

06
ИБВВ

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

8

28024 -7

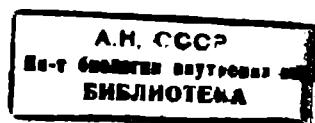
АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ
ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

2302У-17

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 8



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ЛЕНИНГРАД · 1970

Главный редактор
доктор биологических наук
В. С. КУЗИН

Редактор издания
доктор биологических наук
В. К. ШТЕГМАН

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД
Информационный бюллетень № 8

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

Редактор издательства *Л. М. Маковская*
Технический редактор *О. Н. Скобелева*
Корректор *Н. П. Кизим*

Сдано в набор 3/IV 1970 г. Подписано к печати
15/X 1970 г. Формат бумаги 60×90¹/₁₆. Бум. л. 2¹/₂.
Печ. л. 5=5 усл. печ. Уч.-изд. л. 5.4. Изд. № 4483.
Тип. зак. № 878, М-45799. Тираж 1100. Бумага № 1.
Цена 36 коп.

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

2-10-4
Заказное

1-я тип. издательства «Наука». Ленинград В-34,
9 линия, д. 12

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗООПЛАНКТОНА В ВОДОХРАНИЛИЩЕ-ОХЛАДИТЕЛЕ ЛИТОВСКОЙ ГРЭС

Водохранилище-охладитель Литовской ГРЭС, заполненное в 1962 г., представляет собой систему затопленных озер. Его площадь 12.6 км², объем 90 млн м³, средняя глубина 7.2 м, максимальные глубины в озерных котловинах достигают 32 м, минимальные — 0.5 м. Водоем разделяется на речной (ст. I—IV) и озерный (ст. V—XV) участки (рис. 1). В озерном участке под воздействием теплового потока воды образуется замкнутое циркуляционное движение водных масс. Скорость течения на поверхности озерного участка не превышает 10—20 см/сек., а у дна 5—10 см/сек. В речной участок, где течение около 5 см/сек., подогретые воды практически не поступают. Летом влияние тепловых сбросных вод проявляется в поверхностных слоях лишь в озерной части водоема. Здесь температура колеблется от 21 до 25°, в то время как в речной части она не превышает 21°. Зимой половина площади озерного участка не замерзает и температура поверхностного слоя в районе сбросной зоны достигает 8°. Слой температурного скачка летом сохраняется ниже 5 м.

Видовой состав зоопланктона водохранилища представлен 19 видами организмов: 9 видов клadoцер, 4 вида копепод и 6 видов коловраток (см. таблицу). В зоне потока теплой воды и за ее пределами видовой состав зоопланктона почти не меняется. Среди клadoцер преобладают *Daphnia cucullata*, *D. cristata*, *Bosmina longirostris*, *B. crassicornis* и *Diaphanosoma brachyurum*, среди копепод — *Mesocyclops leuckarti*, *M. oithonoides*, *Diaptomus gracilis* и *D. graciloides*.

Материал, собранный на 4 станциях — у водозабора (ст. XIV), на отводящем канале (ст. VIII), в зоне потока теплой воды (ст. VI) и за пределами теплого потока в речном участке водохранилища (ст. I), показывает, что плотность зоопланктона на отдельных станциях в летний период колеблется от 95 до 187 тыс. экз./м³, а биомасса — от 2.2 до 5.4 г/м³ (рис. 2). На всех станциях, за исключением ст. VIII, максимальную численность (91 тыс. экз./м³) и биомассу (4.7 г/м³) дают клadoцеры. Больших различий в динамике численности отдельных видов клadoцер в зоне потока теплой воды (ст. VI) и за ее пределами (ст. I) не отмечалось

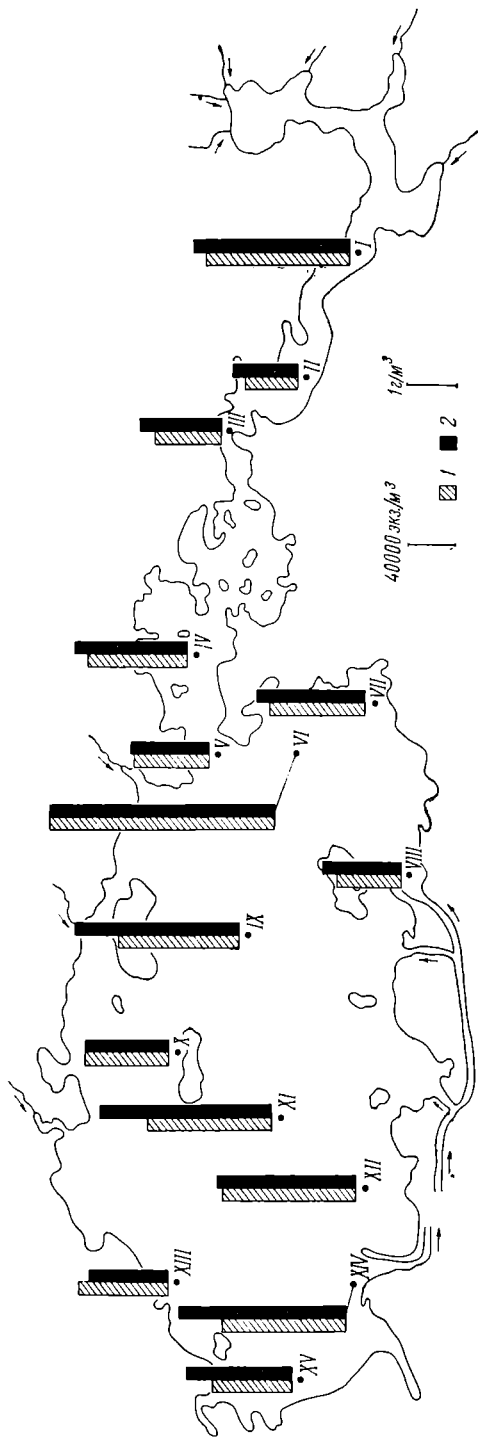


Рис. 1. Схема распределения зоопланктона на отдельных станциях в августе 1968 г.
 1 — численность, тыс. экз./м³; 2 — биомасса, г/м³. Римские цифры — номера станций; стрелки — направление течения потока.

(см. таблицу и рис. 2). Исключение составлял редко встречающийся *Polyphemus pediculus*, обитающий только в зоне теплого потока. В сезонной динамике численности отдельных видов копепоид в зоне теплого потока и за ее пределами также не наблюдается больших различий, кроме несовпадения сроков увеличения численности *Diaptomus*. Преобладающие коловратки (*Schizocerca diversicornis*, *Keratella quadrata* и *Synchaeta pectinata*) чаще и в большем количестве встречаются в зоне влияния теплых вод (см. таблицу).

Максимальная численность и биомасса зоопланктона наблюдаются в июле. Это характерно для всех участков водохранилища

Видовой состав и численность зоопланктона в зоне потока теплой воды и за ее пределами в 1967 г.

Наименование организмов	В зоне потока теплой воды						За пределами зоны потока теплой воды					
	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
<i>Daphnia longispina</i>	—	—	—	—	3	1	—	—	—	1	4	3
<i>D. cucullata</i>	1	4	4	4	3	1	1	4	3	—	2	—
<i>D. cristata</i>	3	4	4	2	—	1	—	5	3	4	—	3
<i>Bosmina longirostris</i>	2	2	4	5	2	2	3	2	4	5	3	3
<i>B. crassicornis</i>	4	2	—	2	5	3	1	2	1	3	2	5
<i>Chydorus sphaericus</i>	—	—	1	—	—	—	2	1	1	—	1	—
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	—	—	2	2	2	—	—	1	1	—	—	1
<i>Leptodora kindtii</i> . . .	1	3	—	—	1	1	—	1	—	1	1	1
<i>Polyphemus pediculus</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
<i>Diaptomus gracilis</i> . .	1	3	2	2	1	1	—	1	—	—	2	2
<i>D. graciloides</i>	1	—	3	—	—	1	1	1	2	1	—	1
<i>Juv. Diaptomus</i>	—	—	—	—	2	3	—	2	1	2	—	—
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	1	3	4	4	1	—	2	2	3	1	1	—
<i>M. oithonoides</i>	—	1	2	2	1	—	—	1	1	1	1	—
<i>Nauplii</i>	2	3	4	4	4	3	1	3	4	4	—	1
<i>Keratella quadrata</i>	—	2	3	2	—	—	1	1	4	1	—	—
<i>Asplanchna priodonta</i>	—	—	—	—	1	2	—	—	3	—	—	1
<i>Testudinella patina</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Schizocerca diversicornis</i>	—	1	3	—	—	—	—	1	3	1	2	—
<i>Synchaeta pectinata</i>	1	1	—	—	—	—	2	—	2	2	4	—
<i>Notholca longispina</i>	—	—	1	1	—	—	—	1	—	2	—	—

Примечание. 1 — до 0,2 тыс. экз./м³; 2 — до 0,5; 3 — до 5; 4 — до 20; 5 — более 20 тыс. экз./м³.

как в зоне потока теплой воды, так и за ее пределами. Наибольшие концентрации зоопланктона обнаружены по периферии теплового потока, в местах резких поворотов течения или на участках

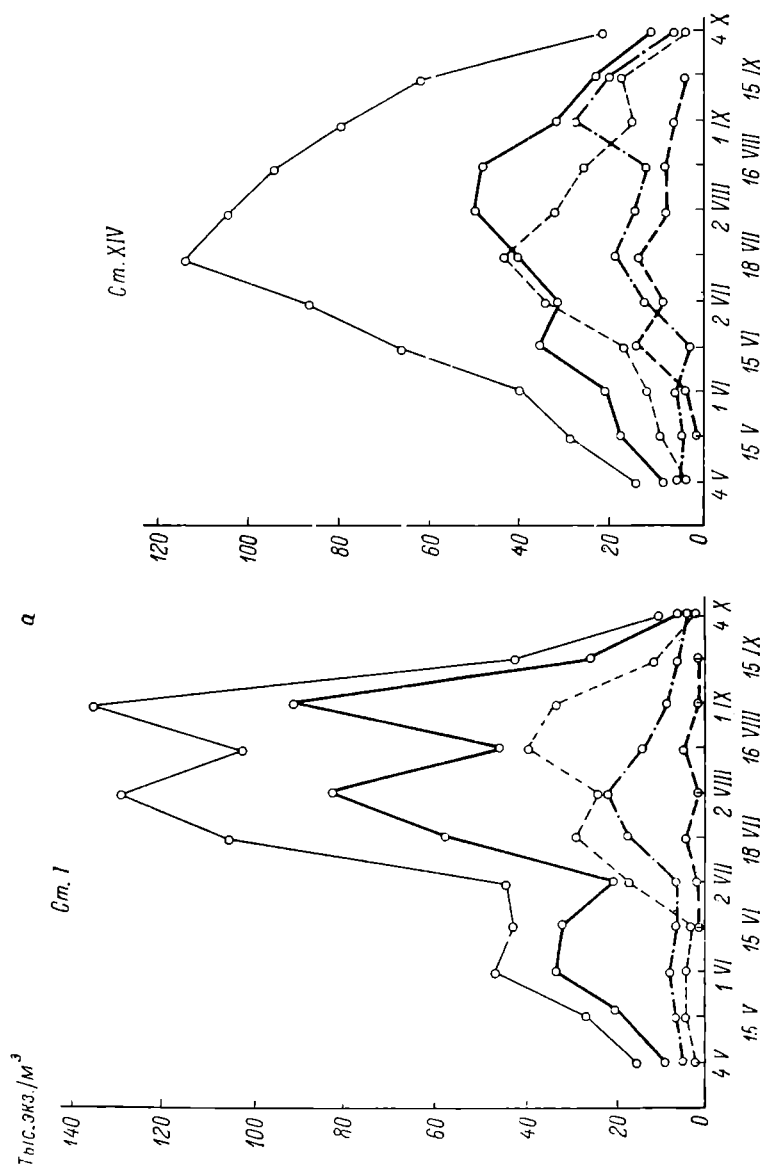


Рис. 2. Сезонная динамика зоопланктона в 1968 г.

а — численность, тыс. экз./м³; б — биомасса, г/м³. 1 — *Cyclops I*; 2 — *Nauplius*; 3 — *Cladocera*; 4 — *Rotatoria*; 5 — общая.

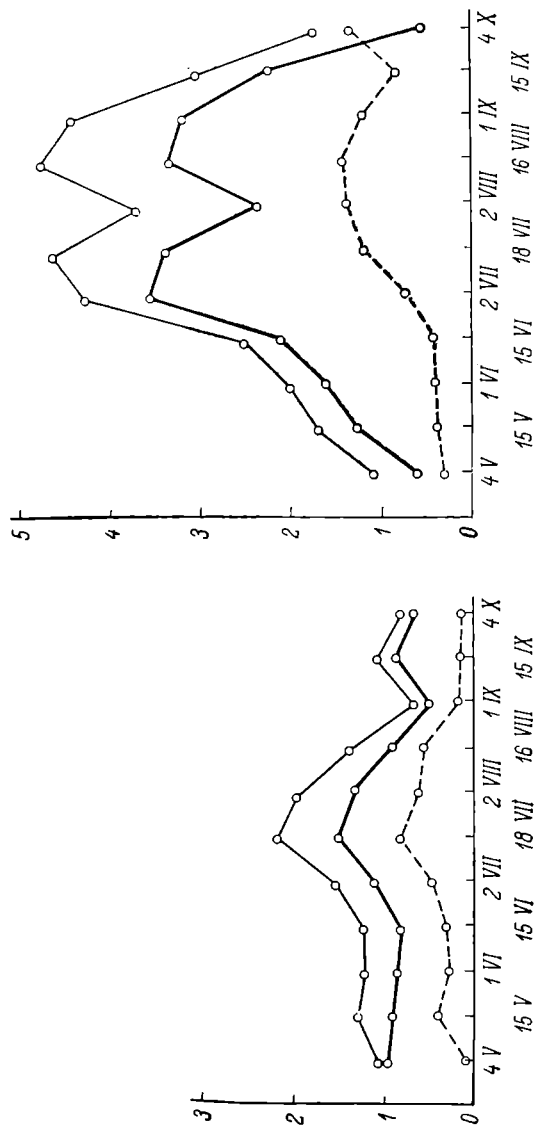
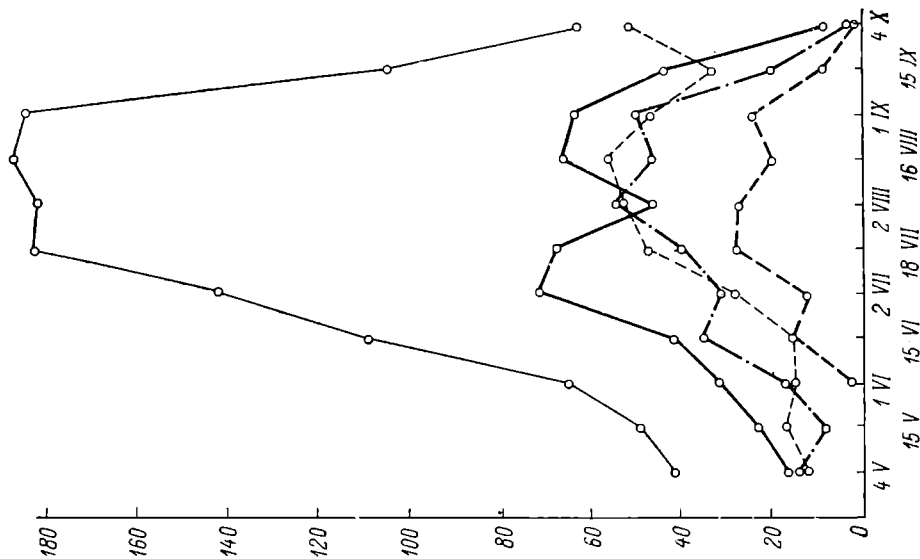
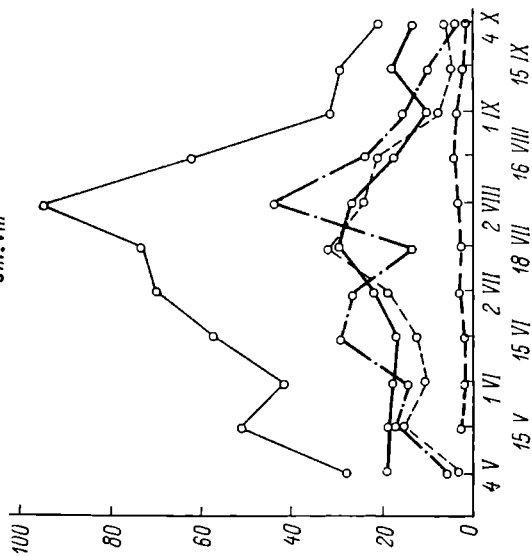


Рис. 2 (продолжение).

α $C_{m. VI}$



$C_{m. VIII}$



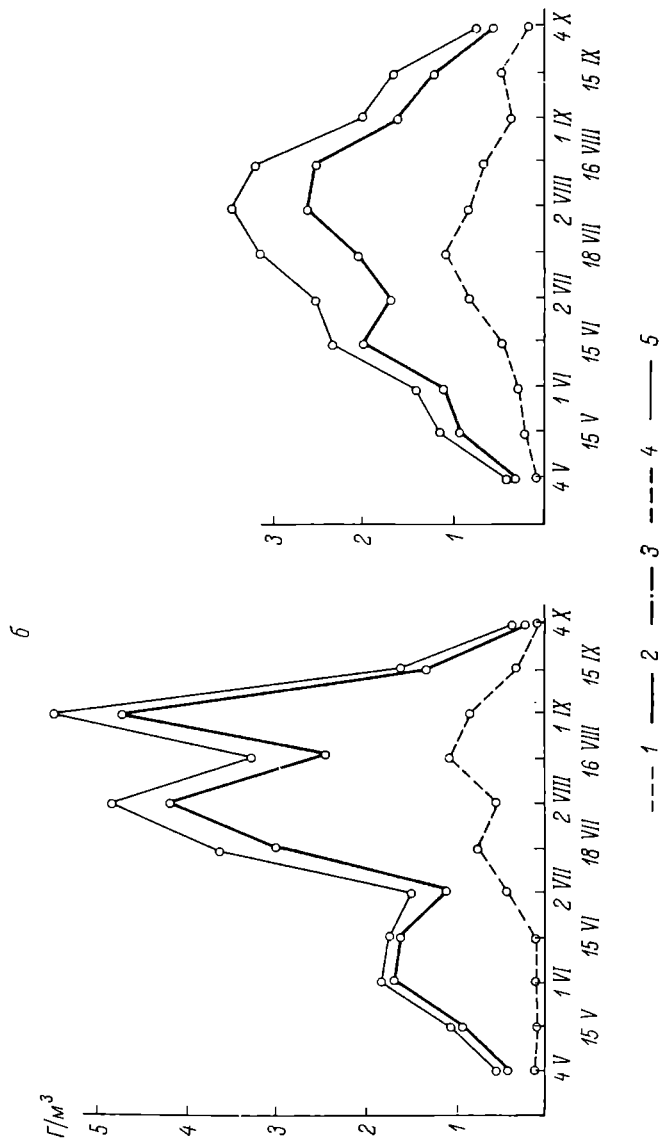


Рис. 2 (продолжение).

с циркуляционным течением. Так, на ст. VI (рис. 2) плотность зоопланктона за период с 18 июля по 1 сентября 1968 г. сохранялась в пределах 180—190 тыс. экз./м³ при биомассе 4.7 г/м³. Здесь численность науплиусов коловраток значительно выше таковой в речном участке. В зоне потока теплой воды, где сильнее течение, плотность и биомасса организмов уменьшаются вдвое (рис. 2, ст. VIII). Численность планктонных животных на этом участке во все сезоны года не превышает 95 тыс. экз./м³, биомасса — 2.2 г/м³. В речном участке характер сезонной динамики зоопланктона отличается от озерного. Здесь ярче выражены колебания численности и биомассы зоопланктона. Их максимальные показатели достигают сравнительно больших величин, но продолжительность периода высоких значений численности организмов сокращается (рис. 2). Зимой в зоне теплого потока и за его пределами основную биомассу зоопланктона составляют *Diaptomus graciloides* и *Mesocyclops oithonoides*. Их численность очень низка и не превышает 2 тыс. экз./м³ при биомассе 0.7 г/м³.

Таким образом, в зоне теплового потока численность и биомасса зоопланктона вдвое меньше, чем на всех других участках, и при температуре воды 25—30° летом не превышает 95 тыс. экз./м³ при биомассе 2.2 г/м³, а зимой 2 тыс. экз./м³ при биомассе 0.7 г/м³. Оптимальные условия для жизни зоопланктона отмечены в участках водоема за пределами влияния сбросных вод, где в период интенсивного развития численность зоопланктона достигает 187 тыс. экз./м³, а биомасса — 5.4 г/м³.

Институт зоологии и паразитологии АН Литовской ССР

В. А. Елизарова

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О СОДЕРЖАНИИ ХЛОРОФИЛЛА В ФИТОПЛАНКТОНЕ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА

Количество хлорофилла служит хорошим показателем степени развития фитопланктона и его первичной продуктивности. Поэтому определение содержания этого пигмента в планктоне океанических, морских и пресных вод становится одной из основных частей гидробиологических исследований. В настоящей работе представлены данные о хлорофилле и биомассе фитопланктона Онежского озера.

Материал собран с 22 по 30 июля 1968 г. с трех горизонтов (0, 5 и 10 м) на 25 станциях, расположенных в открытой части озера. Одна станция (№ 34) находилась в Петрозаводской губе. С каждого из указанных горизонтов вода отбиралась плексигла-

совым батометром, выливалась в ведро, откуда после тщательного перемешивания брались два объема по 5—5.5 л воды для анализа хлорофилла и 1 л для подсчета биомассы фитопланктона.

Планктон концентрировался фильтрацией через мембранный фильтр № 6, предварительно обработанный трехкратным кипячением в дистиллированной воде. Сразу же после фильтрации осевший планктон с целью нейтрализации клеточной кислоты посыпался небольшим количеством углекислого кальция. Фильтры с планктоном высушивались в темноте при комнатной температуре, а затем хранились в затемненном эксикаторе над силикагелем в холодильнике. Определение хлорофилла проводилось сразу же после окончания экспедиции в течение трех недель. Для экстрагирования пигментов фильтр с водорослями помещался в 10 мл 90%-го ацетона и ставился на 15 час. в холодильник, после чего производилась фильтрация через стеклянный фильтр № 3 или № 4. На спектрофотометре СФ-4 определялись экстинкции фильтрата при $\lambda = 630, 645, 663$ и 750 мкм. Контролем служил фильтрат раствора одного фильтра в 10 мл 90%-го ацетона. Расчеты велись по формулам, предложенным рабочей группой № 17, созданной при Юнеско, по определению фотосинтетических пигментов в воде (Monographs on oceanographic methodology, 1, 1966). Подсчет клеток фитопланктона производился в камере типа Пожотта объемом 1/100 см³. Биомасса водорослей вычислялась согласно инструкции ВНИРО (Ишнов, 1934).

При обработке полученных данных использовались некоторые методы вариационной статистики.

Исследования показали, что основными формами хлорофилла в планктоне озера являются хлорофиллы *a* и *c*. Это хорошо согласуется с полученными нами данными по учету видового состава фитопланктона, показавшими преобладание на всех станциях диатомовых водорослей. Доминирование указанной группы водорослей в фитопланктоне Онежского озера отмечено также Н. П. Давыдовой и Н. А. Петровой (1966). В период наших наблюдений в Онежском озере хлорофилла *c* во всех пробах было значительно меньше, чем хлорофилла *a*. Отношение хлорофиллов *c/a* было всегда менее 1. Распределение хлорофиллов в открытой части озера для слоя 0—10 м представлено на рис. 1. Как видно из этого рисунка, оно довольно однородное. На центральных станциях среднее содержание хлорофилла составило 0.8 мг/л воды. Несколько больше его было в планктоне станций, расположенных ближе к берегам озера (1 г/л воды). Среди последних выделяется станция в Петрозаводской губе (2 г/л). Вертикальное распределение хлорофилла на исследованных глубинах характеризуется сравнительно постоянными величинами.

