0.0172	8298	0.24
II Костромское расширение	0-2	Илистый песок	0.1	0.0002	182	-
	>2	Илистый песок, серый песчаный ил, серый ил	4.7	0.0077	3990	0.19
	Среднее		2.8	0.0079	4172	0.11
	0-2	Заклепанный песок	0.2	0.0002	337	-
III Пос. Решма-г. Юрьевец	2-4	Илистый песок, серый ил	3.4	0.0029	1147	0.14
	>4	Илистый песок, серый песчаный ил, серый ил	6.9	0.0123	5307	0.28
	Среднее		4.2	0.0154	6791	0.17
	>4	Песок, серый песчаный ил, серый ил	8.1	0.0193	7804	0.32
IV Г. Юрьевец-г. Пучеж	Среднее		5.8	0.0193	7804	0.23
	>4	Песок, серый песчаный ил, серый ил, бурый ил	15.2	0.0214	16203	0.61
	Среднее		12.3	0.0214	16203	0.49
	>4	Песок, серый песчаный ил, серый ил, бурый ил	15.2	0.0214	16203	0.61
V Г. Пучеж-г. Чкаловск	Среднее		12.3	0.0214	16203	0.49
	>4	Песок, серый песчаный ил, серый ил, бурый ил	15.2	0.0214	16203	0.61
	Среднее		12.3	0.0214	16203	0.49
	>4	Песок, серый песчаный ил, серый ил, бурый ил	15.2	0.0214	16203	0.61
VI Г. Чкаловск-Горьковская ГЭС	Среднее		12.3	0.0214	16203	0.49
	2-4	Бурый ил	35.0	0.0022	1996	1.40
	>6	Серый ил	10.0	0.0109	4223	0.40
	Среднее		10.1	0.0131	6219	0.40
Всего по водохранилищу			6.0	0.094	49487	0.24

грависто-ложбинного рельефа надпойменной террасы - 11-13 см. Отличительной особенностью грунтового комплекса У и УІ участков является наличие отложений бурого ила, залегающего небольшими пятнами на правой пойме и в русловой ложбине в районе д. Катунки и г. Чкаловска. Бурые илы образованы в результате интенсивного размыва коренного берега водохранилища, сложенного глинисто-мергелистыми породами.

Сопоставление полученных данных с данными грунтовой съемки водоема, проведенной в 1962 г. [2], показывает, что за 18-летний период между съемками граница распространения вторичных отложений по руслу Волги переместилась на 100 км, а на пойме - на 150 км к верховьям водохранилища. Максимальная измеренная мощность илистых отложений (65 см) наблюдалась на левой пойме Волги у входа в Костромское расширение. В составе грунтового комплекса водохранилища отмечен новый тип грунта - бурый ил, не встречающийся в верхневолжских водохранилищах. Верхняя граница зоны аккумуляции вторичных отложений проходит на речном участке по изобате 4 м, на III участке (переходном от речной части к озерной) снижается до 6 м, в озеровидном расширении до 7-9 м. Площадь, занимаемая размытыми почвами, составляет 20%, песками и илистыми песками - 40%, серым песчаным и серым илами - 38% и бурым илом - 2% от общей площади дна водоема.

Средняя для всего водохранилища годовая скорость осадконакопления равна 0,24 см, с колебаниями по участкам от 0,11 до 0,47 см (см. таблицу). Наличие размытых почв и песчаных отложений (60% площади дна) свидетельствует о значительной гидродинамической активности водных масс. Для определения массы осадочного материала выполнено 18 определений объемной массы илистых отложений. Объемная масса песчаных отложений принята равной ее значениям, полученным на Рыбинском водохранилище.

Общая масса донных осадков, накопившихся за все время существования водохранилища, составляет 49,5 млн. т (2 млн. т/год). Основное осадконакопление происходит на глубинах более 4 м, где сосредоточено около 80% массы отложений. Ежегодное уменьшение объема водохранилища за счет осадконакопления составляет 0,04%.

Л и т е р а т у р а

1. Б у т о р и н Н.В., З и м и н о в а Н.А., К у р д и н В.П. Донные отложения верхневолжских водохранилищ. Л., 1975. 150 с.
2. В и н о г р а д о в а Н.Н., Э д е л ь ш т е й н К.К. Характеристики взвесей и грунтов Горьковского водохранилища. - В кн.: Комплексные исследования водохранилищ. М., 1971, вып. 1, с. 112-121.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ИНФОРМАЦИИ

Международная школа-семинар „Взаимодействие между водой и осадками в озерах и водохранилищах и моделирование процессов“ (Н.А. Зиминова)	3
---	---