Фитопланктон в период наблюдений состоял в основном из диатомовых водорослей. Доминирующими видами были *Melosira distans* var. *alpigena* Grun., *Asterionella formosa* Hass., *Tabellaria fenestrata* var. *fenestrata* (Lyngb.) Kütz., *Stephanodiscus astraea* (Ehr.) Grun. Лишь на одной из станций (№ 21) у поверхности в солнечную штилевую погоду основную массу составила сине-зеленая водоросль *Woronichinia naegeliana* (Ung.) Elenk. По

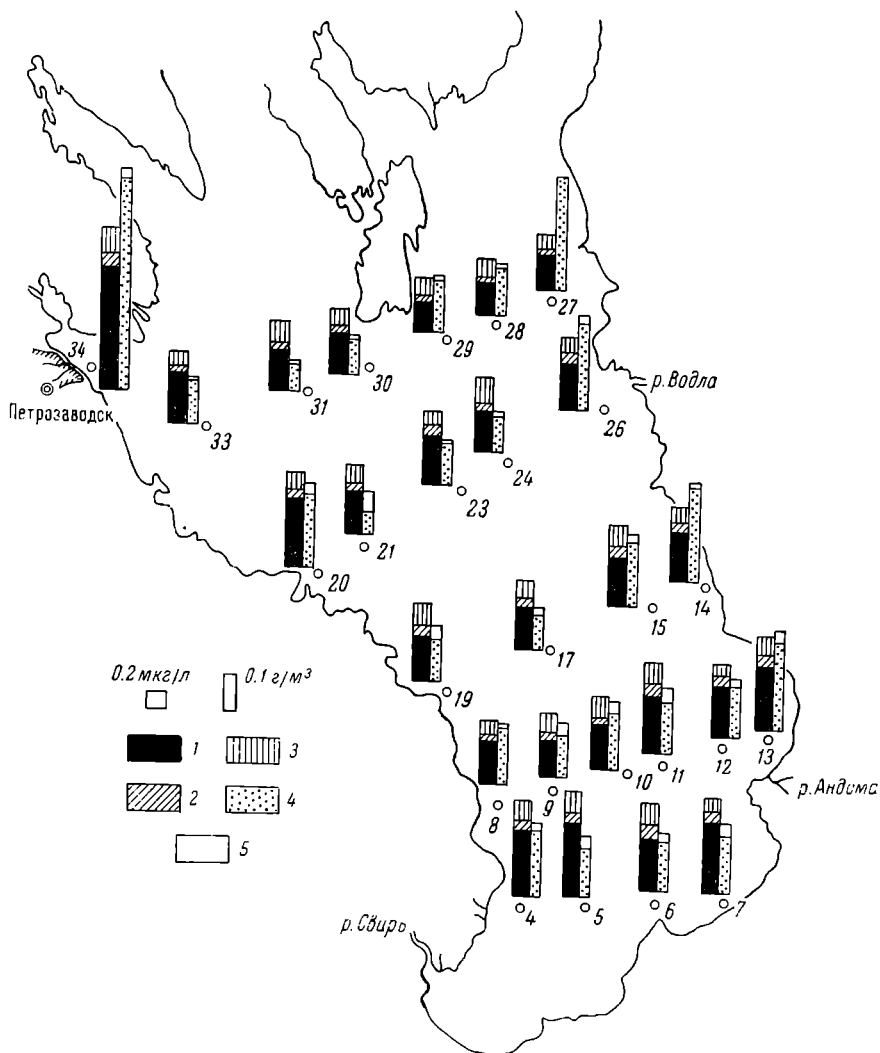


Рис. 1. Содержание хлорофилла в 1 л и биомассы в 1 м³ фитопланктона по станциям.

1 — хлорофилл а, мкг/л; 2 — хлорофилл б, мкг/л; 3 — хлорофилл с, мкг/л; 4 — биомасса диатомовых водорослей, г/м³; 5 — биомасса прочих водорослей, г/м³.

биомассе водорослей, так же как и по содержанию хлорофилла, выделяются два участка озера — центральный и прибрежный (рис. 1). Биомасса на этих участках варьировала соответственно в пределах 0.04—0.32 г/м³ и 0.12—0.41 г/м³. В Петрозаводской губе биомасса составляла 0.7 г/м³. Вертикальное распределение фитопланктона характеризовалось небольшим увеличением биомассы в слоях воды 5 и 10 м по сравнению с таковым на поверхности. В большей степени это отмечалось для станций, расположенных ближе к берегам.

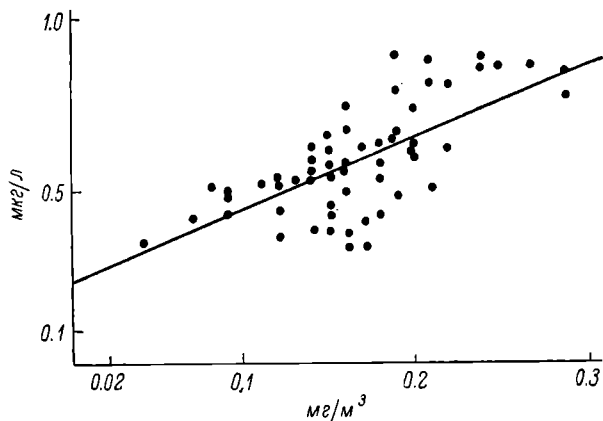


Рис. 2. Корреляция связи между общей биомассой и суммой хлорофиллов в летнем диатомовом планктоне.

По оси абсцисс — общая биомасса, мг/м³; по оси ординат — сумма хлорофиллов, мкг/л.

Значительный интерес представляет выявление закономерных связей между содержанием хлорофилла и биомассой фитопланктона. Для выявления наличия и степени такой связи в летнем диатомовом планктоне открытой части Онежского озера нами вычислялся коэффициент корреляции (r). Он устанавливался для суммы хлорофиллов и общей биомассы, а также для ведущего зеленого пигмента хлорофилла a и общей биомассы фитопланктона. В обоих случаях r оказался равным $+0.6$ при уровне значимости 0.001. Такое значение r указывает на существование положительной корреляции между этими величинами. Близкая величина r ($+0.66$) получена З. З. Финенко (1964) для диатомового планктона Черного моря.

Методом наименьших квадратов было рассчитано количество хлорофилла, приходящегося на единицу биомассы фитопланктона. Оказалось, что в 1 мг биомассы содержится в среднем 2.4 мкг суммарного хлорофилла и 1.95 мкг хлорофилла a . О характере

связи между хлорофиллом *a* и биомассой дает наглядное представление рис. 2.

Весьма заманчиво подойти к определению биомассы диатомовых водорослей по содержанию в планктоне хлорофилла *c*. К сожалению, вполне определенной связи между биомассой диатомовых водорослей и хлорофиллом *c* выявить не удалось.

Сравнительному постоянству количества хлорофилла на разных горизонтах в какой-то степени способствовало перемешивание масс воды, так как периоду наблюдений предшествовала холодная погода с частыми штормами и волнениями. Несоответствие в вертикальном распределении хлорофилла и биомассы на прибрежных станциях, по-видимому, можно объяснить завышенным значением биомассы из-за подсчета мертвых клеток. Эти данные в расчеты линий регрессии не принимались.

Более высокая продуктивность фитопланктона в Петрозаводской губе по сравнению с открытой частью озера могла быть вызвана некоторой эвтрофикацией этого залива за счет бытовых и промышленных сточных вод города.

Наши результаты по содержанию хлорофилла в Онежском озере согласуются с предварительными данными И. В. Потоцкой (1965), полученными также для открытой части озера в летний период.

ЛИТЕРАТУРА

- Давыдова Н. Н., Н. А. Петрова. 1966. Водоросли Онежского озера. Тез. докл. 6-й сессии Ученого совета по пробл. «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Карелии». Карельское кн. изд., Петрозаводск.
- Потоцкая И. В. 1965. Предварительные данные о содержании хлорофилла в фитопланктоне открытой части Онежского озера. В сб.: Предварительные результаты работы комплексной экспедиции по исследованию Онежского озера, 1, Карельское кн. изд., Петрозаводск.
- Финенко З. З. 1964. Содержание хлорофилла в планктоне Черного и Азовского морей. Океанология, 4, 3.
- Яшнов В. А. 1934. Инструкция по сбору и обработке планктона. Изд. ВНИРО, М.
- Determinations of photosynthetic pigments in sea-water. 1966. Monogr. ou oceanogr. method. 1. Paris. Unesco.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

**ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ И ДЕСТРУКЦИЯ
ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В КУЙБЫШЕВСКОМ
ВОДОХРАНИЛИЩЕ В 1966 г.**

Изучение первичной продукции и деструкции органического вещества в Куйбышевском водохранилище производилось в 1957 (Салманов, Сорокин, 1962) и 1958 гг. (Пырина, 1966). Наши исследования по определению величины фотосинтеза и деструкции органического вещества были начаты в 1965 г. (Иватин, 1968) и продолжались в 1966 г. Пробы отбирались на 18 станциях, которые указаны на рис. 1.

Определение производили кислородным методом (Винберг, 1934), инкубируя склянки в аквариумах на палубе экспедиционного судна. Вычисление суточной продукции органического вещества за счет фотосинтеза фитопланктона под 1 м² водного зеркала и по всему водохранилищу за период вегетации производили по схеме Ю. И. Сорокина (1958). Для перевода в углерод величины, полученные в кислороде, множили на коэффициент 0.31.

Интенсивность фотосинтеза и деструкции органического вещества в отдельных плесах водохранилища в течение вегетационного периода 1966 г. колебалась в больших пределах (табл. 1). В мае фотосинтез был наиболее интенсивным в Волжском плесе, который раньше освободился от льда, а в июне — в Ундорском.

В июле по всему водохранилищу отмечалось небольшое снижение первичной продукции. Однако в Черемшанском заливе в этом месяце фотосинтез протекал интенсивнее, чем в мае и июне, достигнув максимума за весь период вегетации (2.91—3.55 г С/м²) в сутки. В августе высокий уровень фотосинтеза наблюдался в Волжском плесе — 4.49 г С/м² в сутки. Значительно возросла в это время первичная продукция в Камском и Тетюшском плесах — до 2.68 г С/м² в сутки.

В этот период так же интенсивно протекали и процессы разрушения органического вещества. Первичная продукция, синтезированная в трофогенном слое воды, здесь же в основном и разрушалась. Деструкция органического вещества во всем столбе воды значительно превышала его продукцию. В сентябре процессы образования и разрушения органического вещества в водохранилище стали ослабевать.

Сезонные изменения образования первичной продукции по средне-суточным данным по всему водохранилищу и изменение температуры воды показаны на рис. 2. Продукция фотосинтеза была наиболее интенсивной (2.08 гС/м² в сутки) в августе при высокой температуре воды — 24.4°. В летний период усиленно развиваются синезеленые водоросли, за счет которых усиливается процесс образования органического вещества. Ранней весной

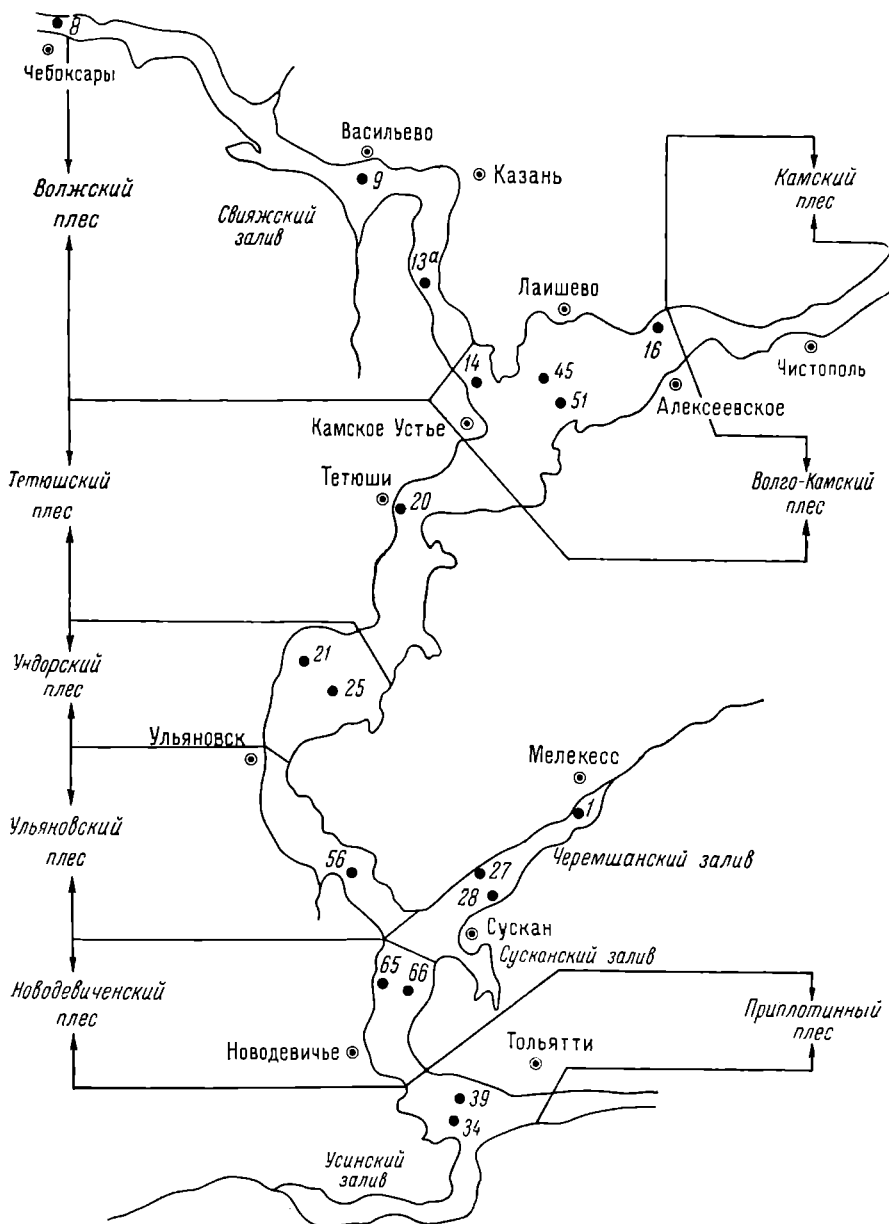
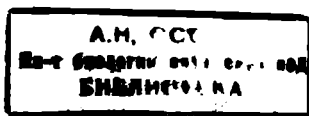


Рис. 1. Схематическая карта Куйбышевского водохранилища с номерами станций.

Суточная валовая продукция и деструкция органического вещества в Куйбышевском водохранилище
в 1966 г. под 1 м², в г углерода

№ станции	4—14 мая		4—11 июня		4—11 июля		4—11 августа		1—9 сентября		1—7 октября	
	продукция	деструкция	продукция	деструкция	продукция	деструкция	продукция	деструкция	продукция	деструкция	продукция	деструкция
8	0.55	2.36	0.97	1.69	1.84	2.32	4.49	6.21	1.00	1.47	0.36	1.11
9	0.25	—	1.01	2.60	1.77	2.29	3.02	4.17	0.57	2.18	0.47	0.03
13а	0.37	4.40	0.93	2.29	0.48	2.10	1.47	4.75	0.21	2.44	0.28	0.72
14	0.31	3.15	1.05	3.17	0.12	1.78	3.24	12.96	0.07	0.78	0.39	1.94
16	0.07	1.35	0.37	4.42	0.63	1.44	1.20	5.76	0.35	0.56	0.12	0.51
45	—	3.89	0.39	1.84	0.32	2.88	2.51	7.12	0.49	1.14	0.09	0.83
51	0.14	1.12	0.20	0.87	0.23	0.55	2.68	1.59	0.49	0.34	0.09	0.19
20	0.24	0.58	0.48	5.01	—	3.60	2.62	28.99	0.08	1.27	0.17	2.25
21	0.15	4.04	3.36	0.72	0.21	4.11	1.61	9.41	0.06	1.05	0.08	1.78
25	0.08	1.62	2.68	5.06	0.21	3.52	1.14	2.68	0.21	0.97	0.07	0.58
56	0.07	0.84	0.78	8.49	0.34	3.69	0.97	4.86	0.79	5.72	0.12	2.23
1	0.80	0.36	1.61	0.36	3.55	1.20	2.19	1.10	—	—	—	—
27	—	5.76	0.43	1.32	2.91	5.14	3.07	1.40	0.23	0.94	0.16	0.37
28	0.10	—	0.52	0.96	2.92	2.46	3.04	2.58	0.41	0.52	0.16	0.36
65	—	3.96	0.48	6.35	0.37	6.97	1.21	6.19	0.42	7.54	0.09	4.87
66	0.09	1.07	0.26	1.72	0.43	3.07	0.97	2.11	0.25	1.28	0.08	0.38
34	0.09	2.47	0.43	7.50	0.69	4.80	1.45	6.48	0.40	9.75	0.06	3.56
39	0.09	1.59	0.16	3.85	0.69	3.07	0.61	3.25	0.17	3.25	0.08	1.87
Средняя за рейс	0.23	2.41	0.89	3.23	1.04	3.06	2.08	6.20	0.35	2.42	0.17	1.39



и осенью в составе фитопланктона преобладают диатомовые водоросли, фотосинтетическая активность которых по сравнению с синезелеными значительно ниже. Температура воды весной и осенью

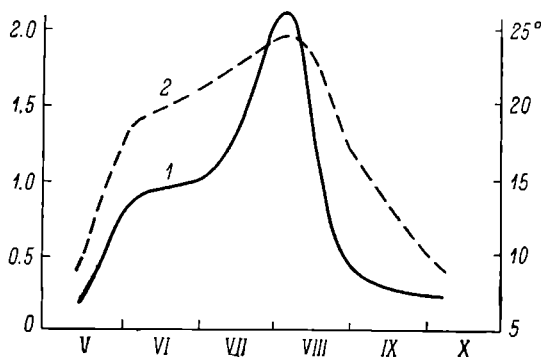


Рис. 2. Первичная продукция (1) и температура воды (2) в Куйбышевском водохранилище за вегетационный период в 1966 г.

По оси ординат слева — продукция фотосинтеза, г/см² · сутки, справа — температура воды,

была низкой и колебалась в пределах 9,5—10°, соответственно слабо протекали и процессы фотосинтеза (0,17—0,22 г С/м² в сутки).

Как видно из изложенного, фотосинтез и деструкция в отдельных плесах протекали с различной интенсивностью. Поэтому рас-

Таблица 2

Фотосинтез и деструкция органического вещества в Куйбышевском водохранилище за 1957—1958 и 1965—1966 гг. (в углероде)

Год	Фотосинтез		Деструкция		Литературный источник
	на все водохранилище, тыс. т	под 1 м ² , г	на все водохранилище, тыс. т	под 1 м ² , г	
1957	800	143	1600	286	Салманов и Сорокин, 1962 Пырина, 1966 Иватин, 1968 Наши данные
1958	940	168	1680	300	
1965	340	68	—	—	
1966	650	130	1800	360	
Средняя	683	127	1693	315	

чет величины валовой продукции за счет фотосинтеза фитопланктона и величины деструкции органического вещества на все водохранилище был произведен по средневзвешенной арифметической величине. Исходя из данных среднесуточной продукции и деструк-

дни за каждый месяц и принимая вегетационный период равным 180 дням, мы рассчитали продукцию и деструкцию органического вещества в тоннах углерода на все водохранилище. Первичная продукция в 1966 г. составила 650 тыс. т, а деструкция — 1800 тыс. т углерода.

Величины продукции фотосинтеза значительно колеблются в разные годы (табл. 2). В 1965 и 1966 гг. первичная продукция была значительно ниже, чем в первые годы существования водохранилища, когда наличие большого количества биогенных веществ вызвало бурную вспышку фитопланктона и его высокую продуктивность (Салманов и Сорокин, 1962). В 1965 г. в Куйбышевском водохранилище фитопланктон развивался слабо и величина первичной продукции была низкой. При интенсивном развитии синезеленых водорослей в 1966 г. первичная продукция составила величину более высокую по сравнению с 1965 г. (табл. 2). Следует отметить также, что деструкция органического вещества в водоеме в 2—3 раза превышает первичную продукцию. По-видимому, в водоем поступает значительное количество органического вещества аллохтонного происхождения.

ЛИТЕРАТУРА

- Винберг Г. Г. 1934. К вопросу о балансе органического вещества в водоемах. Тр. лимнол. ст. в Косине, 18.
- Ив а т и л А. В. 1968. Микробиологическая характеристика Куйбышевского водохранилища в 1965 г. Микробиология, 37, 2.
- Шы р и н И. Л. 1966. Первичная продукция фитопланктона в Ивановском и Куйбышевском водохранилищах в зависимости от некоторых факторов. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 13 (16).
- С а л м а н о в М. А., Ю. И. С о р о к и н. 1962. Первичная продукция Куйбышевского водохранилища. Изв. АН СССР, сер. биол., 14.
- С о р о к и н Ю. И. 1958. Первичная продукция органического вещества в водной толще Рыбинского водохранилища. Тр. биол. ст. Борок, 3.

Куйбышевская станция Института биологии
внутренних вод АН СССР

В. И. Ромащенко

ПОПРАВочНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ НА ВЕЛИЧИНУ САМОПОГЛОЩЕНИЯ β -ИЗЛУЧЕНИЯ В ОСАДКАХ $BaS^{35}O_4$

При определении интенсивности микробиологических процессов редукции сульфатов (Иванов, 1956) возникает необходимость установить радиоактивность серы в осадках $BaS^{35}O_4$. В практике для избежания ошибок от самопоглощения β -излу-

чения принято готовить препараты с навеской BaSO_4 около 2 мг на 1 см^2 площади, просчитываемой под торцовым счетчиком Гейгера. Это не всегда удобно, и при получении больших осадков приходится переделывать анализ заново. Ниже приводится таблица поправочных коэффициентов на самопоглощение β -излучения в осадках сернокислого бария.

Поправочные коэффициенты на самопоглощение β -излучения в осадках $\text{BaS}^{35}\text{O}_4$

Расчетная величина веса BaSO_4 , мг/ см^2	Фактическая величина веса BaSO_4 на фильтре, мг/ см^2		Радиоактивность $\text{BaS}^{35}\text{O}_4$ на фильтре, имп./мин.		К
	в повторностях	средняя	в повторностях	средняя	
0.25	0.2, 0.21, 0.2	0.2	14600, 14930, 14770	14760	0.93
0.5	0.4, 0.4, 0.35	0.38	15000, 15800, 14690	15170	0.96
1.0	0.96, 0.96, 0.96	0.96	15850, 16260, 15420	15860	1.00
2.0	1.91, 1.91, 1.91	1.91	14660, 14760, 13650	14350	1.10
3.0	3.2, 2.9, 2.9	3.0	13470, 13080, 13610	13380	1.19
4.0	3.8, 4.2, 4.5	4.2	12210, 12310, 11960	12160	1.30
5.0	5.1, 5.1, 5.1	5.1	11370, 10990, 11230	11190	1.42
6.0	5.7, 6.1, 6.1	5.9	10300, 10060, 10150	10170	1.56
7.0	7.3, 7.1	7.2	9100, 9340	9220	1.72
8.0	7.95, 8.3, 6.9	7.7	8340, 8040, 8300	8230	1.93
9.0	9.2, 9.2, 9.3	9.2	7470, 7460, 7900	7610	2.08
10.0	10.5, 10.2, 10.8	10.5	7150, 6760, 6850	6920	2.29
11.0	11.5, 11.8, 11.1	11.4	5810, 6400, 6390	6200	2.56
12.0	12.8, 12.1	12.4	5950, 6160	6050	2.62
13.0	13.7	13.7	5580	5580	2.84
14.0	15.0, 14.7, 15.0	14.9	5080, 5140, 5100	5110	3.10
15.0	15.3, 15.6, 15.9	15.6	4770, 4570, 4670	4670	3.40
16.0	16.6, 16.2	16.4	4360, 4600	4480	3.54
17.0	17.5, 17.8, 17.5	17.6	4230, 4520, 4580	4440	3.58
18.0	18.4, 18.4, 18.8	18.5	4060, 4140, 4020	4070	3.90
19.0	18.8, 19.4, 19.1	19.1	3970, 3950, 3980	3960	4.00
20.0	20.7, 20.7, 21.0	20.8	3570, 3680, 3700	3650	4.34

Осадки сернокислого бария были приготовлены на мембранных фильтрах № 3 при фильтровании из раствора через воронку диаметром 20 мм. Препараты высушивались при температуре около 20°. Просчет радиоактивности производился под счетчиком Гейгера с диаметром окна 25 мм. Анализы выполнены в тройной повторности, и все результаты приведены в таблице, для того чтобы можно было судить о разбросе. За 1 нами принята радиоактивность при навеске BaSO_4 1 мг/ см^2 . Определение радиоактивности S^{35} производится по формуле $R_0 = R \cdot K$, где R_0 — радиоактивность серы при нулевой толщине осадка BaSO_4 ; R — радиоактивность препарата при навеске BaSO_4 от 1 до 20 мг на 1 см^2 . Наиболее надежный результат, по нашему мнению,

будет при навеске сульфатов бария от 2 до 7 мг на 1 см². Поправочный коэффициент (*K*) для данной толщины осадка приводится в таблице.

ЛИТЕРАТУРА

Иванов М. В. 1956. Применение изотопов для изучения интенсивности процесса редукции сульфатов в озере Беловодь. Микробиология, 25, 3.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

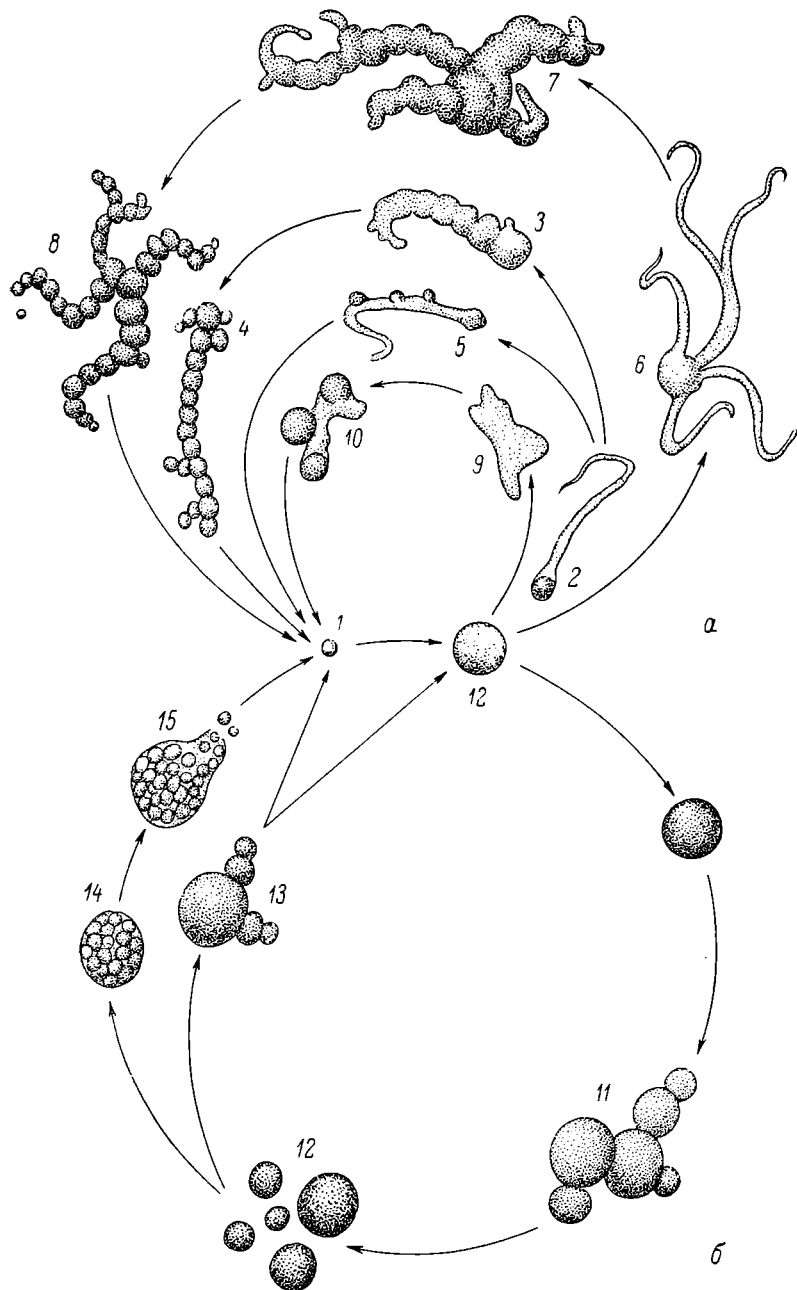
Г. А. Дубинина

ЦИКЛ РАЗВИТИЯ МАРГАНЕЦОКИСЛЯЮЩЕГО ОРГАНИЗМА *METALLOGENIUM*

В результате работ, выполненных Б. В. Перфильевым (Перфильев, 1937; Перфильев и Габе, 1961), было выяснено, что основная роль в окислении марганца в озерах принадлежит новому, открытому им микроорганизму *Metallogenium personatum*. Впоследствии рядом исследователей было показано широкое распространение *Metallogenium* в природе (Гусева, 1955; Аристовская и Паринкина, 1961; Соколова, 1961) и участие его в образовании озерных марганцевых руд (Перфильев и Габе, 1961, 1964; Соколова-Дубинина и Дерюгина, 1967, 1968). Однако никому не удалось получить чистую культуру *Metallogenium* несмотря на многочисленные попытки (Заварзин и Епихина, 1963). Изучение его строения проводилось либо в изолированных пробах ила с помощью целоскопов (Перфильев и Габе, 1961, 1964), либо в смешанной культуре с грибом (Заварзин, 1961а, 1963; Заварзин и Епихина, 1963).

Исходя из особенностей морфологии этого организма, Б. В. Перфильев отнес его, как и *Gallionella*, к порядку *Hypomicrobiales* (Перфильев и Габе, 1961; Заварзин, 1961б). Позднее на основании наличия тонких (порядка 10—20 мкм) нитевидных структур, составляющих тело организма и исключающих наличие клеточной оболочки, Г. А. Заварзинным было высказано предположение о возможной близости *Gallionella* и *Metallogenium* к микоплазмам (Балашова, 1968). Не имея чистой культуры, невозможно было решить ряд принципиальных вопросов, и в первую очередь вопрос о значении процесса окисления марганца для *Metallogenium*.

Заставить этот организм расти без гриба нам не удавалось до тех пор, пока не были применены сывороточные среды, исполь-



зубые для культивирования микоплазм (Дубинина, 1969). Получив таким образом чистую культуру, мы занялись изучением морфологических особенностей данного организма, используя следующие питательные среды: среда А — 0.1% гидролизованного крахмала, свежеприготовленная суспензия $MnSO_3$, дистиллированная вода (100 мл.); среда В — к основной среде А добавлялось от 0.01 до 20% нормальной лошадиной сыворотки; среда Д — жидкая среда для микоплазм (Тимаков и Каган, 1967); среда Е — к среде Д добавлялось 1.5% агар-агара.

Исследования проводились по следующей схеме. Сначала получали ультрафильтрат окончательной культуры *Metallogenium*, содержащий фильтрующиеся элементы роста. Для этого культуральная жидкость, где развивался *Metallogenium* и грибок, предварительно освобождалась от гиф гриба и крупных частиц пропусканием через мембранный фильтр № 3, а затем фильтровалась через асбестовый фильтр Зейтца. Ультрафильтрат рассевался на жидкие и твердые среды для микоплазм Д и Е, разведенные 0.1%-м раствором крахмала в отношении 1:1 и 1:10. На второй-третий день здесь был обнаружен чрезвычайно полиморфный характер роста колоний, свойственный микоплазмам (Балашова и Дубинина, 1968).

Чтобы установить идентичность указанных форм с *Metallogenium*, выросший организм вновь переносился в среду А с марганцем с добавлением 0.01 — 0.1%-й сыворотки и 0.001%-й ДНК. В этом случае мы наблюдали окисление марганца с образованием характерных для *Metallogenium* форм роста в виде нитей и научков, покрытых окислами марганца, которые были несколько слабее оруднены, чем в культуре с грибом. При повторном посеве их на твердую среду с лошадиной сывороткой снова вырастали колонии, по структуре типичные для микоплазм.

Проведенные опыты показали наличие в чистой культуре *Metallogenium* фильтрующихся форм с большим разнообразием элементов роста, сходных с микоплазмами. Была выявлена устойчивость *Metallogenium* к высоким концентрациям пенициллина (до 2000 ед./мл), что свидетельствует об отсутствии ригидной клеточной стенки. В дальнейшем отсутствие клеточной стенки и наличие трехслойной цитоплазматической мембраны было подтверждено нами совместно с А. А. Авакяном при изучении ультра-

Цикл морфологических изменений в чистой культуре *Metallogenium*.

а — развитие нитевидных и плеоморфных форм роста, наблюдающихся преимущественно в природных условиях и в средах в присутствии марганца; б — развитие сферических форм роста, преобладающих на средах с сывороткой или с грибом в отсутствие марганца. Формы роста: 1 — минимальная репродукционная форма; 2 — нитевидная; 3, 7 — лопастная; 4, 8 — четковидная; 5 — образование почек на нити; 6 — «паучок»; 9, 10 — плеоморфные формы с обособлением отдельных округлых телец внутри них; 11, 13 — почкование сферических клеток; 12 — сферические клетки; 14 — фрагментация содержимого клетки на минимальные репродукционные формы; 15 — высыпание мелких форм наружу.

тонкого строения *Metallogenium* на срезах (Авакян и Дубинина, в печати).

Детальное изучение строения *Metallogenium* в смешанной культуре с грибом на средах с марганцем было затруднено из-за сильной замаскированности живых тонких структур окислами марганца. Поэтому, имея чистую культуру, мы занялись изучением морфологии этого организма, выращивая его на средах с сывороткой. Аналогичные структуры постоянно наблюдались на средах А, В и С без сыворотки, но при совместном культивировании с грибом. Исследование форм роста по мере развития культуры *Metallogenium* велось в серии последовательных препаратов путем наблюдений под электронным микроскопом ИЕМ-7 при увеличении в 15 или 30 тыс. раз. Все формы роста *Metallogenium* мы пытались объединить в схеме, показывающей последовательность морфологических изменений (см. рисунок).

Таким образом, в результате изучения *Metallogenium* оказалось, что этот организм имеет более сложное строение, чем было известно до сих пор. Но в то же время все особенности его морфологии укладываются в представление о сложном жизненном цикле и о способах размножения, которые характерны для микоплазм. Своеобразие этой группы организмов в отличие от известных видов микоплазм заключается в физиологических особенностях, и прежде всего в способности окислять двухвалентный марганец и откладывать его в виде MnO_2 на поверхности тела. Основным отличием *Metallogenium* от патогенных представителей порядка *Mycoplasmatales* является то, что он может удовлетворять свои потребности в питательных веществах за счет других микроорганизмов — грибов, бактерий, дрожжей (Дубинина, в печати).

ЛИТЕРАТУРА

- Авакян А. А. и Г. А. Дубинина. Изучение ультратонкого строения *Metallogenium*. (В печати).
- Аристовская Т. Л. и О. М. Парипкина. 1961. Новые методические приемы изучения сообществ почвенных микроорганизмов. Почвоведение, 1.
- Балашова С. А. 1968. К таксономии рода *Gallionella*. Микробиология, 37, 4.
- Балашова В. В. и Г. А. Дубинина. 1968. О связи организмов группы *Metallogenium* с микоплазмами. Матер. симпозиума «Супрамолекулярная организация вирусов, бактерий, простейших», Ереван.
- Гусева К. А. 1955. О двух планктонных организмах, принимающих участие в круговороте железа. Тр. биол. ст. Борок, 2.
- Дубинина Г. А. 1969. О принадлежности *Metallogenium* к порядку *Mycoplasmatales*. ДАН СССР, 184, 6.
- Заварзин Г. А. 1961а. Симбиотическая культура нового, окисляющего марганец микроорганизма. Микробиология, 30, 3.
- Заварзин Г. А. 1961б. Почкующиеся бактерии. Микробиология, 30, 5.
- Заварзин Г. А. 1963. Строение *Metallogenium*. Микробиология, 30, 6.
- Заварзин Г. А. и В. В. Енихина. 1963. Симбиотический рост *Metallogenium*. ДАН СССР, 148, 4.

- Перфильев Б. В. 1937. Абсолютная геохронология и биогенное рудообразование. Тез. докл. XVII Междунар. геол. конгресса.
- Перфильев Б. В. и Д. Р. Габее. 1961. Капиллярные методы изучения микроорганизмов. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Перфильев Б. В. и Д. Р. Габее. 1964. Изучение методом микробного пейзажа бактерий, накапливающих железо и марганец в донных отложениях. В сб: Роль микроорганизмов в образовании железомарганцевых руд, изд. «Наука», М.—Л.
- Соколова Г. А. 1961. Сезонные изменения видового состава и численности железобактерий и круговорот железа в Глубоком озере. Тр. Всесоюз. гидробиол. общ., XI.
- Соколова-Дубинина Г. А. и З. П. Дерюгина. 1967. Изучение процесса образования железомарганцевых конкреций в озере Пуннус-Ярви. Микробиология, 36, 6.
- Соколова-Дубинина Г. А. и З. П. Дерюгина. 1968. Влияние условий озерной среды на микробиологическое образование марганцевой руды. Микробиология, 37, 1.
- Тимаков В. Д., Г. Я. Каган. 1967. Семейство *Mycoplasmatales* и *l*-формы бактерий. Изд. «Медицина», М.
- Институт микробиологии АН СССР

О. И. Богданович

ЧИСЛЕННОСТЬ САПРОФИТНЫХ БАКТЕРИЙ И СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДЕ ПРУДОВ КАРАМЕТ-НИЯЗА И КАРАКУМСКОГО КАНАЛА

Сапрофитные формы микроорганизмов являются хорошим индикатором обогащенности воды водоемов легкоусвояемым органическим веществом (Кузнецов, 1952). По данным А. Г. Родиной (1959), сапрофитные бактерии в прудах рыбцово-шемайного питомника в зоне растительного удобрения составляли $1/4$ и даже $1/2$ часть общего числа микробов — соотношение, в естественных водоемах не наблюдаемое. Р. С. Головачева (1952) отмечала увеличение числа сапрофитов в прудах в 800 раз, в то время как общая численность бактерий в зоне удобрения увеличилась максимум в 20 раз. Е. Я. Ивлиева (1967) и В. А. Акимов (1967) указывают на высокое содержание сапрофитов (0.03—2.0%) от общего числа бактерий в прудах рыбхоза «Якоть» Московской обл.

В течение вегетационных периодов 1966 и 1967 гг. мы попытались выяснить численность сапрофитов в 8 различных прудах Карамет-Нияза и Каракумского канала, питающего водой эти пруды. Определялась также перманганатная окисляемость, которая довольно точно отражает содержание органического углерода, растворенного в воде (Крылова и Скопинцев, 1959).

Содержание сапрофитов в воде прудов Карамет-Нияза и Каракумского канала

Название водоема	№ станции	Количество сапрофитов в 1 мл						Процент сапрофитов от общего числа микроорганизмов
		начало мая	конец мая	июнь	июль	август	октябрь	
Каракумский канал	1	—	220	130	60	—	5	0.004
	2	—	210	150	50	—	6	
Пруды головной № 13	1	—	2800	1190	300	—	2090	0.05
	2	—	5500	1290	45	—	430	
№ 13	1	—	370	210	—	130	110	0.012
	2	—	210	230	—	120	150	
	3	—	400	310	—	110	140	
№ 12	1	—	77 800	22 800	—	13 900	10 470	0.46
	2	—	2800	2200	—	3790	1560	
	3	—	1700	1300	—	11 700	1160	
№ 3	1	1000	3100	—	590	—	1590	0.012
	2	610	600	—	550	—	1050	
	3	640	1300	—	570	—	1100	
№ 1	1	1550	2370	—	200	—	300	0.012
	2	1010	790	—	190	—	440	
	3	910	820	—	1200	—	170	
№ 5	1	1680	6800	—	4100	—	4200	0.066
	2	870	3300	—	3600	—	3300	
	3	1000	3600	—	3000	—	1350	
№ 2	1	—	300	190	—	1200	260	0.006
	2	—	500	110	—	500	310	
	3	—	200	170	—	600	400	
№ 4	1	—	11 400	2000	—	48 400	3550	0.15
	2	—	1880	1070	—	25 200	3930	
	3	—	3490	2000	—	17 200	3260	

Отбор проб проводился на 2—3 станциях, расположенных по диагонали в каждом пруду, с глубины 0.5 м. Содержание сапрофитов определялось посевом воды на мясонецетонную агаровую среду из разведений. Средние результаты представлены в табл. 1. Номера водоемов в таблице расположены в порядке нарастания интенсификационных мероприятий, проводимых в них.

В сезонной динамике численности сапрофитов выявлена следующая основная закономерность: максимум сапрофитных форм наблюдается в конце весны, летом происходит заметное их уменьшение, а осенью — небольшое увеличение. Колебания численности сапрофитов в прудах были очень велики: от 45 до 77 800 клеток в 1 мл воды. В Каракумском канале численность сапрофитов была низкой и колебалась в пределах 5—200 клеток в 1 мл. В отстойном головном пруду без рыбы и удобрений, куда вода поступала непосредственно из канала, она была значительно выше (45—5500 клеток/мл), что, видимо, связано с сильным зараста-

нием пруда рдестами. Два зарыбленных и неудобренных пруда (№ 13 и 12) также резко различались между собой. Пруд № 13, зарыбленный белым и пестрым толстолобиком, имел хотя и более высокую численность сапрофитных бактерий, чем Каракумский канал, но в десятки раз ниже, чем пруд № 12, заселенный белым амуром и белым толстолобиком: в первом 110—370, во втором 1160—77 800 клеток в 1 мл воды. Вследствие воздействия минеральных удобрений во всех остальных прудах наблюдалось массовое цветение фитопланктона, отмирание которого также способствует повышению численности сапрофитных форм.

По срокам и дозам вносимых минеральных удобрений (аммиачной селитры и суперфосфата) три пруда (№№ 3, 1 и 5) были близки между собой. Пруды №№ 3 и 1 были заселены белым и пестрым толстолобиком, а пруд № 5 — белым амуром и белым толстолобиком. Кроме того, пруды №№ 1 и 5 отличались более плотной посадкой рыб. Наибольшая численность сапрофитов была в пруду № 5, несмотря на то что в нем была установлена точность воды с конца мая и до октября и общая численность бактерий поэтому уступала двум другим прудам. Два последних пруда (№ 2 и 4), получившие, кроме минеральных, еще и органические удобрения (навоз) в равных количествах, также резко различались между собой по числу сапрофитов. Пруд № 2 содержал сравнительно небольшое их количество (110—1200 клеток/мл), пруд № 4, наоборот, очень высокое (1070—48 400 клеток/мл). Так как в пруду № 2 выращивали белого и пестрого толстолобика, а в пруду № 4 — белого амура, то вполне вероятно предположить, что, кроме удобрений и вносимых в качестве корма люцерны и комбикорма, большое влияние на численность сапрофитов оказывали экскременты амуров.

Таким образом, самая высокая численность сапрофитов наблюдалась в прудах, где выращивали белых амуров (№№ 12, 5 и 4). В этих прудах особенно много их было в кормушке (ст. 1), куда ежедневно по 2 раза вносились люцерны. Остатки зеленой массы, остающиеся в пруду после кормления амуров, также способствуют увеличению численности сапрофитных форм. На других станциях в центральной части пруда (ст. 2) и у берега (ст. 3) численность их высока только благодаря наличию фекальных масс белого амура, так как других источников органического вещества пруд не имел. Однако, исключая кормушку, сапрофитных бактерий было больше в пруду № 5, получавшем минеральные удобрения, и еще больше в пруду № 4, получавшем и органические, и минеральные удобрения.

Для общей характеристики сапробности прудов и канала мы рассчитали процентное содержание сапрофитов от общего числа микроорганизмов (табл. 1). При этом исходили из средних величин численности сапрофитов и общего состава бактерий в каждом пруду за вегетационный период. Полученные результаты

показывают, что наибольшая сапробность была в прудах с белым амуром (№№ 12, 5 и 4): 0.06—0.42‰ сапрофитов от общего числа бактерий, в то время как в других удобренных и неудобренных прудах она была ниже — всего 0.012‰. В головном пруду, где было много отмирающей водной растительности, сапробность немного выше (0.05‰) и наименьшая — в Каракумском канале (0.004‰).

Окисляемость воды была определена в 78 пробах в 2 повторностях. Сезонная динамика содержания органического вещества в воде близко повторяет динамику сапрофитов (табл. 2). В головном пруду колебания окисляемости были в пределах 2.1—7.6 мг O_2 /л, в то время как в канале ниже — 0.9—5.8 мг O_2 /л. Различия наблюдались и в двух удобряемых прудах — №№ 13 и 12. Если в первом окисляемость воды была равна 2.3—5.5 мг O_2 /л, то во втором в 2—3 раза выше (6.2—11.1 мг O_2 /л). В следующих трех удобряемых минеральными веществами прудах (№№ 3, 1 и 5) содержание органического вещества было

Т а б л и ц а 2

Сезонная динамика окисляемости воды в различных прудах и в Каракумском канале

Название водоема	№ станции	Окисляемость воды, мг O_2 /л			
		май	июнь	июль, август	октябрь
Каракумский канал	1	3.2	2.8	1.0	0.9
	2	3.3	5.8	1.2	2.1
Пруды головной № 13	1	4.9	6.1	2.1	3.0
	2	4.9	7.6	5.1	3.7
№ 13	1	—	4.5	4.8	2.3
	2	—	5.0	5.5	3.2
	3	—	4.3	5.1	2.6
№ 12	1	—	11.1	9.2	8.9
	2	—	9.8	7.6	6.2
	3	—	9.1	7.9	8.1
№ 3	1	7.3	7.6	7.6	7.4
	2	6.6	8.0	7.9	7.7
	3	5.9	7.5	8.2	7.5
№ 1	1	10.0	11.8	8.6	7.6
	2	9.7	11.9	9.8	7.3
	3	10.1	11.6	10.0	5.8
№ 5	1	11.1	11.0	11.7	8.0
	2	12.5	11.4	9.0	7.4
	3	11.6	8.6	10.4	7.4
№ 2	1	—	9.7	8.9	11.4
	2	—	9.5	6.7	13.3
	3	—	9.8	10.7	10.5
№ 4	1	—	17.2	24.7	11.4
	2	—	18.9	18.6	11.4
	3	—	15.8	19.1	11.1

близким и колебалось в пределах 6.6—12.5 мг O_2 /л. Эти величины выше, чем в неудобренном пруду № 13, но мало отличаются от величин неудобренного пруда № 12, в котором выращивали белого амура. Наибольшей из трех удобренных прудов (№№ 3, 1 и 5) окисляемость была в пруду № 5, содержавшем амуров. В прудах №№ 2 и 4 применялось комбинированное удобрение. В первом из них окисляемость колебалась в пределах 6.7—13.3 мг O_2 /л, в то время как во втором (с амуром) — от 11.1 до 24.7 мг O_2 /л.

Таким образом, наблюдалась хорошая корреляция между численностью сапрофитных бактерий и перманганатной окисляемостью воды. Содержание органического вещества и сапрофитов в воде прудов увеличивается параллельно нарастанию проводимых в них интенсификационных мероприятий. При выращивании белого амура в прудах значительно повышается наличие органического вещества и соответственно увеличивается численность сапрофитных бактерий.

ЛИТЕРАТУРА

- Акимов В. А. 1967. Изучение распада органического вещества в рыбных прудах при внесении минеральных удобрений и кормлении рыбы. Автореф. дисс. М.
- Головачева Р. С. 1952. Микробиологические наблюдения при удобрении прудов. Уч. зап. ЛГУ, № 145, сер. биол. наук, 31.
- Ивлиева Е. Я. 1967. Влияние органических и минеральных удобрений на развитие бактериопланктона в выростных прудах. Тр. ВНИИРХ, 15.
- Крылова Л. П. и Б. А. Скопичев. 1959. Содержание органического углерода в водах рек и озер Подмосковья и крупных рек Советского Союза. Гидрохим. матер., 28.
- Кузнецов С. И. 1952. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах. Изд. АН СССР, М.
- Родина А. Г. 1959. Микробиологические исследования прудов Рыбцово-шемайного питомника (итоги работ 1951—1953 гг.). Тр. Зоол. инст. АН СССР, 26.

Сектор гидробиологии и ихтиологии
Института зоологии АН Туркменской ССР

В. А. Экзерцев и А. П. Белавская

О РАСТИТЕЛЬНОСТИ ШЕКСНИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Шекснинское водохранилище было заполнено до проектной отметки в 1964 г. С этого времени в его прибрежной зоне начались процессы отмирания затопленной мезофильной растительности и возникновения новой, гидрофильной. Летом 1969 г., т. е. на шестом году существования искусственного

водоема при проектном уровне, нами было проведено маршрутное обследование его мелководий. К этому времени вся ранее существовавшая растительность отмерла, лишь иногда в воде встречались отдельные зеленые кусты ив, преимущественно *Salix pentandra*. Формирование же нового растительного покрова происходило различно в зависимости от влияния тех или иных условий.

Как известно, ведущими факторами зарастания мелководий искусственных водоемов являются режим уровня, морфологические особенности водохранилища, трофические условия, грунтовые воды и, наконец, обеспеченность мелководий зачатками водных растений (Долгов, 1948; Потапов, 1959, 1960; Белавская и Кутова, 1963; Экзерцев, Зернов, 1967).

После заполнения Шекснинского водохранилища на нем в течение лета поддерживается постоянный уровень. Такой режим способствует созданию в прибрежье стабильных условий обводнения, что положительно отражается на процессе формирования водной растительности.

Водохранилище состоит из двух русловых и двух озерных участков: русловые зарегулировавшие реки Шексны и Ковжа, озерные — Сизьменское расширение Шексны и зарегулированное Белое озеро (см. рисунок). Изрезанность береговой линии, наличие островов и затопленных лесов в речных участках и Сизьменском плесе способствуют более быстрому освоению гидрофитами мелководий. Открытые берега Белого озера подвержены прибою и почти не зарастают. В нижнем речном плесе водохранилища литораль прошла по надпойменным террасам, занятым ранее хвойными лесами. В средних и верхних частях водохранилища подпор вод распространился только на пойму, где ранее в изобилии встречалась водная растительность. Различная степень обеспеченности мелководий зачатками гидрофитов отразилась на скорости формирования растительного покрова.

Характерной чертой Шекснинского водохранилища является обилие затопленных лесов. Отмершие леса защищают литораль от прибою и одновременно в результате разложения лесной растительности служат источником поступления большого количества биогенных соединений. Оба эти условия способствуют интенсивному развитию в водной толще свободноплавающей растительности.