СООБЩЕНИЯ

И в а т и н А.В. Интенсивность микробиологических процессов в Приплетинном плесе Куйбышевского водохранилища	5
И в а т и н А.В. Количество и время генерации сапрофитной микрофлоры в воде Приплетинного плеса Куйбышевского водохранилища	8
А н д р о с о в а Е.Я., П о п ч е н к о И.И., Б у р к о - в а Т.Н. Фитопланктон Куйбышевского водохранилища в 1981 г.	13
Г о ш к а д е р я В.А. Динамика развития зоопланктона Куйбышевского водохранилища в 1981 г.	17
Т и м о х и н а А.Ф. Динамика численности и продукция зоопланктона в Приплетинном плесе Куйбышевского водохранилища	20
Е ж о в а Т.Е. К вопросу о вертикальном распределении зоопланктона в Приплетинном плесе Куйбышевского водохранилища	24
Т и м о х и н а А.Ф. Рост и размножение планктонных ракообразных в Приплетинном плесе Куйбышевского водохранилища	28
Т и м о х и н а А.Ф. Плодовитость планктонных ракообразных в Куйбышевском и Саратовском водохранилищах	33
Р о м а н о в а Е.П., Б о н д а р е н к о Л.Ф. Калорийность ракообразных Куйбышевского водохранилища	37
Б о р о д и ч Н.Д., Б о н д а р е н к о Л.Ф. О биологии мизид Куйбышевского водохранилища	42
Т и м о х и н а А.Ф., И в а т и н А.В., В ы х р и с т ю к Л.А., П о п ч е н к о В.И., П о п ч е н к о И.И. Характеристика потока энергии в экосистеме Приплетинного плеса Куйбышевского водохранилища	46
Д о в б н я И.В. Высшая водная растительность озер Верхнего Поволжья	50
М ы л ь н и к о в А.П., Ж г а р е в Н.А. Жгутиконосцы литорали Баренцева моря и пресноводных водоемов	54
Б а к а н о в А.И. О бентосе Шекснинского плеса Рыбинского водохранилища	57
Ф у р с а П.Н. Некоторые данные о структуре стада и распределении кумжи (<i>Salmo trutta</i> L.) в юго-восточной части Балтийского моря	61
Л и ф - ш и ц В.Х., Б а р х а т о в а И.В., Л и т в и н о в А.С. Пространственно-временная изменчивость температуры воды в Рыбинском водохранилище по данным автономных и дистанционных измерений	64
З а к о н н о в В.В., З и м и н о в а Н.А. Осадконакопление в Горьковском водохранилище	68

INFORMATION	Page
International seminar „Interaction of water and sediment in lakes and reservoirs and modelling of the processes" (N.A. Ziminova)	3
COMMUNICATION	
I v a t i n A.V. Intensity of microbiological processes in near dam reach of the Kuibyshev reservoir	5
I v a t i n A.V. Quantity and duration of saprophytic microflora generation in near dam reach of the Kuibyshev reservoir	8
A n d r o s o v a E.Ja., P o p t c h e n k o I.I., B u r k o v a T.N. Phytoplankton of the Kuibyshev reservoir in 1981	13
G o s h k a d e r j a V.A. Dynamics of zooplankton development in the Kuibyshev reservoir in 1981 . . .	17
T i m o k h i n a A.F. Abundance dynamics and zooplankton production in the near dam reach of the Kuibyshev reservoir	20
E t s o v a T.E. On vertical distribution of zooplankton in near dam reach of the Kuibyshev reservoir . .	24
T i m o k h i n a A.F. Growth and reproduction of plankton crustaceans in near dam reach of the Kuibyshev reservoir	28
T i m o k h i n a A.F. Fecundity of plankton crustaceans in the Kuibyshev and Saratov reservoirs . .	33
R o m a n o v a E.P., B o n d a r e n k o L.F. Calorific value of crustaceans of the Kuibyshev reservoir	37
B o r o d i t c h N.D., B o n d a r e n k o L.F. Dependence on temperature of some characteristics of mysids in the Kuibyshev reservoir	42
T i m o k h i n a A.F., I v a t i n A.V., V y k h r i s t u k L.A., P o p t c h e n k o V.I., P o p t c h e n k o I.I. Characteristics of energy flow in the ecosystem of near dam reach of the Kuibyshev reservoir	46
D o v b n j a I.V. Higher water plants of the Upper Volga lakes	50
M y l n i k o v A.P., S g a r e v N.A. Flagellata of the littoral of the Barents Sea and freshwater water-bodies	54
B a k a n o v A.I. On benthos of the Sheksna reach of the Rybinsk reservoir	57
F u r s a N.N. Some data on structure and distribution of sea trout (<i>Salmo trutta</i> L.) stock in the southern east part of the Baltic Sea	61
L i f t s h i z V.Kh., B a r h a t o v a I.V., L i t v i n o v A.C. Spatial-temporal variability of water temperature in the Rybinsk reservoir according to autonomous and distant measuring	64
Z a k o n n o v V.V., Z i m i n o v a N.A. Accumulation of bottom deposits in the Gorky reservoir . .	68

ДОПОЛНЕНИЕ

В вышедшей из печати в 1983 г. в издательстве „Наука“ монографии „Куйбышевское водохранилище“ допущена по вине редколлегии ошибка. В главе третьей пропущен один из соавторов. Следует читать: глава третья Гидрохимический режим (Н.Н. Гусева, Л.А. Выхристюк, С.И. Третьякова).