Русловые участки. По характеру зарастания русловые плесы водохранилища можно разбить на три части: нижнюю — от плотины до Сизьменского расширения, среднюю — от Сизьменского расширения до Белого озера, и верхнюю — от Белого озера до границы подпора. Большинство мелководий нижнего участка лишено растительности. На всем протяжении левого берега литораль плохо выражена и открыта прибою. Значительные площади мелководий правобережья заняты затопленными

лесами. Только под их защитой наблюдается некоторое развитие гигро- и гидрофильных группировок. Среди деревьев на глубине 20—60 см встречаются отдельные куртинки элодеи (*Elodea canadensis*), лютика жестколистного (*Ranunculus circinatus*), рдеста

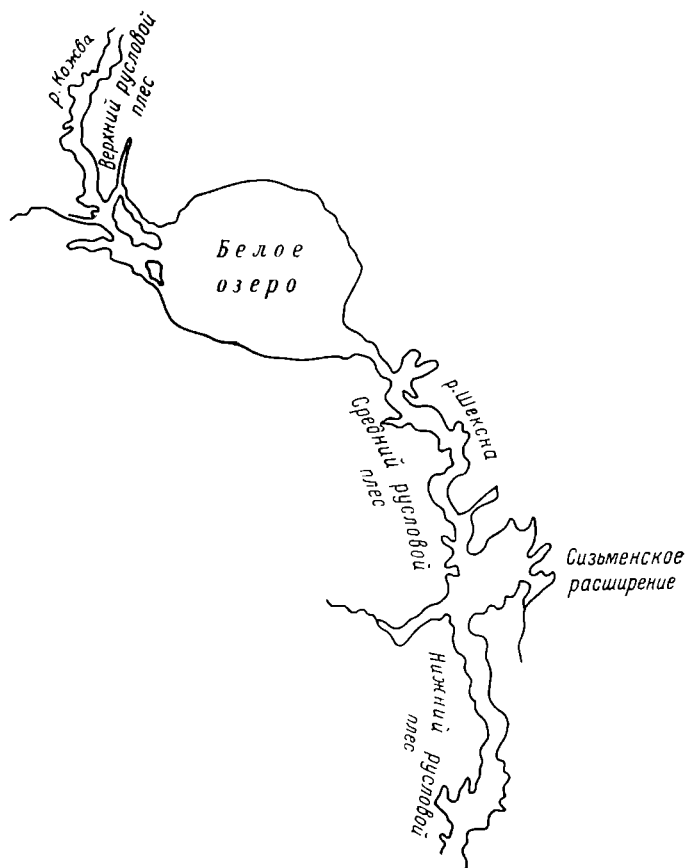


Схема Шексинского водохранилища.

пронзеннолистного (*Potamogeton perfoliatus*) и туполистного (*P. obtusifolius*). В лесных завалах можно встретить скопление рясок (*Lemna minor*, *L. trisulca*) и водокраса (*Hydrocharis morsus ranae*). По кромке берега среди отмерших деревьев возникли пятнистые заросли гигрофитов, среди которых отдельными группами наиболее часто встречаются *Ranunculus repens*, *Bidens tripartita*, *B. cernua*, *Galium palustre*, *Poa palustre*, *Glyceria fluitans*, *Scutellaria gelericulata* и др. Травостой этих участков очень мозаичен,

местами появляются отдельные куртины *Carex inflata*, *C. aquatilis*, *C. visicaria* и побеги *Typha latifolia*.

Несколько более сформированы растительные группировки в верховьях заливов по ручьям и речкам. На таких участках наряду со смешанными зарослями гигрофитов хорошо выражен пояс осок. В воде на глубине 60—80 см встречаются круглые пятна рдеста пронзеннолистного и ежеголовников простого и ветвистого (*Sperganium simplex*, *S. ramosum*).

Выше по водохранилищу, на участке Шексны между Сизьменским плесом и Белым озером, растительность хорошо развита. Основные площади мелководий здесь возникли на месте затопленной поймы. В этих местах в открытой литорали и в затопленных лесах имеется пояс тростника, который состоит преимущественно из ассоциации тростника с воздушнo-водными видами. Местами последнюю замещают фитоценозы манника большого (*Clyceria aquatica*) или двукисточника. В захламленных участках леса встречаются заросли вежа (*Cicuta virosa*) и частухи (*Alisma plantago aquatica*). На некоторых заболоченных участках с пологими уклонами дна, например вблизи с. Горницы, большие площади заняты зарослями осоки вздутой, в окнах обильны ряска и рдест маленький (*Potamogeton pusillus*).

Вдоль открытых берегов на песчаных грунтах руслового участка растительности нет, только местами можно встретить прерывистую полосу рдестов пронзеннолистного, гребенчатого и ежеголовника простого.

В нижней части руслового плеса по р. Ковже возникли большие площади мелководий. По обоим берегам этого участка на месте болот с сосной протянулась 15-километровая полоса всплывших торфов. Сосна погибла, и торфяники зарастают чередой трехраздельной, осокой вздутой и сероватой (*Carex canescens*), частухой и другим разнотравьем. Большие площади торфов заняты мозаичными зарослями *Phragmites communis*. Односоставные группировки тростника по мочажинам чередуются с пятнами рдеста плавающего, скоплениями рясок, куртинами вежа. Вдоль бывшего русла в затопленных лесах отмечены пятна рдеста пронзеннолистного, горца земноводного и рдеста плавающего.

В верхних участках Ковжи подпор невелик и под затопление попала только узкая полоса леса. Растительность практически отсутствует. Поймы рек, впадающих в Ковжу, также заняты лесами. Лишь в устьях имеются сколько-нибудь значительные площади открытых мелководий, на которых господствуют куртины осок водной и пузырчатой.

Озерные участки. Большая часть Сизьменского расширения мелководна и занята отмершими затопленными лесами. По краю последних, вдоль бывшего русла Шексны, встречаются отдельные пятна рдеста разнолистного, рдеста пронзеннолистного и ежеголовника простого. В лесах начиная с глубины 2 м пышно разрослись при-

донные сообщества роголистника. На мелких участках роголистник пронизывает всю толщу воды и стелется по ее поверхности. В воде и на дне большие скопления ряски трехдольной. В некоторых местах ряска насыщает всю водную массу. Вдоль берега под защитой леса и за островами на зарастающих мелководьях можно выделить уже три растительных пояса. На участках с глубинами 0—10 см отмечаются мозаичные заросли, состоящие из небольших куртин рогоза широколистного, череды трехраздельной, вежа, жерушника австрийского, пятен лютика ползучего и подмаренника болотного. Эти группировки создают сплошной полог с проектным покрытием грунта 80—100%. В зарослях единично встречаются побеги мятлика болотного, щучки, тимopheвки и осоки вздутой.

Ниже по профилю на глубинах 10—80 см расположен пояс рогоза. Ширина его зависит от степени уклона берега, но обычно не превышает 30 м. Многоярусные фитоценозы рогоза сложены равномерно, наиболее часто встречается ассоциация рогоза с плавающими и ассоциация рогоза с воздушно-водными растениями. С глубиной пояс рогоза становится прерывистым и на смену ему приходит пояс водных растений, состоящий на открытых участках из пятен рдестов пронзеннолистного, плавающего, разнолистного и куртин водной формы ежеголовника простого. В лесах на этих глубинах доминируют сплошные заросли роголистника.

Верховья заливов по рекам зарастают так же, как и другие участки Сизьменского расширения. Местами группировки рогоза замещаются односоставными зарослями вежа.

В результате образования водохранилища уровень в Белом озере был несколько поднят. Это вызвало затопление пологих берегов. Основные площади мелководий возникли в устье Ковжи и в истоке Шексны. Большая часть мелководий занята фитоценозами тростника. Сообщества сформированы и хорошо развиты. Высота доминанты достигает 2,5 м с проектным покрытием грунта 90%. Под пологом господствующего яруса единично встречаются частуха подорожниковая, ежеголовник простой, ситник болотный (*Eleocharis palustris*), вахта (*Menyanthes trifoliata*), горец земноводный (*Polygonum amphibium*), белокрыльник (*Culla palustris*) и др. В прибойной зоне обычно односоставные сообщества тростника более разрежены. Иногда их замещают заросли тростянки (*Scolochloa festuacea*). На некоторых участках, отделенных от озера островами или тростниковыми зарослями, на глубинах 0—45 см господствуют фитоценозы манника болотного. Травостой этих группировок также хорошо развит и создает большую фитомассу. Еще ниже по профилю, на глубине 60—100 см, можно выделить прерывистый пояс стрелолиста и частухи подорожниковой.

По северному берегу Белого озера залиты довольно большие площади лесов. На этих участках водной растительности почти нет. Иногда встречаются отдельные группы плавающих побегов горца земноводного, на поваленных деревьях растут сорные гигрофиты.

Таким образом, растительность Шекснинского водохранилища находится на начальных этапах формирования. Большинство фитоценозов мозаично, внутриценоотические отношения еще не сложились. Большие площади мелководий занимают заросли растений-временников. Скорость формирования растительных сообществ зависит от участка (плеса) Шекснинского водохранилища. Наиболее сформированы фитоценозы узколистных воздушно-водных видов в среднем речном участке и в Сызьменском расширении. Скорость этого процесса зависит и от глубины. На глубинах 20—60 см уже возникли равномерно сложные фитоценозы тростника, манника большого, тростянки и рогоза широколистного. Выше и ниже по профилю берега растительность имеет пестрый состав. На участках с глубинами 0—10 см осочки только появились, но еще не успели вытеснить быстро распространяющиеся заросли временников. Глубины около 1 м доступны преимущественно погруженным растениям, но здесь могут существовать отдельные полупогруженные виды. Погруженная растительность развивается медленно, поэтому круглые несомкнувшиеся пятна водных растений чередуются с отдельными куртинами воздушно-водных.

Необходимо отметить наличие в отмерших лесах больших скоплений свободноплавающих видов, которые характерны для первых лет существования водохранилищ лесной зоны. Однако вследствие специфических условий затопленных отмерших лесов начальная стадия развития растительности на Шекснинском водохранилище затянулась. В дальнейшем нужно ожидать сокращения площадей зарослей роголистника и ряски трехдольной.

ЛИТЕРАТУРА

- Белавская А. П. и Т. П. Кутова. 1966. Растительность Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 10 (13).
Долгов Г. И. 1948. Морфология водохранилища как фактор зарастания макрофитами и цветения воды. Сб. памяти акад. С. А. Зернова. Изд. АН СССР, М.—Л.
Зеров К. К. 1967. Основные черты формирования растительности днепровских водохранилищ в первые годы существования. В сб.: Гидробиол. режим Днепра в условиях зарегулированного стока. Изд. «Наукова думка», Киев.
Потапов А. А. 1959. Зарастание водохранилищ при различном режиме уровней. Бот. ж., 9.
Потапов А. А. 1960. О значении донных отложений при прогнозах зарастания водохранилищ. Тр. Всесоюз. гидробиол. общ., 10.
Экзерцев В. А. 1963. Зарастание литорали волжских водохранилищ. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 6 (9).

Институт биологии внутренних вод АН СССР

ОТНОШЕНИЕ БЕСЦВЕТНЫХ ПРЕСНОВОДНЫХ
ЖГУТИКОНОСЦЕВ
PLEUROMONAS JACULANS PERTY (BODONINA)
К СОЛЕНОСТИ

Несмотря на повсеместное распространение бесцветных жгутиконосцев (в пресных водоемах, морях, почве), их изучение почти не проводится. Работ, касающихся отношения бесцветных жгутиконосцев к различным условиям среды, их изменчивости и трофических взаимоотношений, очень мало, хотя вряд ли можно сомневаться в том, что такая обширная группа простейших играет значительную роль в биологических процессах, происходящих как в толще воды, так и на дне водоемов.

Данная работа посвящена выявлению отношения одного из представителей пресноводных жгутиконосцев к солености на средах, богатых и бедных органикой. Материалом для исследования служила *P. jaculans*, выделенная нами из Рыбинского водохранилища. После выделения жгутиконосцы были переведены на синтетическую минеральную среду Прата, на которой они впоследствии и стали культивироваться. В качестве среды, заменяющей морскую воду, бралась среда ШП (Камшилов, 1967), приготовленная из непрокаленных солей и соответствующим образом разведенная до солености 1, 5, 10, 15, 20 и 30‰.

Опыт ставился в двух вариантах: без добавления органического вещества и с органическим веществом. В качестве органического вещества использовалось стерильное молоко, добавляемое к используемой среде в отношении 0.01 от ее объема. Опыт проводился в чашках Петри, по три чашки на каждое значение солености, включая контроль (среда Прата). Стерильные среды заливались в чашки по 5 мл, куда затем вносилось по 0.05 мл культуры *P. jaculans*. Исходное количество жгутиконосцев во всех чашках составляло $5 \cdot 10^2$ особей в 1 мл. Для предотвращения испарения чашки с культурами в продолжении всего опыта держались под стеклянным колпаком. Просмотр и подсчет проводился регулярно через каждые 2 суток в течение 16 дней. Средняя температура во время опыта была 20—21°.

Как видно из табл. 1, *P. jaculans* без добавления органического вещества развивается на среде ШП с соленостью 1, 5 и 10‰ лучше, чем в контроле. Максимальная численность наблюдается при солености 10‰. Перенос жгутиконосцев на среды с соленостью 1, 5 и 10‰ вызывал вначале задержку в развитии, не наблюдаемую при пересеве на контрольную среду Прата. Эта задержка была тем дольше, чем выше соленость. Так, если при солености 1‰ задержка в развитии равнялась приблизительно 2 суткам, то при 10‰ она растягивалась до 6 суток. Времен-

Численность *P. jaculans* на средах разной солености без добавления органического вещества

Время, сутки	Число особей в 1 мл ($\times 10^2$)			
	контроль	1‰	5‰	10‰
Начало опыта	5	5	5	5
2	50	5	5	5
4	90	90	10	5
6	120	130	120	40
8	130	180	280	140
10	130	160	250	160
12	130	170	240	530
14	110	160	230	470
16	100	130	200	320

ная задержка в развитии, однако, не сказывалась на окончательной численности жгутиконосцев. Их максимальное количество на среде ШП с соленостью 1 и 5‰, так же как и на среде Прата, отмечалось одновременно — на 8-е сутки. При солености 10‰ максимум развития был достигнут на 12-е сутки, что превысило величину наибольшего развития на среде Прата в 4 раза. В чашках с соленостью 15, 20 и 30‰ жгутиконосцы отсутствовали. Параллельно с подсчетом жгутиконосцев обращалось внимание на бактериальное состояние культур. На среде Прата и среде ШП с соленостью 1 и 5‰ численность бактерий была примерно равной (визуальное наблюдение). На среде ШП с соленостью 10‰ их было больше. Самое большое количество бактерий наблюдалось при солености 15 и 20‰, но не при 30‰.

В серии чашек с добавлением органического вещества (табл. 2) количество жгутиконосцев значительно превосходило таковое на голодной среде. Кроме того, наблюдалось массовое развитие *P. jaculans* и при солености 15‰. В отличие от первого варианта задержки в развитии при солености 1, 5 и 10‰ не наблюдалось. Кратковременная задержка отмечалась только при 15‰. Абсолютный максимум численности, так же как и в предыдущем варианте, приходится на 10‰. Сравнение максимального количества жгутиконосцев на среде ШП разной солености и на среде Прата в первом и втором вариантах опыта показывает, что во втором случае их было во много раз больше. Так, на среде Прата с органическим веществом жгутиконосцев больше почти в 43 раза, чем при отсутствии его, на среде ШП с соленостью 10‰ их соответственно больше в 16 раз.

Во втором варианте опыта в отличие от первого во всех сериях чашек (среда Прата, среда ШП с соленостью 1, 5, 10

и даже 15‰) максимальные показатели численности жгутиконосцев более сходны. Но в то же время в обоих вариантах на среде Прата наблюдалось наименьшее развитие жгутиконосцев, а в варианте с органическим веществом — даже по сравнению со средой ШП с соленостью 15‰. При солености 20 и 30‰ жгутиконосцы отсутствовали.

Численность бактерий на среде Прата и среде ШП с соленостью 1, 5, 10 и 15‰ была значительно выше, чем в первом

Таблица 2

Численность *P. jacularis* на средах разной солености с добавлением органического вещества

Время, сутки	Число особей в 1 мл ($\times 10^3$)				
	контроль	1‰	5‰	10‰	15‰
Начало опыта	5	5	5	5	5
2	70	700	900	200	5
4	4600	6500	7400	7900	40
6	4800	6700	6700	8300	100
8	5200	7400	7000	8800	1900
10	5700	6100	6400	7700	7200
12	3700	6200	5500	7100	6600
14	3900	5600	5300	5900	4300
16	2500	3800	4200	4100	3000

варианте, и примерно одинакова при всех значениях солености. Сильное развитие бактерий наблюдалось также в чашках с соленостью 20 и 30‰, в конце опыта их оказалось даже значительно больше, чем в остальных чашках.

Следовательно, *P. jacularis* является эвригалинным организмом, что подтверждает также указание о нахождении этого жгутиконосца в морской воде в районе Вудсгола (Laskey, 1938).

Таким образом, пресноводные жгутиконосцы *P. jacularis* способны развиваться на средах, бедных органикой с соленостью до 10‰. При добавлении органического вещества способность развиваться на средах повышенной солености (с 10 до 15‰) увеличивается. Следовательно, добавление органического вещества снижает действие солености на развитие пресноводных жгутиконосцев и одновременно интенсифицирует его различные значения. Максимальное развитие *P. jacularis* на средах, бедных и богатых органикой, наблюдается при солености 10‰. Прямой связи между развитием жгутиконосцев и численностью бактерий не обнаружено.

- Камшилов М. М. 1967. Развитие бесцветных жгутиконосцев *Bodanisma marina* на синтетической минеральной среде. Сб.: Лучистые факторы жизни водных организмов. Изд. «Наука», Л.
- Ласкеу J. В. 1938. A study of some ecologic factors affecting the distribution of Protozoa. Ecologic. monographs, 8, 4.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

Н. В. Мамаева

ФАУНА ОРГАНИЗМОВ АКТИВНОГО ИЛА

Одним из путей борьбы с загрязнением водоемов служит очистка сточных вод биохимическим методом с помощью активного ила в аэротенках. Активный ил — сложный биоценоз, состоящий из бактерий, простейших, колониаторов и других организмов. Бактерии, обладающие сложным ферментативным комплексом, ведут окисление сложных органических загрязнений сточных вод. Не менее ответственна и еще недостаточно изучена роль простейших и других организмов активного ила. Они производят флокуляцию бактерий, собирая их в хлопья, которые осаждаются в отстойнике и благодаря этому остаются в его системе. Кроме того, питаясь бактериями, они регулируют их численность и обновляют популяцию, осветляют очищенную воду и уничтожают патогенные микроорганизмы сточных вод. Обладая огромной численностью (4—19 тыс. особей в 1 мл содержимого аэротенка, по нашим подсчетам), организмы активного ила производят огромную минерализующую работу (Крючкова, 1968). В практическом отношении очень ценной представляется индикаторная роль этих организмов, очень чутко реагирующих на все изменения условий очистки, что дает возможность быстро предотвращать нарушения ее нормального хода.

В течение 1966 и 1967 гг. мы изучали фауну простейших и других организмов активного ила в аэротенках химических комбинатов, производящих синтетические витамины и капролактамы, в зависимости от условий очистки. Ежедневно определялся их видовой состав и подсчитывалось количество, а также производились химические анализы воды до и после очистки. В качестве переменного условия опыта было принято биохимическое изменение ХПК (химическое потребление кислорода) поступающей на очистку воды.

Фауна активного ила оказалась небогатой, она состояла из 42 видов. Постоянно присутствовали *Testacea*, из них наиболее часто *Arcella vulgaris* и виды рода *Gentropyxis*. *Flagellata* встречались

редко, при нарушениях процесса очистки. Виды рода *Holotricha* (*Holophrya simplex*, *Prorodon ovum*, *Platynema sociale*, *Cyclidium glaucoma*, *Tetrahymena pyriformis* и др.) отмечались единично при низких нагрузках аэротенка. Наиболее типичными были *Chilodon uncinatus*, *Drepanomonas revoluta*, *Lionotus lamella*, *Vorticella convallaria*, *Epistylis* sp., *Opercularia coarctata*, *Aspidisca costata*, коловратка *Rotaria rotatoria*. Многие из этих видов давали вспышки увеличения численности. *Vorticella campanula* встречались лишь в условиях очень хорошей очистки. Кроме названных видов, были обнаружены *Vorticella octava*, *V. microstoma* (в условиях плохой очистки), *Euplotes affinis*, *Suctorina* (главным образом *Podophrya fixa*), коловратки *Monostyla lunaris*, *M. cornuta*, *Lepadella similis*, *Notommata* sp., *Cephalodella* sp.

В период наблюдений удалось выяснить следующее.

1. Фауна активного ила в процессе очистки различных промышленных сточных вод (производства синтетических витаминов и капролактама) близка по своему составу.

2. Фауна активного ила городских сточных вод (по литературным данным) богаче в видовом отношении, чем фауна промышленных сточных вод.

3. С изменением нагрузки на очистную установку изменяется и состав фауны: с повышением нагрузки фауна обогащается числом видов и количеством особей.

4. Оптимальные условия очистки соответствуют небольшому количеству видов с преобладанием перитрих.

5. Некоторые виды служат индикаторами очистки сточных вод, одним из показателей хорошей очистки служит *Vorticella campanula*.

СПИСОК ВИДОВ, ОБНАРУЖЕННЫХ В АЭРОТЕНКАХ

<i>Testacea</i>	<i>V. octava</i> St.
<i>Arcella vulgaris</i> Ehrbg.	<i>V. microstoma</i> Ehrbg.
<i>Centropyxis</i> sp.	<i>Epistylis</i> Sp.
<i>Infusoria</i>	<i>Opercularia coarctata</i> Cl. u. L.
<i>Holophrya simplex</i> Schew.	<i>Aspidisca costata</i> Duj.
<i>Prorodon ovum</i> Ehrb.-Kahl	<i>Euplotes affinis</i> Duj.
<i>Platynema sociale</i> Penard	<i>Podophrya fixa</i> O. F. Müll.
<i>Cyclidium glaucoma</i> Ehrbg.	<i>Rotatoria</i>
<i>Tetrahymena pyriformis</i> Ehrbg.	<i>Monostyla lunaris</i> Ehrbg.
<i>Chilodon uncinatus</i> Ehrbg.	<i>M. cornuta</i> O. F. Müll.
<i>Drepanomonas revoluta</i> Penard	<i>Lepadella similis</i> Lucks
<i>Lionotus lamella</i> Ehrbg.	<i>Notommata</i> sp.
<i>Vorticella convallaria</i> L.	<i>Cephalodella</i> sp.
<i>V. campanula</i> Ehrbg.	<i>Rotaria rotatoria</i> Pallas

ЛИТЕРАТУРА

- Крючкова Н. М. 1968. Роль простейших в процессах самоочищения водоемов. В сб.: Успехи современной биологии, 65, 3.

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ПЛОТНОСТЬ СТАЙ
POLYPHEMUS PEDICULUS

В пресных водоемах стаи образуют преимущественно ракообразные, и в частности *Polyphemus pediculus*, обитающий в прибрежной зоне. Способность *P. pediculus* собираться в стаи известна давно, однако механизм образования стай до сих пор неясен. В связи с этим мы поставили задачу выяснить основные факторы, под влиянием которых *P. pediculus* образует стаи определенной плотности. Выявление указанных факторов открывает возможность более направленного исследования самого механизма образования стай.

Наблюдения проводились в прибрежной зоне волжского отрога Рыбинского водохранилища и в устьях рр. Сутки, Шуморовки и Ильди. Всего было выполнено 128 станций в период с 4 июня по 6 сентября 1968 г. На каждой станции брались две серии проб.

Первая серия проб должна была характеризовать плотность стай *P. pediculus* на данной станции. Для этого из 15—20 стай бралось по одной пробе объемом в несколько раз меньше объема стаи, что исключало возможность захвата слоев воды вне стаи. Все взятые пробы объединялись, профильтровывались через планктонную сеть с мельничным газом № 62 и затем фиксировались формалином. После камеральной обработки определялось количество рачков в 1 л.

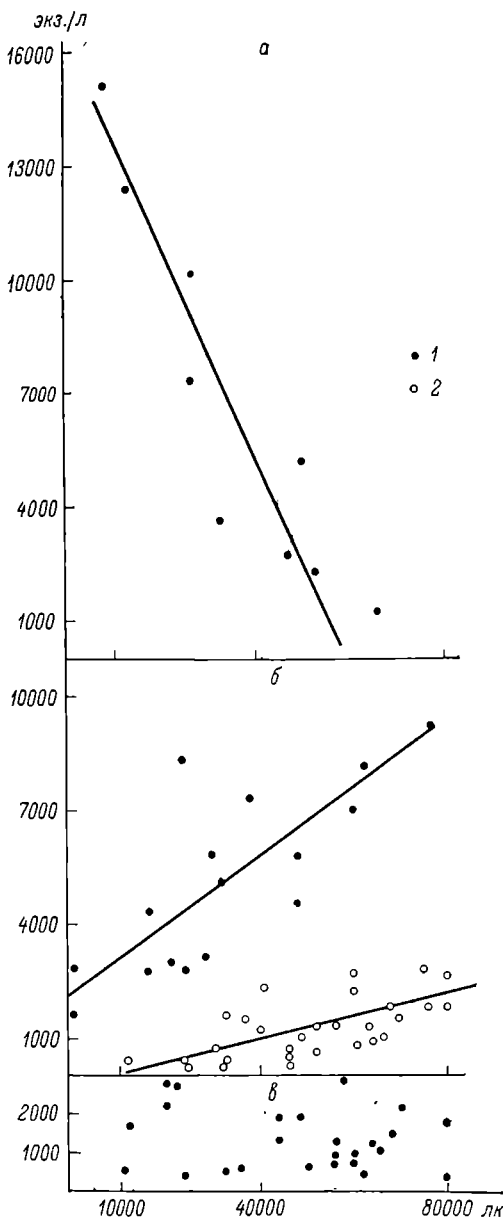
Вторая серия проб бралась для определения общего количества *P. pediculus* и прочих ракообразных в планктоне в районе станции. С этой целью через сеть Джеди профильтровывалось 10 проб по 10 л каждая. На каждой станции измерялись температура воды, подповерхностная освещенность на глубине 25 см и на тех же горизонтах освещенность диффузного света, идущего с глубины к поверхности. Измерение освещенности производилось селеновым фотометром в разных частях спектра: в фиолетовом (0.33—0.44 мк), зеленом (0.48—0.57 мк), красном (0.63—0.71 мк) и суммарно (0.33—0.71 мк). Селеновые датчики были с полусферами из молочного оргстекла, что позволяло рассчитать пространственную освещенность. Коэффициент экстинкции света измерялся оптическим прозрачномером. В условиях сильно рассеивающей среды с крупными взвешенными частицами, характерными для района исследований, коэффициент экстинкции одинаков для всех частей спектра (Шулейкин, 1953). Поэтому он измерялся только в видимой части спектра и считался неизменным при прочих длинах волн. На основании гидрооптических измерений для каждой станции определялся коэффициент рассеивания света, и в четырех указанных частях спектра рассчитывались простран-

ственная подповерхностная освещенность, показатель вертикального ослабления освещенности и коэффициент пропускания света. Столь подробный анализ гидрооптических условий среды был вызван тем, что в лабораторных экспериментах мы не раз наблюдали, как стаи *P. pediculus* меняют свою плотность в зависимости от силы света. В качестве возможных биологических факторов, которые могли бы оказывать влияние на плотность стай *P. pediculus*, на каждой станции были выбраны общая численность *P. pediculus* и численность прочих видов беспозвоночных в зоопланктоне. Кроме того, в стаях *P. pediculus* отдельно была определена численность молоди, самок без яиц, самок с субитанными яйцами, самок с латентными яйцами, самок с эмбрионами и самцов. Всего учитывалось около 30 абиотических и биотических факторов, влияние которых на плотность стай *P. pediculus* предполагалось выяснить. Все расчеты производились на электронно-вычислительной машине «Наири».

С помощью графического анализа и методом парной корреляции были

Влияние факторов среды на плотность стай *Polypheetus pediculus* при разных температурах.

а — 15.8°; б — 20.0; в — 23.3°. 1 — общая численность *P. pediculus* около 500 экз./л; 2 — около 100 экз./л. По оси абсцисс — освещенность, лк; по оси ординат — плотность стай, экз./л.



Длина световых волн, мк	25 экз./л			100 экз./л		500 экз./л		
	15.7°	19.5°	23.0°	20.4°	23.2°	15.8°	20.0°	23.3°
0.33—0.44	0	0	0	0.33	—0.01	—0.76	0.03	—0.02
0.48—0.57	0	0	0	0.78	—0.04	—0.85	—	—0.06
0.63—0.71	0	0	0	0.64	—0.06	—0.69	0.93	—0.05
0.33—0.71	0	0	0	0.64	—0.09	—0.93	0.78	—0.03

установлены основные факторы, оказывающие решающее влияние на динамику плотности стай *P. pediculus*. Этими факторами оказались общая численность *P. pediculus* в планктоне, освещенность и температура. Критерием плотности стай являлось среднее количество (экз./л) *P. pediculus* в стае. Соотношение количества особей *P. pediculus* различного возрастного и физиологического состояния на плотность стай существенного влияния не оказывало. Результаты наблюдений за влиянием освещенности на плотность стай представлены на рисунке и в таблице.

Из рисунка видно, насколько существенно влияние температуры при прочих равных условиях. (На рисунке и в таблице для каждой серии опытов даны средние температуры). При относительно низких температурах (около 16°) и общей численности рачка в планктоне порядка 500 экз./л между освещенностью и плотностью стай обнаруживается отчетливая отрицательная корреляция. Несмотря на небольшое количество проб, коэффициент корреляции оказался довольно высоким и составил 0.933. При средней температуре около 20° и той же численности рачка зависимость между освещенностью и плотностью стай становится положительной, при очень низкой освещенности (менее 1 лк плотность стай в данном случае остается довольно высокой (2000—3000 экз./л). Отдельные ночные наблюдения позволили обнаружить в прибрежье Борка стаи *P. pediculus* около полуночи в пасмурную погоду. Возможно, что в тех случаях, когда общее количество *P. pediculus* в планктоне достаточно велико, стаи его не разрушаются и ночью.

С уменьшением общей численности *P. pediculus* плотность стай заметно снижается. При общей численности порядка 100 экз./л (см. рисунок) прямая зависимость между плотностью стай и освещенностью сохраняется, но плотность стай становится заметно ниже, чем при общей численности 500 экз./л. Наконец, при общей численности около 25 экз./л *P. pediculus* совсем не образует стай независимо от температуры и освещенности. Более высокая температура (в среднем около 23°), очевидно, действует

на *P. pediculus* угнетающе, так как связь между освещенностью и плотностью нарушается (см. рисунок).

В районе исследований на глубину 25 см красного света доходит 76%, зеленого—69, а фиолетового—27%. В связи с этим возникает вопрос: какая часть спектра оказывает наибольшее влияние на изменение плотности стай *P. pediculus*? Для выяснения данного вопроса были рассчитаны коэффициенты корреляции между интенсивностью света в определенной части спектра и плотностью стай. Полученные результаты представлены в таблице.

При достаточно высокой численности (100 и 500 экз./л) и температуре порядка 20° коэффициенты корреляции между освещенностью в зеленой и красной частях спектра и плотностью стай довольно высокие (0.64—0.93), что свидетельствует о наличии прямой зависимости между указанными факторами. В коротковолновой части спектра коэффициенты корреляции между плотностью стай и освещенностью очень низки (0.03—0.33) и недостоверны.

Таким образом, действительное влияние на плотность стай *P. pediculus* в районе исследований оказывало интенсивное излучение длинноволновой части спектра. При низкой температуре (15.8°) отрицательная корреляция между освещенностью и плотностью стай сохранялась и в коротковолновой части спектра.

ЛИТЕРАТУРА

Шулейкин В. В. 1953. Физика моря. Изд. АН СССР, М.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

З. Н. Чиркова

ЭПИПНИИ *P. ILYOCRYPTUS* (CLADOCERA, MACROTHRICIDAE)

Среди *Macrothricidae* Рыбинского водохранилища наиболее многочисленны рачки *Ilyocryptus*. Краткие сведения об эпипниях рачков этого рода приводятся в работах Сарса (Sars, 1889), Кейлака (Keilhack, 1909) и А. Л. Бенningа (1941).

В настоящей работе использовались материалы бентосных съемок в Рыбинском водохранилище за 1953—1955 и 1966—1968 гг. (360 проб), а также данные по лабораторному содержанию *Ilyocryptus sordidus*, *I. agilis* и *I. acutifrons*.

Численность эпипний *Ilyocryptus* в Рыбинском водохранилище варьирует на грунтах разных типов. На серых илистых песках и серых илах она составляет около 100 экз./м² (на отдельных участках до 5400 экз./м²), на торфянистых — 60 экз./м². На затоп-

ленных почвах и песках покоящиеся яйца не найдены. Эфипии *Ilyocryptus* хорошо сохраняются в донных отложениях и встречаются в толще ила до глубины 15 см. Основная масса эфиппиев концентрируется в пазухе. В сосудах без грунта эфиппии обычно поражаются сапролегнией и быстро погибают.

У рачков *Ilyocryptus*, как и у всех *Macrothricidae*, латентные яйца заключены в протоэфиппий. Это слабо измененные створки раковин, окаймленные латеральными щетинками. Из щетинок чаще сохраняются 3—7 ветвистых на углах створок. Створки эфиппиев *I. sordidus* резко исчерчены и несут два ряда латеральных крючков. У *I. agilis* исчерченность створок выражена слабее.

Численность яиц в эфиппиях *Ilyocryptus*

Число яиц в эфиппиях	Число эфиппиев	
	экз.	%
1	28	6.2
2	335	77.1
3	37	8.4
4	30	6.8
5	5	1.1
6	1	0.2
7	1	0.2
Итого . .	437	100.0

Латеральные крючки, строение ветвистых щетинок и характер исчерченности раковины эфиппия могут служить определенными признаками. При помощи крючков и щетинок эфиппий прикрепляется к субстрату. Латентные яйца имеют бобовидную форму. Об их численности в эфиппиях можно судить по данным таблицы.

В Рыбинском водохранилище эфиппии *Ilyocryptus* содержат от 1 до 7 яиц (см. таблицу). Размеры эфиппиев составляют 0.35—0.9 мм. Среди них наиболее многочисленны (59%) мелкие эфиппии (0.4—0.5 мм) с двумя яйцами. Опытами установлено, что мелкие эфиппии представляют собой первые кладки молодых самок. За счет их происходит основное пополнение популяции весной. Чем крупнее эфиппии, тем больше в них яиц. Вместе с тем одноразмерные эфиппии могут содержать разное количество яиц (от 2 до 5), что зависит от плодовитости гамогенетических самок. Чем больше яиц в эфиппии, тем они меньше размерами. Так, в эфиппии с двумя яйцами средний размер последних составляет 0.187 мм, с четырьмя яйцами — 0.179 мм, с пятью — 0.165 мм, с семью — 0.151 мм. Латентные яйца одного и того же эфиппия могут иметь различные размеры. Развитие разноразмерных яиц протекает не одновременно, при этом разница в длине выклюнувшихся рачков колеблется от 0.150 до 0.325 мм. Таким образом, сроки появления молоди весной значительно растянуты.

В Рыбинском водохранилище рачки *Ilyocryptus* моноциклически. Они откладывают эфиппии с августа до конца ноября. Длительность развития латентных яиц *Ilyocryptus*, как и некоторых других *Cladocera* (Верещагин, 1912), в среднем колеблется от 10 дней.

до 10 месяцев. Вскоре после откладки развиваются лишь некоторые яйца, отложенные самками в начале периода двулопного размножения. Такие эфиппии *I. sordidus* и *I. agilis* при температуре воды 23,2° развиваются через 7 суток после откладки, при 20,4° — через 9 суток, при 18,4° — через 14 суток. Естественно, что в водохранилище, особенно в прибрежье, рано отложенные яйца успевают развиться уже в августе. Из латентных яиц, имеющих короткий цикл развития, рождаются только самки. Достигнув половозрелости, они размножаются партеногенетически, а их дочерние особи партеногенетически или же двуполым путем. Таким образом, у рачков *Ilyocryptus* в вегетационный период пополнение популяции осуществляется за счет размножения партено- и гамогенетических самок, а также за счет выхода молоди из латентных яиц с коротким циклом развития.

Количество продуцированных латентных яиц при одинаковой температуре зависит от условий питания рачков. В Рыбинском водохранилище латентные яйца найдены только на более продуктивных грунтах — илах и не встречены на залитых почвах и песках, где пищевые ресурсы беспозвоночных ограничены. В лабораторных опытах гамогенетические самки при недостатке пищи хотя и откладывали яйца, но молодь из них не развивалась.

ЛИТЕРАТУРА

- Бенинг А. Л. 1941. Кладоцера Кавказа. Грузмедгиз, Тбилиси.
 Верещагин Г. Ю. 1912. Об изменениях цикличности *Cladocera* в зависимости от географической широты местности. Протоколы заседаний общ. естествоиспыт. при имп. Варшавском унив., XXIII, 1 и 2.
 Keilhack L. 1909. Die *Ephippien* der *Macrothriciden*. Arch. Hydrobiol., 4, 4.
 Sars G. O. 1889. Additional Notes on Australian *Cladocera*, raised from dried mud. Forhandlinger Videnskabs-selskabet i Christiania aar 1888. Christiania i Comission hos. Jacob. Dubwad. A. W. Broggers Bogtrykkeri, 1889.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

Е. М. М а л к и н

О ФОРМУЛАХ РОСТА СЕВАНСКОЙ ХРАМУЛИ

В настоящей работе предпринимается попытка математически характеризовать рост севанской храмули (*Varicorhinus ca-poëta sevangi* Filippi) в допусковой период оз. Севан (1936—1937 гг.) и в периоды спауса его вод (1956—1960 и 1961—1965 гг.). Данные за первый период заимствованы из работы В. И. Владимиро-ва (1939), за второй (вплоть до 1959 г.) — из статьи В. М. Чиковой (1962) и ее отчета по Севанской гидробиологической станции

(1959). Определение возраста храмули для анализа ее роста в 1960—1965 гг. проведено нами. При этом мы консультировались с указанными авторами, чтобы придерживаться единой системы чтения чешуй. В работе использованы показатели только «наблюденного» роста, обратное расчисление по чешуе не проводилось.

Трудность математической характеристики роста заключается в том, что далеко не всякий процесс изменения размера во времени можно описать единой формулой, поскольку многими исследователями (Васнецов, 1953; Parker a. Larkin, 1959, и др.) показано, что этот процесс распадается на ряд интервалов, каждый из которых характеризуется своими специфическими особенностями. В ряде случаев количественные проявления роста на смежных этапах развития организма могут быть настолько различны, что выразить их единой формулой не удастся. При этом рост необходимо характеризовать набором формул в зависимости от количества рассматриваемых этапов.

В связи с изложенным нам предстояло прежде всего оценить, насколько резко различны в росте севанской храмули на тех этапах ее развития, которые мы взяли для рассмотрения. Предварительно была сделана попытка наметить общий вид уравнения на основе рассмотрения эмпирических кривых роста (рис. 1). Уравнение может иметь вид $l = at^b$, где a и b — коэффициенты, определяющие положение кривых на графике. После логарифмирования показательная функция такого вида дает уравнение прямой $\lg l = \lg a + b \lg t$.

Прологарифмировав исследуемые показатели, мы убедились в том, что кривые в логарифмической шкале целиком или на протяжении значительного своего отрезка выпрямляются. Следовательно, во-первых, формула для данных кривых выбрана правильно, во-вторых, тот отрезок кривой, который выпрямился при логарифмировании, можно характеризовать единой формулой.

Далее, применяя метод наименьших квадратов, находим значение теоретических рядов зависимости размеров от возраста. Для этого используем систему нормальных уравнений, в которую внесена поправка на количество материала по каждой возрастной группе:

$$\begin{aligned} \lg a \sum P_n + b \sum P_n \lg t_n &= \sum P_n \lg l_n, \\ \lg a \sum P_n \lg t_n + b \sum P_n (\lg t_n)^2 &= \sum P_n \lg t_n \lg l_n, \end{aligned}$$

где $\sum P_n = P_1 + P_2 + \dots + P_n$, P_1, P_2, \dots, P_n — число наблюдений по каждому возрасту. Решая данную систему, находим значение коэффициентов a и b . Подставив полученные коэффициенты в уравнение $\lg l = \lg a + b \lg t$, имеем для 1936—1937 гг. $\lg l_n = 1.681 + 0.845 \lg t_n$, или $l_n = 47.97 t_n^{0.845}$, для 1956—1960 гг. $\lg l_n = 1.797 + 0.736 \lg t_n$, или $l_n = 62.66 t_n^{0.736}$, для 1961—1965 гг. $\lg l_n = 1.840 + 0.712 \lg t_n$, или $l_n = 69.18 t_n^{0.712}$.

Указанные формулы используем для нахождения теоретических рядов зависимости линейных размеров храмули от возраста в логарифмической и обычной шкалах, по которым и строим графики роста (рис. 2 и 3). На графиках координаты теоретической кривой (1961—1965 гг.), характеризующие старшие возрастные группы

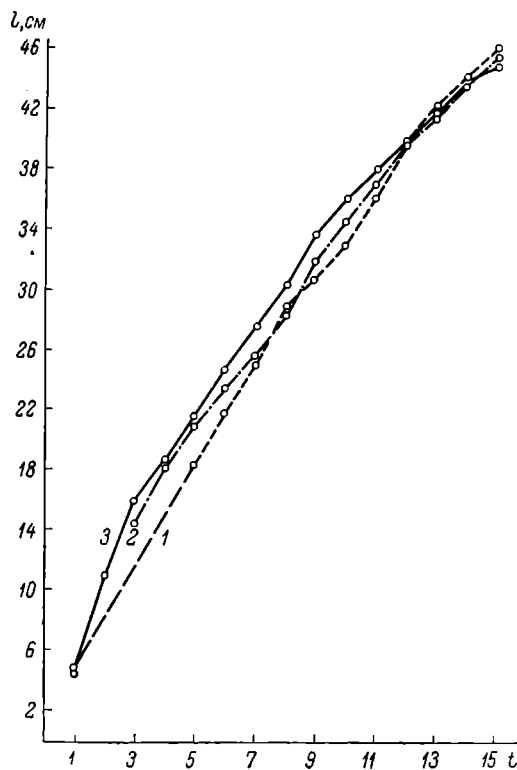


Рис. 1. Кривые роста храмули.

1 — за период 1936—1937, 2 — 1956—1960, 3 — 1961—1965 гг.
По оси ординат — длина, см; по оси абсцисс — возраст, годы.

(12—15 лет), заметно отличаются от наблюдаемых координат. Это отклонение получается механически. Крайние точки данной кривой построены на относительно небольшом материале, а в расчетную систему уравнений внесена поправка на количество материала P_n , поэтому ход теоретической кривой в значительной степени определяют средние возрастные группы, материал по которым наиболее многочислен.

Три уравнения с резко различающимися координатными коэффициентами свидетельствуют о том, насколько зависит рост организма от изменяющихся условий. Кроме того, соотношение коли-

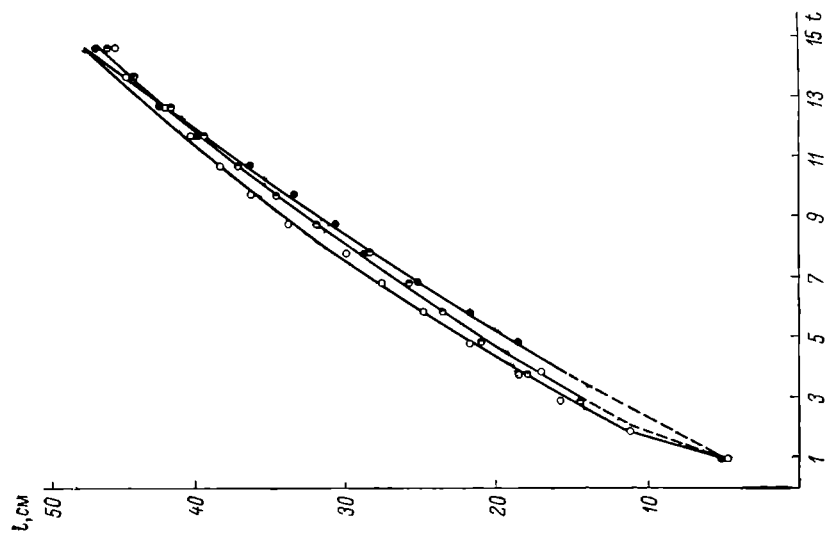


Рис. 3. Теоретический рост храма (в обычной шкале).

Обозначения, как на рис. 1, 2.

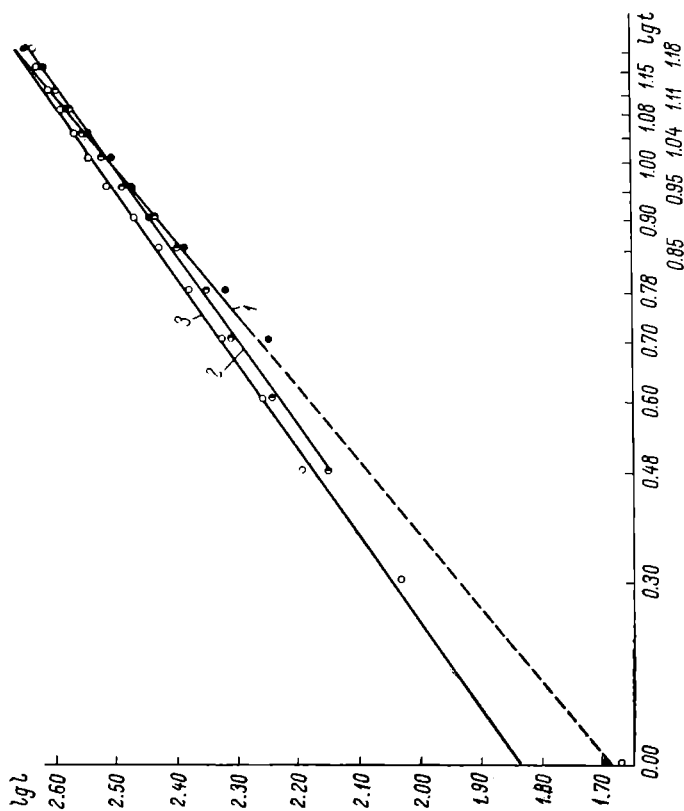


Рис. 2. Теоретический рост храма (в логарифмической шкале).

1 — за период 1936—1937, 2 — 1956—1960, 3 — 1961—1965 гг.

качественных проявлений роста на смежных этапах также в зависимости от окружающих условий может меняться столь существенно, что приобретает новое качественное значение. Так, при рассмотрении графиков (рис. 2 и 3) нетрудно видеть, что в процессе спуска оз. Севан (в 1961—1965 гг., а также, видимо, и в 1956—1960 гг.) выравнивание кривых происходит лишь начиная с возраста 2+, т. е. с момента перехода рыб на новый этап развития, когда их питание становится детрито-растительным. Следовательно, в данном случае мы имеем дело с качественным изменением роста на смежных этапах развития организма, которое не позволяет характеризовать рост рыбы единой формулой с первого до последнего года ее жизни.

На рис. 2 теоретическая линия роста (1961—1965 гг.) в логарифмической шкале продолжена до пересечения с осью ординат. Данная точка пересечения не совпадает с наблюдаемым размером годовиков. Она определяет тот условный уровень, на котором находился бы размер годовальных рыб, если бы весь процесс роста подчинялся единым закономерностям.

Характеризуя два последующие этапа развития храмули (с момента перехода на «взрослое» питание до наступления половозрелости и с момента полового созревания до конца жизни), следует сказать, что при индивидуальном анализе роста на этих

этапах выясняется следующее. Кривые роста неполовозрелых и половозрелых рыб не продолжают равномерно одна другую (рис. 4). Их заходящие края занимают различное положение на плоскости графика. Следовательно, средний размер половозрелых и неполовозрелых одновозрастных рыб различен. Это объясняется, по-видимому, тем, что половозрелость может наступить лишь при достижении рыбой определенного размера, и, естественно, этого размера раньше достигают быстрорастущие особи.

Приобретенная начальная длина половозрелых рыб в известной степени определяет дальнейший ход кривой роста. Если к тому же принять во внимание не выявленную нами, но вполне реальную возможность влияния на рост любого повторного периода созревания, а также учесть, что у стареющих рыб снижаются годовые приросты, то можно заключить, что рост на каждом из двух сравниваемых этапов характеризуется соответствующими специфичес-

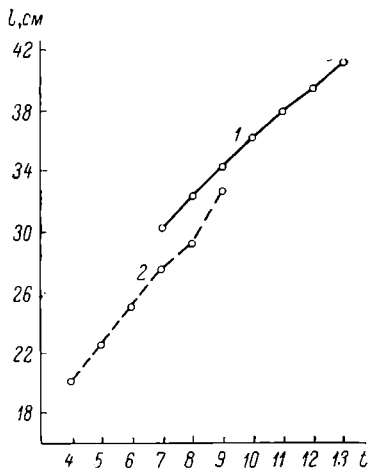


Рис. 4. Кривые роста храмули (1964—1965 гг.)

1 — половозрелой, 2 — неполовозрелой. Остальные обозначения, как на рис. 1.

кими особенностями и при строгом рассуждении должен быть выражен самостоятельными формулами с различными коэффициентами. Однако при оценке усредненного роста рыб в стаде (рис. 1) эти особенности проявляются не так резко, как это отмечалось при разделении стада на половозрелых и неполовозрелых рыб. Степень проявления наблюдаемых различий зависит от условий, определяющих средние показатели роста. Так, в процессе спуска озера эти условия были таковы, что количественные проявления роста на двух смежных этапах развития (до достижения половозрелости и после полового созревания) позволили аппроксимировать кривые роста на данном отрезке и выразить их едиными формулами с неизменными коэффициентами (кривые на рис. 2 и 3 после перехода рыб на детрито-растительное питание).

Более того, как видно при рассмотрении кривой за 1936—1937 гг. (доспускное время), условия, определяющие рост храмули в этот период, складывались таким образом, что рост на всех трех рассмотренных этапах развития характеризовался сходными проявлениями и поэтому ориентировочно может быть выражен единой формулой на протяжении всей жизни. Критерием правомерности найденных формул может служить отсутствие реальных различий между рассчитанными теоретическими координатами кривых и эмпирическими данными роста храмули в любой год из рассмотренных.

Приведенные формулы для расчета роста храмули имеют лишь частное значение и могут быть применены только для данного вида и в определенный период. Наличие аналогичных формул для других видов рыб, по нашему мнению, существенно облегчило бы получение сравнительных данных, характеризующих рост рыбы в предшествующие годы.

ЛИТЕРАТУРА

- Васнецов В. В. 1953. О закономерностях роста рыб. В сб.: Очерки по общим вопросам ихтиологии. Изд. АН СССР, М.
- Владимиров В. И. 1939. Севанская храмуля *Varicorhinus capoeta sevangi* Filippi. Тр. Севанск. гидробиол. ст., VII.
- Чикова В. М. 1962. Состояние запасов храмули в озере Севан в 1956—1958 гг. Тр. Севанск. гидробиол. ст., XVI.
- Parker and Larkin. 1959. A concept of growth in fishes. J. Fish. Res. Board Canada, 16, 5.

Центральная лаборатория
ихтиологических и гидрохимических исследований
Главрыбхоза

ПИТАНИЕ СЕГОЛЕТКОВ ПЕСТРОГО ТОЛСТОЛОБИКА (*ARISHINTHYS NOBILIS* RICH.) В ВЫРОСТНЫХ ПРУДАХ

В последние годы в прудовом рыбоводстве большое значение приобрели растительноядные рыбы (белый амур, белый и пестрый толстолобик), выращиваемые совместно с карпом в нагульных и выростных прудах. Предполагается, что белый амур питается почти исключительно макрофитами, белый толстолобик — фитопланктоном, а пестрый толстолобик — зоопланктоном. В 1966 г. в рыбхозе

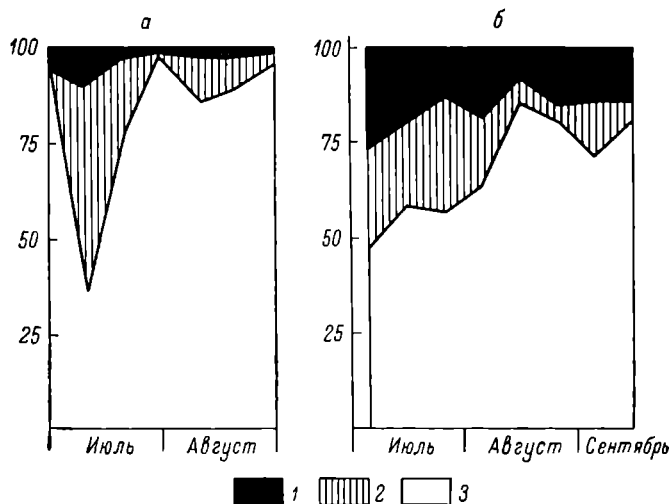


Рис. 1. Динамика процентного содержания компонентов в пищевом комке сеголетков пестрого толстолобика в выростных прудах рыбхоза «Пара» в 1966 г.

а — производственные пруды; б — опытные пруды. 1 — зоопланктон; 2 — фитопланктон; 3 — «детрит». По оси ординат слева — процент от общего веса пищевого комка.

«Пара» Рязанской области нами было проанализировано содержимое кишечника сеголетков пестрого толстолобика в выростных прудах. Эти пруды делятся на две группы — производственные и опытные. К первой группе относятся пруды площадью от 4 до 11 га, находящиеся в эксплуатации с 1930 г. Их средняя глубина 1 м, мощность иловых отложений около 1 м. Вторую группу составляют пруды площадью 0.05—0.1 га, перестроенные в 1965 г. из бывших нерестовиков. Их средняя глубина 0.8 м, они сильно задернованы и почти не заилены. В 1966 г. во всех прудах выращивались сеголетки карпа, белого амура и пестрого толсто-

лобика при разных плотностях посадки. Начиная с июня в пруды ежедневно вносился искусственный корм.

Пробы для изучения питания рыб брались с июля по сентябрь, во время еженедельных контрольных обловов. При этом отбиралось по 5 рыб, в лаборатории они в тот же день вскрывались, содержимое каждого кишечника взвешивалось отдельно, пробы объединялись, и общая проба фиксировалась 4%-м формалином. Затем объем пробы доводился до определенного размера, часть помещалась в камеру Богорова и под микроскопом в ней по фрагментам просчитывалось количество фито- и зоопланктонных организмов. Измерений организмов не производилось. Их средние веса определялись по данным обработки контрольных проб планктона, взятых в близкие к облову даты. Вес «детрита» рассчитывался как разница между общим весом пищевого комка и суммой весов фито- и зоопланктона, т. е. под термином «детрит» объединялась вся неоформленная, не поддающаяся определению часть пищи.

В пищевом комке пестрого толстолобика зоопланктон в среднем за сезон составлял 12.3% (8—29%), фито- и зоопланктон — 15.0% (1.9—28.1%), «детрит» — 72.7% (45.9—88.5) от его общего веса (см. таблицу). «Детрит» в основном состоял из распыленных частиц комбикорма.

Значение отдельных компонентов в пищевом комке сеголетков пестрого толстолобика в выростных прудах рыбхоза «Пара»

№ пруда	Выход, тыс. шт./га	Процент от общего веса пищевого комка			Индекс наполнения кишечника, шт.	Биомасса зоопланктона, г/м ³
		зоопланктон	фито-планктон	«детрит»		

Производственные пруды

4	12.2	4.1	7.4	88.5	570	5.9
5	30.8	0.0	16.5	83.5	690	3.3
10	26.1	6.5	18.9	74.6	760	4.6
Среднее	23.0	3.5	14.3	82.2	670	4.6

Опытные пруды

4	15.4	10.9	9.2	79.9	460	2.4
5	21.0	3.4	13.7	82.9	370	0.9
6	14.5	6.0	23.7	70.3	310	2.5
8	28.2	9.7	16.1	74.2	580	0.8
9	6.0	29.8	3.4	66.8	210	7.4
10	0.7	26.0	28.1	45.9	520	28.4
11	18.1	25.3	1.9	72.8	570	0.8
12	18.8	13.5	25.8	60.7	660	3.0
Среднее	15.3	15.6	15.2	69.2	460	5.8

Из зоопланктонных организмов основную роль играют ветвистоусые ракообразные (в среднем за сезон 65—98% от общего веса и 30—88% от общей численности зоопланктона). Из них наиболее обильны *Bosmina* и *Chydorus*, в начале сезона некоторое значение имеют более крупные *Cladocera* — *Daphnia* и *Moina*. Коловратки составляют 6—71% от общей численности зоопланктона и 0.5—35.0% от его общей биомассы. В основном это *Brachionus pala*, *B. angularis*, *Keratella quadrata* и *Polyarthris trigla*. Копепод в зоопланктонной части пищи сеголетков очень мало, что подтверждается работами Ф. М. Суховерхова и А. С. Писаренковой (1961) и Т. С. Копыловой (1965). Доля зоопланктона в пищевом комке сеголетков пестрого толстолобика не зависит ни от уровня его развития в прудах, ни от плотности посадки рыб.

Изменение средних значений отдельных компонентов пищи представлено на рис. 1. В начале сезона фитопланктон играл относительно большую роль в питании сеголетков пестрого толстолобика. Значение «детрита» увеличивалось к концу сезона. Доля зоопланктона менялась мало.

Средние индексы наполнения кишечника у сеголетков пестрого толстолобика довольно высоки и составляют по производственным прудам 670⁰/₀₀₀, по опытным 460⁰/₀₀₀. Интенсивность питания рыб непрерывно возрастала в производственных прудах до середины августа, в опытных прудах — до середины июля, а затем падала с понижением температуры (рис. 2).

Таким образом, считать пестрого толстолобика чистым зоопланктофагом нельзя, так как на долю зоопланктона приходится только 12.3% рациона этого вида рыб. Большую часть его пищи составляют фитопланктон и «детрит».

ЛИТЕРАТУРА

Копылова Т. С. 1965. Питание и рост сеголетков пестрого толстолобика *Arishinths nobilis* Rich в условиях Саратовской области. Тр. Саратовск. отд. ГосНИОРХ, 8.

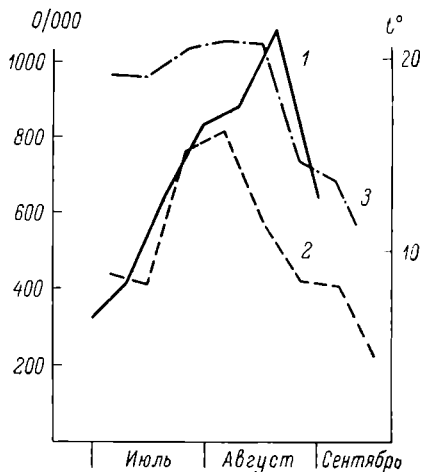


Рис. 2. Изменение интенсивности питания сеголетков пестрого толстолобика в выростных прудах рыбхоза «Пара» в 1966 г.

1 — производственные пруды; 2 — опытные пруды; 3 — температура воздуха. По оси ординат слева — средний индекс наполнения кишечника, ⁰/₀₀₀; справа — средняя температура воздуха.

Г. Д. Гончаров

ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ КЛЕТОК ПОЧЕК КАРПА

СООБЩЕНИЕ I

ФАГОЦИТОЗ БАКТЕРИЙ КЛЕТКАМИ ПОЧЕК КАРПА IN VITRO

Как показали наши предыдущие работы (Гончаров, 1966; Гончаров и др., 1966; Гончаров и Микряков, 1968) и исследования других авторов (Papermeister et al., 1964; Лукьяненко и Свиридов, 1967; Smith et al., 1967; Микряков, 1968), в изучении механизма иммунитета рыб к инфекции большое значение придается клеткам лимфоидно-макрофагальной системы, в частности клеткам почек. Представляется, что в почках рыб плазмотласты клетки плазматического и лимфоидного рядов иммунологически компетентны. Ранее нами сообщалось (Гончаров, 1966), что вскоре после введения корпускулярного антигена в большом количестве у карпа обнаруживаются лимфоциты в области произведенной инъекции. При этом наблюдается специфическая фагоцитарная активность лимфоцитов в экссудате брюшной полости. Установлено, что у иммунизированных рыб фагоцитоз протекает вдвое быстрее, чем у интактных. Нами высказано предположение о том, что роль лимфоцитов в фагоцитозе у рыб имеет существенное значение. Это особенно важно, если учесть относительно большее количество их у рыб по сравнению с млекопитающими.

Вполне вероятно, что значение лимфоцитов в иммунитете рыб может быть двояким. Во-первых, лимфоциты берут на себя роль фагоцитов, становясь макрофагами. Во-вторых, что еще не доказано окончательно, они могут превращаться в плазматические и другие клетки во время перестройки организма под воздействием антигена, как это происходит у высших позвоночных. Это подтверждается результатами гистохимических исследований почек карпа после иммунизации (Микряков, 1968) и нашими исследованиями.

После того как стало известно о фагоцитозе бактерий лимфоцитами в брюшной полости иммунных и интактных карпов, которым были внутривенно введены инактивированные бак-

терии (Гончаров, 1966), мы пытались проследить фагоцитоз тех же бактерий в почке после внутрисердечной инъекции, поскольку ранее нами было установлено поглощение почками корпускулярного антигена, меченого радиоуглеродным изотопом, и адсорбция туши. В настоящем сообщении приведены данные, касающиеся фагоцитоза *in vitro* изолированными клетками почек иммунизированных и интактных карпов.

Опыты проводились на двухлетках карпа, которых содержали в проточных аквариумах при температуре 15—20°. Рыб ежедневно кормили. Иммунизация проводилась двукратно с 10-дневным интервалом, через месяц после последней инъекции была проведена ревакцинация. Доза вакцины: первая инъекция — 0.35 млрд/мл, вторая — 0.75, третья — 0.35 млрд/мл бактериальных клеток, инактивированных теплом в физиологическом растворе. Бактериальную суспензию для инъекций готовили из суточной агаровой культуры *Aeromonas punctata*. Опыты ставились спустя месяц после ревакцинации.

Подопытную рыбу перед извлечением почек обескровливали отсечением хвостового стебля, и кровь сливали в пробирку для получения сыворотки на реакцию агглютинации. Извлеченную почку осторожно разминали в ступке с 10 мл раствора Хэнкса, и на 0.5 мл полученной суспензии добавляли 3.5 мл раствора Хэнкса и 0.5 мл бактериальной суспензии (по стандарту — 1.5 млрд). Полученная смесь инкубировалась в пробирке при комнатной температуре 30 мин., после чего готовились тонкие мазки на предметных стеклах. Мазки высушивались в струе воздуха и фиксировались метанолом, подкисленным уксусной кислотой (4:1), в течение 3 мин., затем окрашивались по Романовскому азураном 2—3 часа. Фагоцитарную активность выражали в процентах на 100—200 клеток лейкоцитарных форм. Регистрировалась и первоначальная фаза фагоцитоза с момента прилипания бактерий к фагоцитам.

Учет фагоцитов, захватывающий бактерий, показал, что фагоцитарная активность клеток почек иммунных карпов выше, чем у интактных (см. таблицу). Так, у иммунных рыб наименьший процент фагоцитирующих клеток был 55, а у интактных наивысший процент равнялся 44 при сравнительно небольших отклонениях от средней арифметической. Средняя арифметическая фагоцитирующих клеток иммунных карпов была равна 66, а интактных — 37. Следует отметить, что фагоцитоз бактерий *in vitro* осуществлялся большей частью большими и малыми лимфоцитами.

Титры агглютининов в сыворотке крови подопытных карпов (см. таблицу) свидетельствуют о том, что степень напряженности иммунитета у них была достаточно высокой. Однако титры агглютининов в экстрактах почек тех же карпов были весьма низкими. По-видимому, к моменту отбора проб, т. е. через месяц после ревакцинации, синтез специфических антител-иммуноглобу-

Фагоцитарная активность клеток почек карпа

№ рыбы	Процент фагоцити- рующих имунных клеток	Титры агглюти- нинов		№ рыбы	Процент фагоцитирую- щих интакт- ных клеток
		в сыво- ротке крови	в экст- ракте почек		
1	63	5120	160	1	40
2	55	1280	80	2	27
3	64	5120	20	3	32
4	62	1280	40	4	43
5	60	640	80	5	44
6	60	320	80	6	37
7	76	320	80		
8	75	1280	640		
9	70	1280	840		
10	77	2560	80		
11	73	1280	160		

линов уже перешел в кровеносные сосуды, что отмечалось по титрам антител сывороток крови. Следовательно, фагоцитоз бактерий в суспензии клеток почек осуществлялся при весьма малом содержании антител в оставшейся тканевой плазме.

Таким образом, представление о фагоцитозе как об одном из основных защитных механизмов борьбы с инфекциями еще раз подтверждается и на рыбах. Лимфоциты, непосредственно взятые из почки карпов, сохраняют свою ведущую роль как макрофаги даже *in vitro* в отсутствие опсонин.

ЛИТЕРАТУРА

- Гончаров Г. Д. 1966. Фагоцитоз у карпов при бактериальном инфицировании. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 10(13).
- Гончаров Г. Д., В. И. Романенко и В. Р. Микряков. 1966. Изучение механизма иммунитета рыб при помощи С¹⁴. ДАН СССР, 171, 5.
- Гончаров Г. Д. 1967. Изучение механизма иммунитета рыб к инфекции. В сб.: Обмен веществ и биохимия рыб, изд. «Наука», М.
- (Гончаров Г. Д. и В. Р. Микряков) Goncharov G. et W. Mikryakov. 1968. Etude des facteurs de l'immunité des poissons. III Sympos. de la commission de l'Office International. des Epizootic, Stockholm.
- Микряков В. Р. 1968. Динамика клеточных реакций в лимфоидной ткани почек карпа. 5-е Всесоюз. совещ. по болезням рыб. Изд. «Наука», Л.
- Лукьяненко В. И., Е. И. Свиридов. 1967. Иммунокомпетентные клетки рыб. ДАН СССР, 177, 5.
- Papermeister B., R. Condil, L. Finstad, R. Good. 1964. Evolution of the immune response. L. Exp. Med., 119, 1.
- Smith A., M. Patter, E. Merchant. 1967. Antibody-forming cells in the pronephros of the teleost *Lepomis macrochirus*. L. Immunol., 99, 5.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

РОЛЬ ПОЧЕК КАРПОВ В ГОМЕОСТАЗЕ
ПРИ БАКТЕРИАЛЬНОМ ИНФИЦИРОВАНИИ

Почки рыб — орган с более выраженной кроветворной функцией, чем выделительной. Это связано с тем, что бо́льшая часть органа состоит из ретикуло-лимфоидной ткани (Румянцев, 1939; Torf, 1955; Smith et al., 1967; Haider, 1968, и др.). Если кроветворная функция почек рыб изучена достаточно полно, то их роль в обеспечении постоянства внутренней среды при бактериальном инфицировании организма исследована весьма слабо. Впервые В. И. Лукьяненко и Ю. И. Сорокин (1965) при изучении распределения антигена в организм рыб (плотва *Rutilus rutilus* L.) показали, что значительная часть меченого антигена задерживается в почках. Подобные результаты были получены Г. Д. Гончаровым, В. И. Романенко, В. Р. Микряковым (1966) и Г. Д. Гончаровым (1967) на карпах.

Данная работа посвящена исследованию роли почек карпов в поддержании постоянства внутренней среды при бактериальном инфицировании организма. Цель ее — изучение динамики поступления в почки бактерий, меченных изотопом C^{14} , в зависимости от способа введения и блокады органов тушью. Блокаду органов производили тушью (5%-й) однократной внутрисердечной инъекцией по 0.3—0.5 мл.

Опыты ставили на 133 карпах *Cyprinus carpio* L. Для инфицирования организма использовали водородоокисляющие бактерии *Hydrogenomonas facilis*, выращенные на среде Руланда (Кузнецов и Романенко, 1963) в присутствии радиоактивного изотопа C^{14} . Бактерий вводили внутрисердечно и внутрибрюшинно в виде водной суспензии на физиологическом растворе поваренной соли в количестве 0.10—0.15 млрд бактериальных клеток (соответствует 40—60 тыс. имп./мин.). Пробы отбирали через 5, 30 мин., через 1, 2, 6, 24, 48, 96 час. и через 1 год после инъекции бактериальной суспензии. Об относительном содержании антигена судили по радиоактивности 50 мг органа, определенной методом автордиографии с последующим пересчетом плотностей почернения в имп./мин. (Верховская и др., 1955). Почки растирали до гомогенной массы в фарфоровой ступке, и навеску органа (50 мг) наносили на мембранный фильтр в виде пятен диаметром 10 мм. Фильтры после высушивания приклеивали на полоску бумаги (на расстоянии 1.5—2.0 см друг от друга). Приготовленную таким образом полоску с гомогенатами органов прикладывали (в темной комнате) к перфорированной 35-миллиметровой рентгеновской фотопленке РФ-3 с чувствительностью 1000 обратных рентген. Полоску бумаги с фильтрами и фотопленку наматывали на кассету, заворачивали в плотную черную бумагу и экспонировали в течение 15 суток.

По истечении указанного срока пленку проявили, а плотность почернения радиоавтографов обрабатывали на денситометре ДФЭ-10. Затем полученные данные сверяли с плотностями почернения с заранее известной активностью (стандартом, который готовили в лабораторных условиях) и радиоактивность органа выражали в имп./мин.

Результаты одного из опытов по сравнительному исследованию поступления бактерий в почки после внутрибрюшинной и внутри-

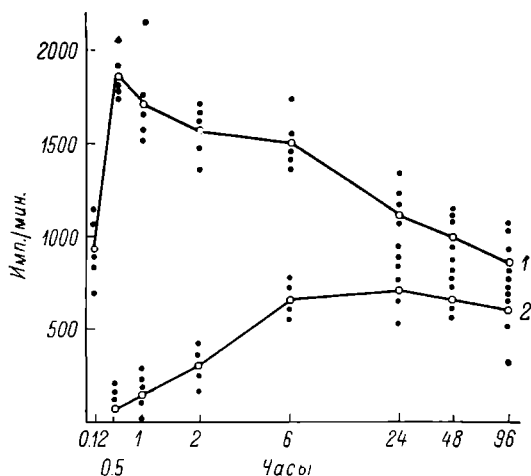


Рис. 1. Динамика поступления радиоактивного углерода бактерий после внутрисердечной (1) и внутрибрюшинной (2) инъекции.

По оси абсцисс — время, часы (масштаб логарифмический); по оси ординат — радиоактивность в 30 мг органа, имп./мин.

сердечной инъекции представлены на рис. 1. Из этого рисунка видно, что скорость и динамика поступления корпускулярного антигена в почки зависят от способа введения. После внутрисердечной инъекции бактерии быстрее поступают в органы, чем после введения их в брюшную полость. Радиоактивный углерод антигена был обнаружен в первом случае уже через 5 мин. после инъекции, во втором — только через 30 мин. Количество поглощенного C^{14} бактерий тканями почек после введения его в ток крови нарастает очень быстро и достигает максимального уровня (около 1900 имп./мин.) через 30—60 мин., тогда как из брюшной полости меченый антиген поступает постепенно и наивысшего уровня (около 700 имп./мин.) достигает только через 24 час.

Выявленную разницу в поглощении антигена почками карпов при различных способах введения мы объясняем тем, что, вероятно, бактерии после внутрибрюшной инъекции первоначально подвер-

гаются фагоцитозу лейкоцитами и только затем в структурно измененном виде поступают в почки. Напротив, после внутрисердечной инъекции бактерии в почках фиксируются, по-видимому, в первоначальной форме и лишь потом пожираются клетками фагоцитарной системы.

Необходимо, однако, отметить, что антиген в каком-то видоизмененном виде сохраняется в почках более года. Относительное количество антигена в различных отделах почек карпов через год после введения приводится ниже.

Отдел	Количество рыб	$\bar{X} \pm x^1$
Туловищный	23	70 ± 15
Головной	23	170 ± 22

Следует указать, что в головном отделе, более богатом клетками ретикуло-лимфоидной ткани и не выполняющим выделительной функции (Румянцев, 1939; Smitch et al., 1967, и др.), радиоуглерода антигена сохраняется в два раза больше, чем в туловищном. Вероятно, часть антигена из туловищного отдела почек элиминируется через мочевыводящие пути.

На рис. 2 показана поглотительная способность почек после блокады их взвесью туши (каждая точка на графике построена по средним данным 10 опытов). Как следует из этого рисунка, поглотительная активность почек карпов после блокады взвесью туши

резко снижается. Так, если в контроле через 1 час относительная радиоактивность органа равнялась в среднем 1700 имп./мин., то в опыте она составляла около 200 имп./мин., т. е. почки, нагруженные взвесью туши, через 1 час поглощали бактерий почти в 10 раз меньше, чем в контроле. В дальнейшем количество поглощенного антигена почками опытных карпов оставалось на низком уровне в течение 4 суток. Снижение адсорбционной способности заблокированных почек при введении бактерий мы рассматриваем как следствие нагруженности клеток ретикуло-эндотелия частицами туши и предполагаем, что попавшие в организм рыб частицы

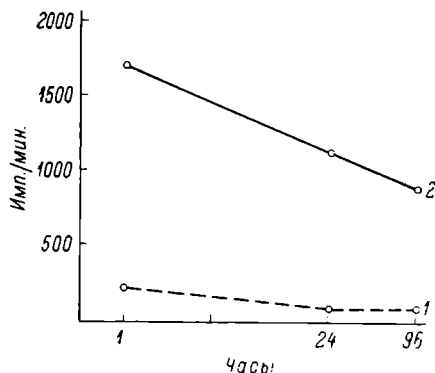


Рис. 2. Динамика поступления радиоактивного углерода бактерий в заблокированные (1) и интактные (2) почки.

Обозначения на оси абсцисс и оси ординат как на рис. 1.

¹ \bar{X} — средняя арифметическая, x — средняя ошибка.

туши и бактерии поглощаются одинаковыми по своей функции клетками.

Таким образом, на основании полученных результатов можно заключить, что почки рыб выполняют важную роль в гомеостазе при бактериальном инфицировании организма, сущность которого заключается в адсорбции бактерий, попадающих в организм рыб. Поглощительная активность почек зависит от способа введения и степени нагруженности органов чужеродными веществами в момент инъекции бактерий. Вероятно, в обеспечении постоянства коллоидального коллускулярного состава жидких компонентов внутренней среды при загрязнении бактериями и частицами туши участвуют одни и те же клеточные структуры почек, в частности клетки ретикуло-эндотелия.

ЛИТЕРАТУРА

- Верховская Н. П., Н. А. Габелова, Е. Г. Зиновьева и др. 1955. Метод меченых атомов в биологии. Изд. МГУ.
- Гончаров Г. Д. 1967. Изучение механизма иммунитета рыб к инфекции. В кн.: Обмен вещества и биохимия рыб. Изд. «Наука», М.
- Гончаров Г. Д., В. И. Ромащенко, В. Р. Микряков. 1966. Изучение механизма иммунитета рыб при помощи C^{14} . ДАН СССР, **171**, 5.
- Кузнецов С. П., В. И. Ромащенко. 1963. Микробиологическое изучение внутренних водоемов. Лабораторное руководство. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Лукьяненко В. И., Ю. П. Сорокин. 1965. Скорость поступления и распределения антигена в тканях рыб (*Rutilus rutilus* L.). ДАН СССР, **161**, 5.
- Румянцев Н. Н. 1939. О ретикуло-эндотелии и строении кроветворных органов некоторых видов костистых рыб. Арх. анат., гистол. и эмб-риол., **21**, 2.
- Haider G. 1968. Vergleichende Untersuchungen zur Blutmorphologie und Hämatopoese einiger Teleostier. IV. Blutbildungstatten und Blutbildung. Zool. Anz., **181**, 3/4.
- Smith A. M., M. Potter, E. B. Merchant. 1967. Antibody-forming cells in the pronephros of the teleost *Lepomis macrochirus*. J. Immunol., **99**, 5.
- Topf W. 1955. Die Blutbildung und die Blutbildungstatten beim Karpfen (*Cyprinus carpio* L.). Z. Fischerei, **1V**, 3/4.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ РАЗЛИЧИЙ МЕЖДУ КЛАССАМИ

Задача дискриминантного анализа была впервые сформулирована Р. Фишером (Fisher, 1938) и подробно изложена С. Уилком (1967). Математическая формулировка этой задачи может быть интерпретирована различным образом. Так, из работы Ю. В. Николаева (1969) следует, что ее можно рассматривать как частный случай линейного ортогонального преобразования многомерных величин исследуемой совокупности. В связи с этим основную идею дискриминантного анализа можно отчетливо представить на следующем примере.

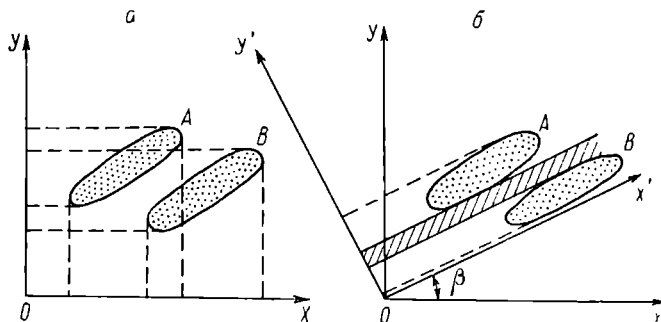


Рис. 1. Схема линейного ортогонального преобразования координат.

Предположим, что на плоскости XOY дана совокупность точек, образующая два класса — A и B (рис. 1, а). Как видно из рисунка, различие между классами A и B выражено довольно отчетливо. Однако проекции классов на оси OX и OY пересекаются, а это означает, что при одном и том же значении X и Y точка может принадлежать как классу A , так и классу B . Повернем оси координат на некоторый угол β (рис. 1, б). В результате такого поворота проекции классов A и B на новую ось координат OY' уже не будут пересекаться (пространство между классами A и B вдоль оси OY' , образующееся в результате поворота осей на оптимальный угол β , на рисунке заштриховано). Таким образом, задача дискриминантного анализа состоит в определении оптимального угла поворота осей координат, при котором различия между классами вдоль новых осей достигают максимума.

Не останавливаясь на математической постановке задачи, отметим, что в конечном итоге она сводится к решению уравнения

$$(R^* - \lambda R)U = 0, \quad (1)$$

где R^* — матрица ковариаций между классами; R — матрица ковариаций по всей совокупности многомерных величин; λ — собственные значения; U — собственные векторы.

Для двух классов A и B коэффициент ковариации между классами можно определить по формуле

$$r_{ij}^* = \overline{P_i(A) P_j(A)} + \overline{P_i(B) P_j(B)} - \bar{P}_i(A) \bar{P}_j(B) - \bar{P}_j(A) \bar{P}_i(B), \quad (2)$$

$$i, j = 1, 2, 3, \dots, n,$$

где P_i и P_j — i -й и j -й признаки исследуемых объектов A и B ; n — количество признаков (черта сверху означает осреднение).

Коэффициенты ковариации по всей исследуемой совокупности объектов без учета разделения по классам могут быть представлены в виде

$$r_{ij} = \overline{P_i P_j} - \bar{P}_i \bar{P}_j. \quad (3)$$

Можно показать, что полученные в результате решения уравнения (1) собственные значения λ_i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$ будут характеризовать степень различия между классами вдоль i -й оси координат n -мерного пространства. Очевидно, наибольший интерес будут представлять при этом максимальные собственные значения. Соответствующие им собственные векторы позволят образовать линейные формы

$$P'_k = \sum_{i=1}^n U_{ki} P_i, \quad k = 1, 2, 3, \dots, n \quad (4)$$

Выражение (4) представляет собой сумму всех n признаков объекта P с коэффициентами U_{ki} , в качестве которых служат компоненты собственного вектора U_k . Если различия между классами объективно существуют, то величины P'_k , принадлежащие к разным классам, должны различаться между собой.

Описанный метод был использован при определении различия между полями атмосферного давления высоких широт северного полушария в зимние месяцы (январь — март) для лет пониженной и повышенной водности в районе Верхней Волги. Поля давления были взяты по сетке из 12 точек и охватывали зону к северу от 50° с. ш. Основываясь на предположении, что годам повышенного стока соответствует иной характер барического поля, чем годам пониженного стока, мы разбили указанные барические поля на два класса, по 7 членов каждый. Один из них включал поля барики, относящиеся к годам, когда среднегодовой сток Волги был выше нормы, другой составили поля, соответствующие

годам, когда сток был ниже нормы. При выборе этих лет мы воспользовались данными среднегодового притока вод в Рыбинское водохранилище с 1937 по 1966 г. Затем выполнялся дискриминантный анализ двух классов полей барики и было получено поле первого собственного вектора U_1 (рис. 2).

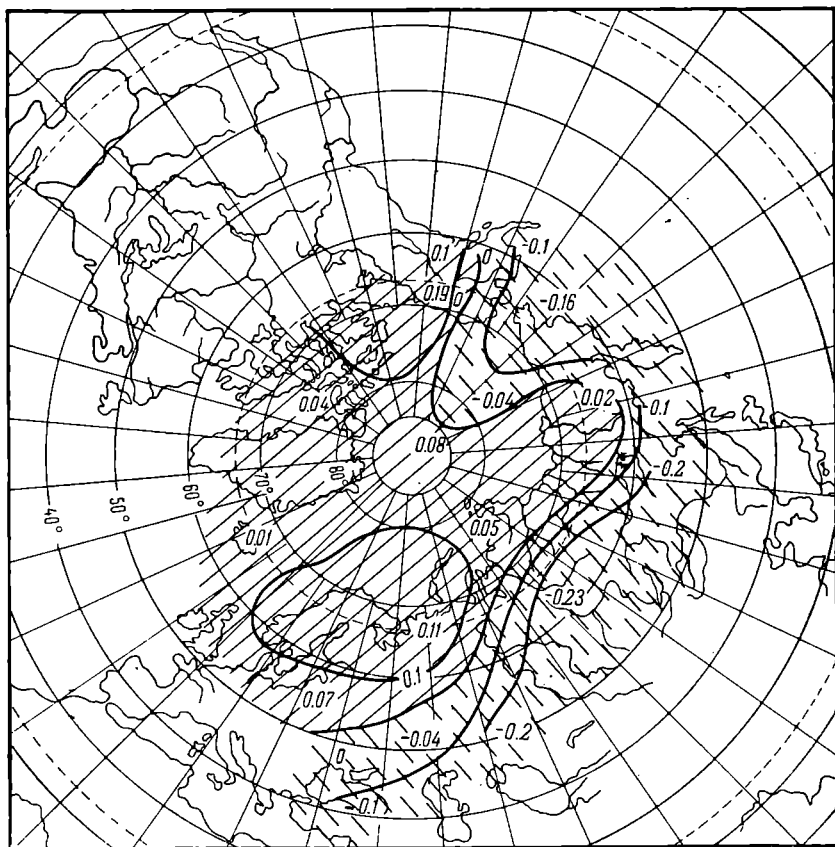


Рис. 2. Карта первого собственного вектора.

В данном случае признаки объекта характеризуют его состояние в различных узлах географической сетки и, следовательно, поле выбранного собственного вектора должно отражать тот процесс, которым различаются исследуемые классы. Согласно изложенному ранее, поле первого собственного вектора будет отражать наиболее существенные различия. Рассматривая с этих позиций приведенную карту собственного вектора U_1 , можно указать, что в данном случае наиболее характерные различия между полями

двух классов будут отражаться в различном состоянии двух зон, одна из которых расположена над Арктическим бассейном и Скандинавией (на рис. 2 заштрихована сплошными линиями), а другая — над азиатской частью континента и юго-восточными районами европейской территории Союза (заштрихована пунктиром).

Предположим, что в каком-то году из выбранных лет происходит падение давления относительно среднемноголетнего в пер-

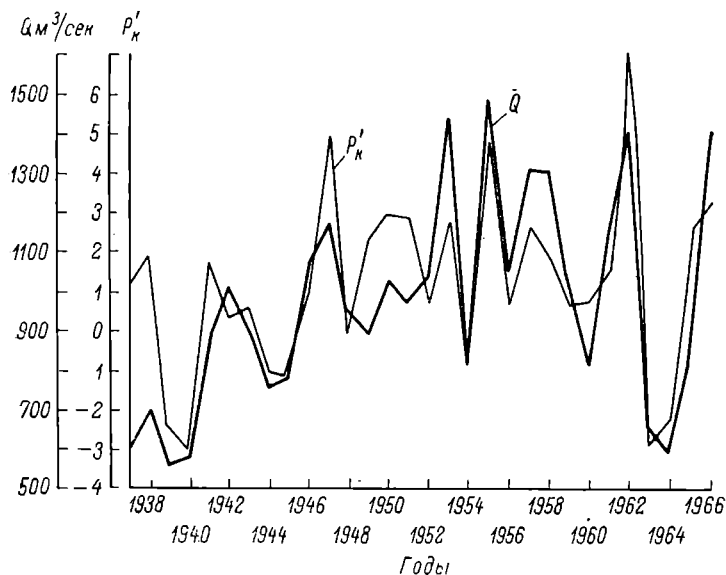


Рис. 3. Сопоставление среднегодовых величин притока вод (Q) в Рыбинское водохранилище со значениями P'_k .

По оси ординат слева (Q) — среднегодовой приток вод в Рыбинском водохранилище, м³ сек., справа (P'_k) — поле первого собственного вектора. В качестве поля рассматривается атмосферное давление.

вой зоне и рост его — во второй. Тогда, определяя по уравнению (4) сумму $U_{k1}P_1$, получим, что ее величина будет отрицательна (отрицательные аномалии давления в первой зоне, перемноженные на положительные значения вектора, как и положительные аномалии давления во второй зоне, умноженные на отрицательные значения вектора, дадут в сумме отрицательную величину). Если же происходит обратный процесс, т. е. наблюдается рост давления относительно среднемноголетнего в первой зоне и падение во второй, то суммарное значение P'_k , вычисленное по уравнению (4), очевидно, будет положительным.

Выполнив такие вычисления для каждого года (с 1937 по 1966 г.) мы сопоставили полученные значения P'_k с величинами среднегодового притока вод в Рыбинское водохранилище (рис. 3). Ока-

залось, что характер изменения вектора P'_k согласуется с многолетним ходом среднегодового притока вод в Рыбинское водохранилище, причем максимальный приток соответствует наибольшим положительным значениям вектора P'_k , а минимальный — отрицательным. Отсюда следует, что повышенный приток в Рыбинское водохранилище наблюдается в годы, когда происходит повышение давления над Арктическим бассейном и Скандинавией и падение над материком. Физически это может быть интерпретировано таким образом, что траектории перемещения атлантических циклонов, несущих влагу, смещены в зимний период этих лет к югу, что приводит к значительному выпадению осадков в районе бассейна Волги и соответственно к повышенной водности года. В годы же, когда траектории атлантических циклонов проходят в зимний период над Скандинавией и далее над Арктическим бассейном, наблюдается падение давления над Арктикой и рост антициклональности над материком. В результате количество осадков в бассейне Волги снижается и такой год характеризуется пониженной водностью.

Таким образом, различия классов полей атмосферного давления, найденные с помощью дискриминантного анализа, оказываются существенными и позволяют определить характер воздушных переносов над европейской территорией СССР в различные по водности годы для бассейна Верхней Волги.

ЛИТЕРАТУРА

- Николаев Ю. В. 1969. Преобразование информации в приложении к задачам гидрометеорологии. Гидрометеиздат, Л.
Уилкс С. 1967. Математическая статистика. Изд. «Наука», М.
Fisher R. A. 1938. The statistical utilization of multiple measurement. Ann. Eugen, 8.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

О. Ф. Кондрацова, Э. И. Саруханян
и Н. П. Смирнов

О «ВЕКОВОЙ» ТЕНДЕНЦИИ В КОЛЕБАНИЯХ СТОКА ВОЛГИ

Изучение «вековой» тенденции в колебаниях стока Волги выполнялось по данным притока вод в Рыбинское водохранилище и расходов у Ярославля, Горького, Куйбышева и Волгограда. Кроме того, анализировались данные по стоку Оки у Горького.

батова и Камы у Перми. Указанные ряды охватывали в среднем около 80 лет наблюдений (с 1880 по 1960 г.). С целью исключения циклических вариаций с периодами менее 20 лет указанные величины подвергались скользящему осреднению по 21-летиям.

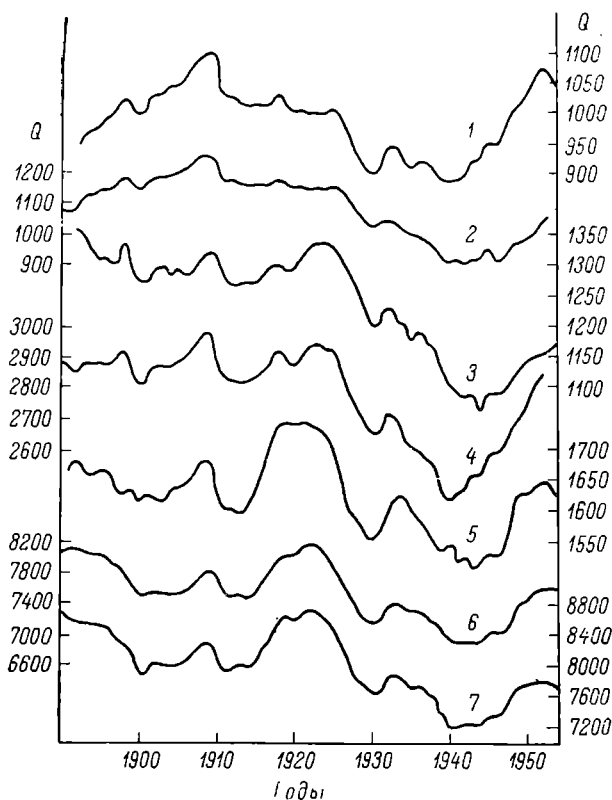


Рис. 1. Вековая тенденция в колебаниях стока Волги.

1 — приток вод в Рыбинское водохранилище; 2 — сток Волги у Ярославля; 3 — сток Оки у Горбатова; 4 — сток Волги у Горького; 5 — сток Камы у Перми; 6 — сток Волги у Куйбышева; 7 — сток Волги у Волгограда. По оси ординат справа и слева — величина стока, м³/сек.

Обработанные таким образом значения расходов представлены на рис. 1.

Анализируя «вековую» тенденцию в стоке Волги, необходимо прежде всего отметить значительное уменьшение расходов на всех рассматриваемых створах с начала текущего столетия вплоть до 40-х годов. Это особенно характерно для Верхней Волги. Так, приток в Рыбинское водохранилище и расходы у Ярославля

уменьшились примерно на 20%. В среднем же уменьшение стока Волги от начала века к 40-м годам составило 16—17%.

При изучении особенностей «вековой» тенденции в ходе стока, по данным анализа различных створов, обнаруживается некоторое различие между стоком Верхней Волги и Оки по сравнению со стоком бассейна Камы и Средней Волги. Сток Верхней Волги и Оки был максимальным в конце 1900-х годов, после чего началось его постепенное уменьшение. Уменьшение же стока Камы началось, по-видимому, раньше, однако в конце второго десятилетия нашего века наблюдалось резкое увеличение расходов Камы, которые достигли максимальных значений в начале 30-х годов, после чего произошло резкое уменьшение стока. «Вековая» тенденция в ходе стока Волги ниже впадения Камы имеет подобный характер изменений, но в несколько сглаженном виде.

Рассматривая причины «вековых» изменений стока Волги, необходимо отметить следующее. Как известно, основная роль в формировании водности на реках европейской территории СССР принадлежит погодным условиям. Установлено, что северная и центральная часть европейской территории СССР, а следовательно, северная и центральная части бассейна Волги находятся в основном под воздействием циклической деятельности западного переноса влаги с Атлантического океана (Давыдов, 1947; Кузин, 1953; Гирс, 1960; Кац, 1960; Воскресенский, 1962). Следовательно, увеличение стока Волги должно наблюдаться в годы с преобладанием западной формы циркуляции *W*. Однако, как показали исследования А. Н. Афанасьева (1967), А. С. Шкляева (1967) и других авторов, значительное количество влаги поступает на европейскую территорию СССР, и особенно на ее северо-восточные районы, при меридиональной форме циркуляции *C*.

Нами была предпринята попытка объяснить указанные закономерности в «вековых» изменениях стока Волги путем анализа многолетнего хода индексов Г. Я. Вангенгейма — *W*, *E*, *C*, характеризующих основные планетарные особенности циркуляции атмосферы в северном полушарии (Каталог макросиноптических процессов по классификации Г. Я. Вангенгейма, 1964). На рис. 2 представлен ход 21-летних скользящих значений повторяемости форм атмосферной циркуляции *W*, *C*, *E* в сопоставлении с 21-летними скользящими значениями стока Волги у Волгограда. Как следует из этого рисунка, период с 1900 по 1922 г. характеризуется высоким уровнем повторяемости зональной циркуляции, при этом наибольшая повторяемость циркуляции формы *W* характерна для периода 1914—1922 гг. В этот же период наблюдаются и повышенные значения стока Волги, особенно около 1920 г. После 1920 г. вплоть до 1940 г. имел место резкий спад повторяемости западной формы циркуляции *W* и значительное увеличение повторяемости с 1922 по 1930 г. формы *E*. В это же время

повторяемость циркуляционных процессов формы C оставалась на довольно высоком постоянном уровне. Именно вследствие такого характера атмосферной циркуляции с 1922 по 1930 г.

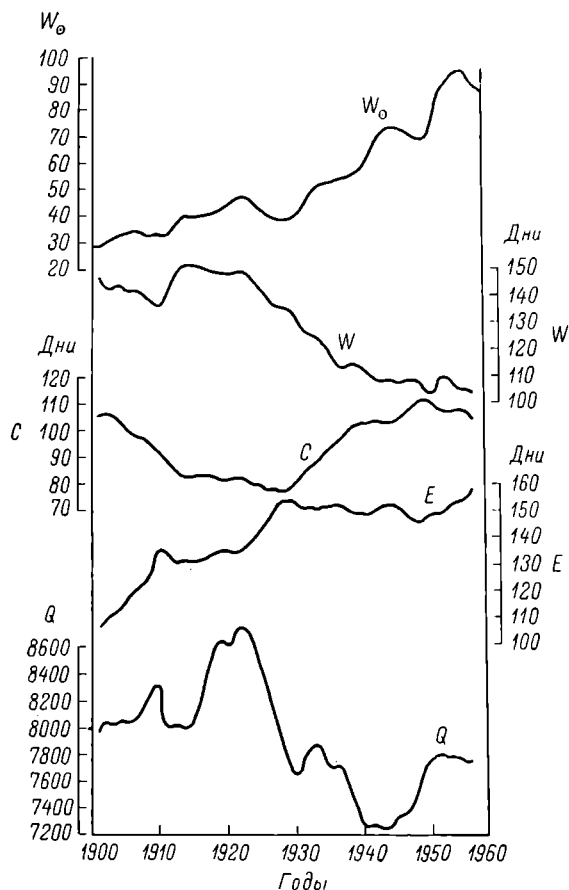


Рис. 2. Сопоставление вековых тенденций в изменении стока Волги у Волгограда.

Кривые: Q — сток Волги у Волгограда, м³/сек.; W , C , E (формы атмосферной циркуляции) — количество дней в году с каждой формой; W_{\odot} — солнечная активность (числа Вольфа),

произошло резкое снижение стока Волги. После 1930 г. при продолжающемся спаде повторяемости циркуляции формы W наступает стабилизация повторяемости восточной формы циркуляции E и начинается рост меридиональной циркуляции формы C .

Сток Волги в этот период продолжает понижаться вплоть до 1940—1944 гг., видимо, прежде всего за счет уменьшения повторяемости формы *W*. Однако это понижение происходит не столь резко. Усиление повторяемости циркуляционных процессов формы *C* в указанный период, вероятно, сказалось только в некотором замедлении уменьшения стока Волги. К 1950 г. на фоне относительно постоянного и низкого уровня развития западного переноса и незначительного уменьшения повторяемости циркуляционных процессов формы *E* наблюдается заметное развитие процессов формы *C*, что и приводит к некоторому увеличению стока Волги с 1944 к 1950 г.

Таким образом, зависимость изменения стока Волги от характера изменения атмосферной циркуляции на европейской территории СССР в «вековом» цикле не вызывает сомнения. Учитывая, что расположение основных ложбин и гребней над территорией СССР при формах циркуляции *C* и *E* характеризуется определенной локализацией (Гирс, 1960), можно предположить, что «вековые» изменения стока в различных районах Союза будут носить асинхронный характер в зависимости от положения района относительно основных путей перемещения циклонов при различных формах меридиональной циркуляции. Этим определяются и указанные выше особенности «векового» изменения стока Верхней Волги по сравнению со стоком Камы.

Причины перестройки циркуляционных процессов такого масштаба в настоящее время еще не выяснены. Однако большинство исследователей (Гирс, 1960; Кац, 1960; Максимов, Смирнов, 1965) склонны считать, что основным фактором, определяющим нарушение зональности, присущей циркуляции атмосферы, является изменение уровня солнечной активности как в 11-летнем, так и в «вековом» ритме. Исследования, выполненные в последние годы (Craig, 1952; Гасюков, Смирнов, 1967; Мустель, 1968), позволили установить, что с усилением солнечной активности в высокоширотных областях Земли происходит повышение давления и уменьшаются его меридиональные градиенты, что в конечном итоге создает предпосылки для нарушения зональности и приводит к усилению межширотного воздухообмена, т. е. к развitiю меридиональных процессов. Действительно, при сопоставлении хода повторяемости циркуляции формы *W* с изменениями солнечной активности (см. рис. 2) видно, что между ними ярко выражена обратная зависимость.

Отсюда можно полагать, что «вековые» изменения уровня солнечной активности через перестройку циркуляции атмосферы оказывают существенное влияние на колебания стока Волги. Особенности же характера таких колебаний в бассейнах Верхней Волги, Оки и Камы определяются их положением относительно основных путей перемещения барических образований при различных формах циркуляции атмосферы.

- Афанасьев А. П. 1967. Колебания гидрометеорологического режима на территории СССР. Изд. «Наука», М.
- Воскресенский К. П. 1962. Нормы и изменчивость годового стока рек Советского Союза. Гидрометеоиздат, М.
- Гасюков П. С., П. П. Смирнов. 1967. Колебания барического поля северного полушария в 11-летнем цикле солнечной активности. ДАН СССР, 173, 3.
- Гирс А. А. 1960. Основы долгосрочных прогнозов погоды. Гидрометеоиздат, М.
- Давыдов Л. К. 1947. Водность рек СССР, ее колебания и влияние на нее физико-географических факторов. Гидрометеоиздат, Л.
- Каталог макросиноптических процессов по классификации Г. Я. Ваггенгейма. 1964. Изд. Аркт. и Антаркт. н.-иссл. инст., Л.
- Кац Л. А. 1960. Сезонные изменения общей циркуляции атмосферы и долгосрочные прогнозы. Гидрометеоиздат, Л.
- Кузин П. С. 1953. Многолетние колебания водности рек СССР. Тр. Гос. гидр. инст., 38 (92).
- Максимов П. В., П. П. Смирнов. 1965. Опыт построения долгосрочного прогноза основных форм атмосферной циркуляции в северном полушарии компонентно-гармоническим методом. Тр. Аркт. и Антаркт. н.-иссл. инст., 262, Гидрометеоиздат, Л.
- Мустель Э. Р. 1968. Солнечные корпускулярные потоки и их воздействие на атмосферу Земли. Астрон. совет АН СССР, Научн. информ., 10.
- Шкляев А. С. 1967. Связь изменений годового стока рек Урала в смежные годы с типами атмосферной циркуляции. В сб.: Многолетние колебания стока и вероятностные методы его расчета. Изд. МГУ.
- Craig P. A. 1952. Surface pressure variations following geomagnetically disturbed and geomagnetically quiet days. J. Meteorol., 9, 2.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

Н. В. Б у т о р и н и Т. Н. К у р д и н а

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ХАРАКТЕРЕ ПЕРЕНОСА ВОД В ИВАНЬКОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

В формировании гидрологического режима и качества воды водохранилищ решающую роль играет динамика водных масс, одним из элементов которой является проточность. В водохранилищах этот элемент режима в большой степени зависит от характера эксплуатации объекта.

Некоторые данные, характеризующие проточность Иваньковского водохранилища, приведены нами (Буторин, 1959) и Н. А. Зиминовой (1959). На основе этих данных можно судить о сложном характере перемещения вод в этом водоеме. В настоящее время динамика вод Иваньковского водохранилища значительно осложнилась в связи с использованием его как водоема-охладителя Конаковской ГРЭС. Только за 1968 г. через конденсаторы Конаковской ГРЭС прошло около 1200 млн м³ водохранилищной

воды, температура которой при этом повысилась примерно на $8.5-9.0^{\circ}$.

Забор воды на охлаждение агрегатов ГРЭС и поступление в водоем большого количества дополнительного тепла оказали определенное влияние на характер перемещения вод в водоеме.

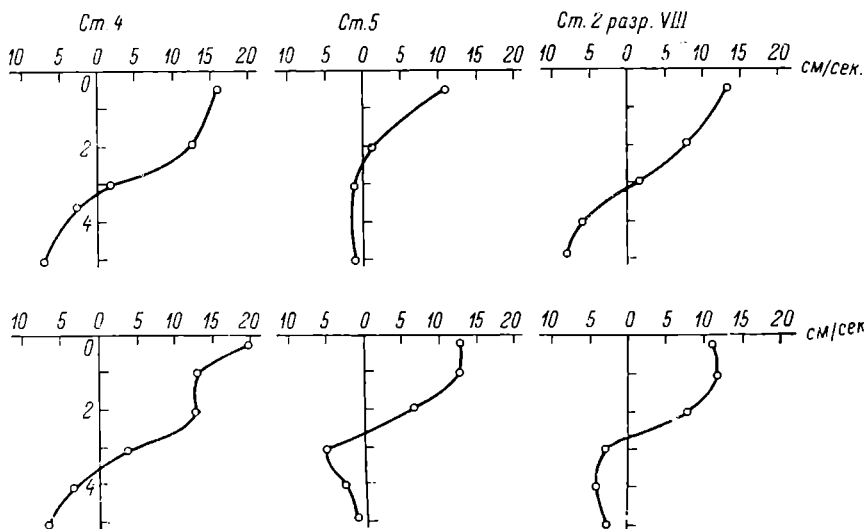


Рис. 1. Величина и направление переноса вод в Мошковском заливе 9 и 10 мая 1969 г. (местоположение станций указано на рис. 2).

По оси ординат — глубина, м; по оси абсцисс — скорость переноса вод, см/сек.

Изучение переноса подогретых вод в водохранилище представляет большой интерес, так как с ним связан процесс их охлаждения, распределение теплосодержания и некоторые особенности развития биологических процессов.

Чтобы составить представление о характере переноса подогретых вод ГРЭС по Мошковскому заливу в районе их поступления в водохранилище и в самом водоеме, нами выполнена серия измерений элементов течения на этих участках. Измерения производились поплавками, морской модернизированной вертушкой, измерителем течений ГР-42 и буквопечатающей вертушкой БПВ-2р.

Результаты измерения течений обнаружили своеобразный характер переноса вод на исследуемом участке водохранилища. Так, 9 и 10 мая 1969 г. в Мошковском заливе ниже сброса подогретых вод наблюдалось четко выраженное стоковое течение, скорость которого на поверхности равнялась 21 см/сек. и сравнительно быстро уменьшалась с глубиной: на горизонте 3 м она упала до 13 см/сек., а на глубине 4 м вертушкой не улавливалась. По ходу воды примерно на расстоянии 1 км от рассмотренной

вертикали характер течения изменялся: если поверхностный слой воды до глубины 2 м продолжал перемещаться в сторону водохранилища со скоростью 20—13 см/сек., то на глубине 3 м скорость течения уменьшалась до 4 см/сек., а направление переноса стало неустойчивым; в придонных же горизонтах течение имело направление, противоположное поверхностному, а скорость

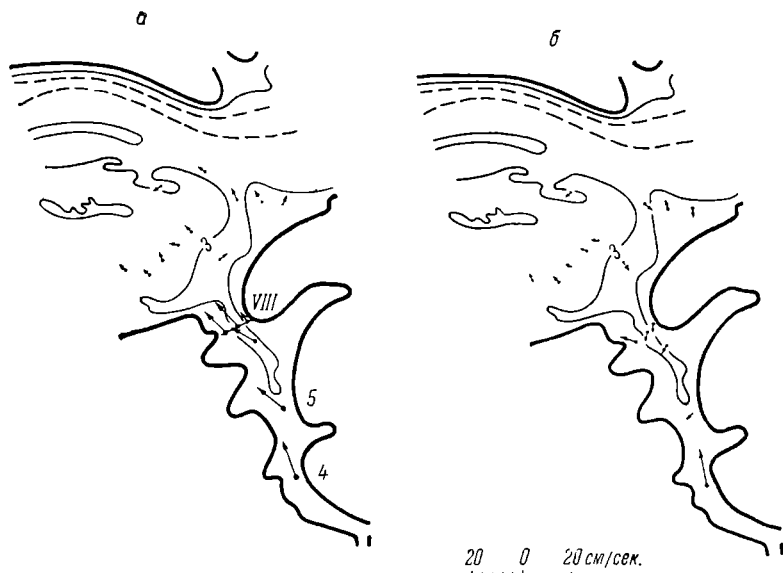


Рис. 2. Направление и скорость течения 7 и 8 июля 1969 г.
а — в поверхностном слое; б — в придонном слое,

его составляла 3—7 см/сек. (ст. 4). Аналогичная картина в распределении скоростей и направления переноса вод наблюдалась по всей длине Мошковского залива (ст. 5, ст. 2 VIII разреза).

На эпиярах переноса вод (рис. 1), построенных методом Хельстрёма (Hellström, 1963), отчетливо видно, что по ходу потока теплых вод скорость их перемещения уменьшается. С глубиной она также уменьшается, особенно резко в слое от 2 до 3 м. Таким образом, весной на большей части Мошковского залива верхний слой воды до глубины 1.5—3.0 м перемещается в сторону водохранилища, а в придонном слое вода движется в обратном направлении. Более подробная съемка течений в Мошковском заливе и на прилегающей к нему части водохранилища выполнена 7—8 июня 1969 г. Эти измерения подтвердили полученную ранее картину перемещения вод в заливе (рис. 2). В начале июня, как и в мае, верхний слой воды до глубины 2.5—3.0 м, представляющий собой подогретые воды ГРЭС, перемещался в сторону водохранилища. Скорость движения этих вод на глу-

более 1 м составляла 11—14 см/сек., а направление переноса незначительно отклонялось от оси залива (рис. 2,а).

По затопленному руслу ручья в заливе в придонных горизонтах четко прослеживалось противотечение. Скорость его значительно меньше, чем поверхностного потока; обычно колебалась около 2—3 см/сек. и в редких случаях достигала 6—7 см/сек.

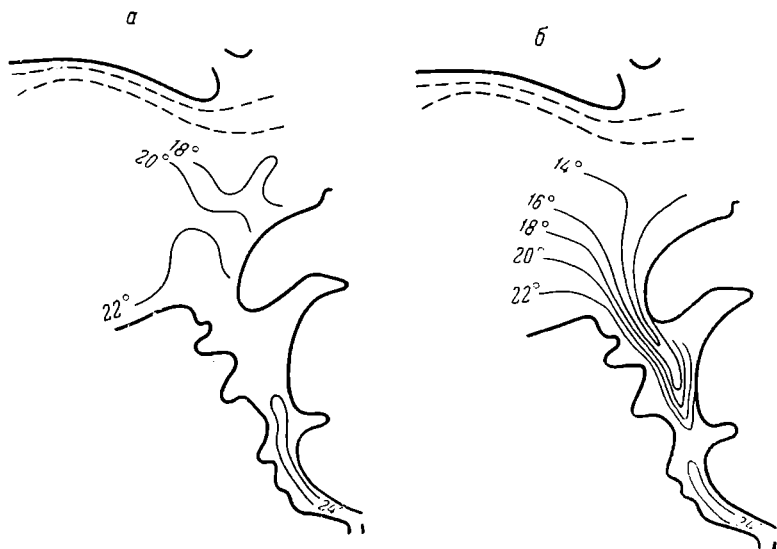


Рис. 3. Ход изотерм 9 июня 1969 г.
а — в поверхностном слое; б — в придонном слое.

В отличие от поверхностного потока направление течения в придонном слое менее устойчиво и в значительной степени определяется рельефом дна (рис. 2,б). Противотечением охватывается слой воды примерно вдвое меньший, чем поверхностным течением. В заливе он равен 1.0—1.5 м, а на выходе из него увеличивается до 2 м. На мелководных участках водохранилища в районе выхода подогретых вод противотечение наблюдается редко, и теплые воды распространяются здесь по всей глубине потока.

Приведенные данные и другие неоднократно повторенные измерения, выполненные при различных метеорологических условиях и режимах работы ГРЭС, позволяют считать такую структуру потока в заливе и на выходе из него для весны и лета обычным явлением.

Наличие противотока подтверждается и характером распределения температуры воды в Мошковском заливе (рис. 3). По ходу изотерм в поверхностном и придонном слоях видно, что теплые воды ГРЭС проходят по более холодным водам водохранилища. Если на глубине 0.5—1.0 м температура воды по аква-

тории залива и прилегающего участка водохранилища превышает 22° , то в придонном слое изотерма 22° оконтуривает лишь прибрежье, а по руслу ручья в залив входят воды водохранилища с температурой $14-16^{\circ}$. Выклинивание потока холодных вод происходит в том же районе, где наблюдается затухание противотока, а горизонты максимальных температурных градиентов близки к глубинам смены направления течения.

Сложный характер переноса вод наблюдается и в водохранилище. Здесь в зоне растекания подогретых вод существенная роль принадлежит ветровым течениям. Так, 22 августа 1968 г. в 20 час. выше водозабора ГРЭС по всей глубине русла наблюдалось устойчивое стоковое течение с максимальной скоростью 13 см/сек. на горизонте 8 м и направлением 12° . В 8 час. 23 августа при северо-восточном ветре со скоростью 2—5 м/сек. в этом же районе в верхнем 2-метровом слое зарегистрировано противотечение со скоростью 6 см/сек. и направлением $170-200^{\circ}$. Аналогичное распределение скоростей было отмечено в этот день и ниже водозабора ГРЭС, где верхний 2-метровый слой воды перемещался в направлении, противоположном переносу основной массы воды. Двухслойный поток с незначительными изменениями скорости течения наблюдался нами до 20 час. и, вероятно, сохранялся и далее до смены направления ветра. Повышение температуры воды в противотоке по сравнению с измеренной в 20 час. 22 августа составляло $1.5-2.0^{\circ}$.

Сложная картина динамики вод водохранилища в этом районе особенно четко выявляется при многосуточных наблюдениях. Анализ этих материалов указывает на неустойчивый характер переноса вод: даже в течение одних суток скорость и направление переноса вод могут меняться на противоположные, причем изменения охватывают всю водную толщу от поверхности до дна.

Отмеченные особенности втекания подогретых вод Коцаковской ГРЭС в Ивановское водохранилище, а также сложный характер их перемещения и смещения с водами водохранилища несомненно оказывают значительное влияние на развитие биологических процессов в водоеме.

ЛИТЕРАТУРА

- Буторин Н. В. 1959. К вопросу о проточности Ивановского и Угличского водохранилищ. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, 3.
Зимникова Н. А. 1959. Элементы гидрологического режима и водный баланс Ивановского водохранилища за 1951—1956 гг. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, 2.
Hellström B. 1963. Seiches and Wind currents in lakes. Trans. Roy. Inst. Techn., 211.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ПЕРЕДАТЧИКОВ
ДЛЯ МЕЧЕНИЯ ЛЕЩА И ЩУКИ

СООБЩЕНИЕ II

ПОВЕДЕНИЕ РЫБ В УСТЬЯХ РЕК

Использование звуковых меток дает возможность изучать поведение рыб в природной обстановке и оценивать его применительно к различным показателям окружающей среды. Как уже сообщалось ранее (Малинин, 1970), первые наблюдения проводились нами с целью изучения реакций рыб на сетное полотно. В этой статье рассматриваются результаты исследования трасс и скорости движения леща и щуки в притоках Рыбинского водохранилища, предпринятого для оценки особенностей поведения местных и мигрирующих особей и дифференциации их в скоплениях по особенностям двигательной активности. Нами использовались такие же звуковые метки, что и при исследовании реакций рыб на сетное полотно. Перемещения рыб, несущих передатчики, регистрировались приемной аппаратурой «Пеленг», установленной на моторной лодке и на борту судна.

Перевезенный из водохранилища в р. Согожу лещ после выпуска начал скат по кромке русла в сторону места поймки. Дойдя до трассы газопровода и высоковольтной линии электропередач, которые пересекают реку в одном месте, рыба некоторое время перемещалась вблизи от них, а затем поднялась вверх по течению (рис. 1, а). Участок русла в районе газопровода и линии электропередач ничем не отличается от соседних. Следовательно, есть основание полагать, что препятствием для скатывающейся рыбы послужили именно эти сооружения. Что же конкретно повлияло на прекращение ската — шум газопровода или электромагнитное поле высоковольтной линии, выяснить не удалось. В дальнейшем двигательная активность привезенного из другого района леща и местных особей, пойманных и выпущенных в реке, была одинакова. Две местные рыбы, выпущенные ниже по течению, поднялись по руслу до места поймки и затем перешли на смежный с ним участок поймы (рис. 1, б). Опыты по смещению рыб показали, что некоторые лещи стремились вернуться к месту первоначальной поймки. Точность, с которой они находили свой участок, составляла примерно ± 100 м. Штотт с сотрудниками (Stott et al., 1963) на примере пескарей установил, что в одной популяции могут быть рыбы, строго привязанные к домашнему участку и склонные к постоянным перемещениям. К этому же выводу можно прийти, анализируя перемещения пересаженных лещей. Так, из пяти пересаженных рыб три вернулись назад, к месту

первоначальной поимки, одна ушла совсем в противоположную сторону (рис. 2, б) и одна в течение всего времени наблюдения находилась в районе выпуска.

При свободном перемещении в водохранилище лебди также постоянно держались кромки русла, лишь изредка выходя на мел-

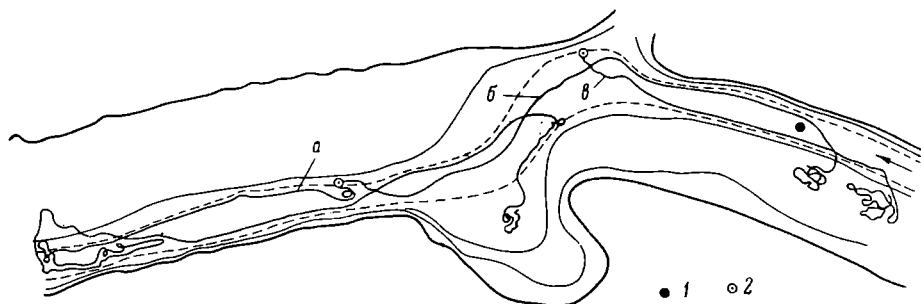


Рис. 1. Путь леща, пересаженного из водохранилища в реку (а), и возвращение леща к месту первоначальной поимки (б, в).

1 — место первоначальной поимки; 2 — место выпуска.

ководье (рис. 2, а). Даже в тех местах, где можно пройти прямым, более коротким путем, рыба довольно четко повторяла все изгибы русла, т. е. в ближней ориентации этих рыб рельеф дна является, видимо, наиболее надежным и простым ориентиром.

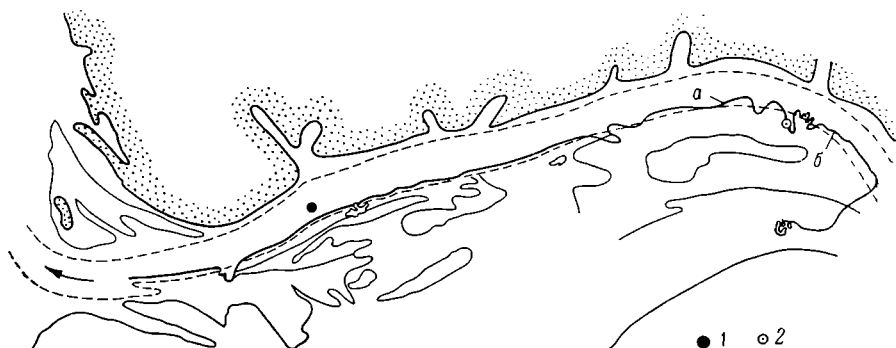


Рис. 2. Путь леща при скате из реки в водохранилище (а) и путь леща, выпущенного выше места поимки (б).

1 — место первоначальной поимки; 2 — место выпуска.

Средние данные по суточному ритму двигательной активности леща, полученные с помощью звуковых меток, довольно близки к величинам, ранее рассчитанным для рыб, буксировавших по-

плавки (Поддубный, 1965). Однако наши материалы позволяют более четко оценить различия в двигательной активности мигрирующих и местных рыб. В ночное время передвижения местных особей незначительны, а мигрирующий лещ движется с равномерной скоростью около 2—3 м/мин. (рис. 3).

Интересно также сравнить суточную ритмику двигательной активности леща с ритмикой питания. По данным Т. С. Житенева (1958), лещ Рыбинского водохранилища питается с 4 до 24 час., максимальные пикисы наполнения кишечника приходится на 13—14 и 22—23 час. В это время скорость мигрирующего леща несколько понижается. Для местных особей заметной связи между двигательной активностью и ритмикой питания нет. Их перемещения определяются в основном обилием корма на участке: в местах с хорошими кормовыми условиями передвижения незначительны, в плохих они возрастают.

Мигрирующий лещ на определенных участках отклоняется от общего направления движения, выходит на мелководье и задерживается здесь на несколько часов, делая небольшие передвижения в стороны. Выходы на мелководья зарегистрированы в 22, 8—9, 12—13 и 17—19 час. В кишечниках лещей, вторично пойманных через несколько суток, обнаружены остатки пищи, явно принятой рыбой уже после мечения. Продолжительность переваривания пищи у леща равна примерно 5—6 час. (Житенева, 1958), и выходы меченых особей на мелководья связаны, видимо, с питанием.

Щука в конце периода нагула передвигается в пределах очень небольших по площади участков (500—1500 м²). Ее максимальная активность отмечена в утреннее (6—8 час.) и вечернее (17—19 час.) время. Днем и ночью рыба почти не двигается. В момент спада активности после вечернего максимума и в период ее утреннего нарастания освещенность на глубине 0.5 м была около 0.01 лк. Проведенные Б. П. Мантейфелем с сотрудниками (1965) исследования двигательной активности щуки в аквариуме показали, что она максимально подвижна при освещенности от 10 до 0.1 лк. По нашим данным, в природных условиях этот диапазон несколько шире (100—0.01 лк).

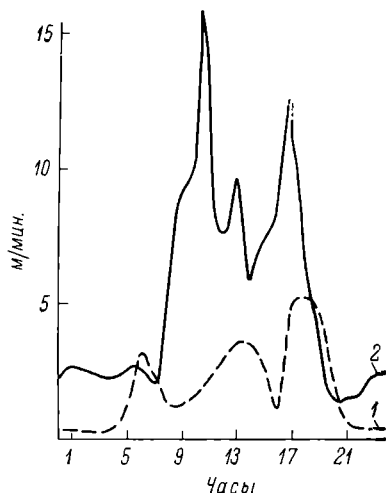


Рис. 3. Суточная ритмика двигательной активности леща.

1 — местные особи; 2 — мигранты. По оси ординат — скорость движения, м/мин.; по оси абсцисс — время, часы.

ЛИТЕРАТУРА

- Житенева Т. С. 1958. О питании леща Рыбинского водохранилища. Тр. биол. ст. Борок АН СССР, 3.
- Малилин Л. К. 1970. Использование ультразвуковых передатчиков для мечения леща и щуки. Сообщение I. Реакция рыб на сетное полотно. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 7.
- Мантейфель Б. П., И. И. Гирса, Т. С. Лещева, Д. С. Павлов. 1965. Суточные ритмы питания и двигательной активности некоторых пресноводных хищных рыб. В сб.: Питание хищных рыб и их взаимоотношение с кормовыми организмами, изд. «Наука», М.
- Поддубный А. Г. 1965. Некоторые результаты дистанционных наблюдений за поведением мигрирующих рыб. В сб.: Бионика, изд. «Наука», М.
- Stott B. B., J. M. Eldson, J. A. Johnston. 1963. Homing behaviour in gudgeon [*Gobio gobio* (L)]. Animal. Behaviour, 11, 1.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

Л. А. Рачюпас. Распределение зоопланктона в водохранилище-охладителе Литовской ГРЭС	3
В. А. Елизарова. Некоторые данные о содержании хлорофилла в фитопланктоне Онежского озера	10
А. В. Пятин. Первичная продукция и деструкция органического вещества в Куйбышевском водохранилище в 1966 г.	15
В. П. Ромашенко. Поправочные коэффициенты на величину самопоглощения β -излучения в осадках $BaS^{35}O_3$	19
Г. А. Дубинина. Цикл развития марганецоксилирующего организма <i>Metallogenium</i>	21
О. П. Богданович. Численность сапрофитных бактерий и содержание органического вещества в воде прудов Карамет-Нияза и Каракумского канала	25
В. А. Экзерцев и А. П. Белавская. О растительности Шекснинского водохранилища	29
Б. Ф. Жуков. Отношение бесцветных пресноводных жгутиконосцев <i>Pleuromonas jaculans</i> Perty (<i>Bodonina</i>) к солености	35
П. В. Мамаева. Фауна организмов активного ила	38
В. П. Луферов. Влияние факторов среды на плотность стай <i>Polyphemus pediculus</i>	40
З. П. Чиркова. Эфилии р. <i>Ilyocryptus</i> (<i>Cladocera</i> , <i>Macrothricidae</i>)	43
Е. М. Малкин. О формулах роста севастопольской храмули	45
Т. С. Мальцман. Питание сеголетков нестрого толстолобика (<i>Arishinthus nobilis</i> Rich) в выростных прудах	51
Г. Д. Гончаров. Иммунологическая реакция клеток почек карпа. Сообщение I. Фагоцитоз бактерий клетками почек карпа <i>in vitro</i>	54
В. Р. Микряков. Роль почек карпов в гомеостазе при бактериальном инфицировании	57
Ю. В. Пиколаев, Э. Н. Саруханиян, П. П. Смирнов. Опыт применения дискриминального анализа при определении различий между классами	61
О. Ф. Кондрацова, Э. Н. Саруханиян и П. П. Смирнов. О «вековой» тенденции в колебаниях стока Волги	65
П. В. Буторин и Т. Н. Курдяна. Новые данные о характере переноса вод в Ивановском водохранилище	70
Л. К. Малинин. Использование ультразвуковых передатчиков для мечения леща и щуки. Сообщение II. Поведение рыб в устьях рек	75

L. A. Ratshunas. Distribution of Zooplankton in cooler reservoir of Lithuanian SSR	3
V. A. Elizarova. Some data on content of chlorophyll in Onega lake phytoplankton	10
A. V. Ivatin. Primary production and destruction of organic matter in Kujbyshev reservoir in 1966	15
V. I. Romanenko. Corrective coefficients to self-absorption value of β -radiation in $BaS^{35}O_4$ sediments	19
G. A. Dubinina. Development of manganese oxidating organism <i>Metallogenium</i>	21
O. I. Bogdanovitch. A number of saprophyte bacteria and contain of organic matter in Karamet-Nijaz ponds and Karakum canal	25
W. A. Exertsew and A. P. Belavskaja. On flora of Sheksna reservoir	29
B. F. Zhukov. Influence of salinity on colourless flagellate <i>Pleuromonas jaculans</i> Perty (Bodonina)	35
N. V. Mamajeva. Fauna of active silt	38
V. P. Luferov. Influence environmental factors upon density of shoals <i>Polyphemus pediculus</i>	40
Z. N. Tshirkova. Ephippia of gen. <i>Ilyocryptus</i> (Cladocera, Macrothricidae)	43
E. M. Malkin. On growth's formula of <i>Varicorhinus capoeta</i> (Güldenstädt)	45
T. S. Maltzman. Feeding of fingerling of <i>Arishhinthys nobilis</i> Rich in rear ponds	51
G. D. Gontcharov. Immunological response of carp's kidney cells. I. Phagocytosis of bacteria by kidney cells in vitro	54
V. R. Mikriakov. Role of carp kidney in homeostase influenced by bacteriel infection	57
Ju. V. Nikolaev, E. I. Sarukhanian, N. P. Smirnov. An attempt of applying discriminatory analysis calculation of differences between classes	61
O. F. Kondratsova, E. I. Sarukhanian and N. P. Smirnov. Agelong variations of discharge of Volga	65
N. V. Butorin and T. N. Kurdina. New data on water masses transportation in Ivankovo reservoir	70
L. K. Malinin. Applikation of the ultrasound transmitters for marking of <i>Abramis brama</i> and <i>Esox lucius</i> . II. Fish behaviour of the mouth of rivers	75

