

06
ИБВВ

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

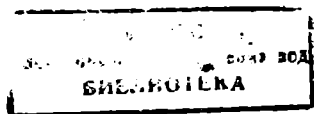
13

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

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 13



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ЛЕНИНГРАД • 1972

Главный редактор

доктор биологических наук

Б. С. КУЗИН

Редактор издания

доктор биологических наук

Б. К. ШТЕГМАН

СОВЕЩАНИЕ ПО КОМПЛЕКСНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ МЕЛКОВОДИЙ ВОДОХРАНИЛИЩ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Совещание было организовано институтом «Гидропроект» им. С. Я. Жука и проводилось в Москве 9—11 декабря 1970 г. Главная задача — обсуждение вопроса о наиболее рациональном использовании мелководной зоны, которая занимает значительную часть акватории водохранилищ, особенно равнинного типа.

Обзор вопросов, возникающих в связи с проблемой комплексного использования мелководий водохранилищ вообще, а отчасти и других водоемов, сделан специалистами Гидропроекта (С. М. Успенским и Г. А. Кулебакиным), а по отношению к отдельным водохранилищам другими докладчиками (Н. Б. Сорокиной, П. Ф. Чубукиным, В. А. Яковлевым). В докладах от Института биологии внутренних вод АН СССР и от Института гидробиологии АН УССР рассмотрено значение мелководных зон для биологической продуктивности этих водоемов, воспроизводства рыбных запасов и для качества воды водохранилищ. Показаны положительное значение защищенной прибрежной зоны для фауны беспозвоночных, использующей развивающуюся в этих условиях высшую водную растительность, роль последней как фильтра, предохраняющего от заиления и загрязнения, а также отрицательная роль этой зоны как места накопления при «цветении» воды масс синезеленых водорослей (С. С. Бакастов, Н. В. Буторин, И. Л. Корелякова, Ф. Д. Мордухай-Болтовской, Л. А. Сиренко, П. Г. Сухоиван, А. В. Топачевский).

В сообщениях от Института водных проблем и от Института географии АН СССР (А. Б. Авакян и др., Г. Л. Мельникова) представлена классификация мелководий водохранилищ, основанная на их морфометрии и особенностях гидрологического режима. Вопросы использования мелководий для нужд рыбного, сельского и охотничьего хозяйства рассмотрены в докладах от Гидропроекта, от Института гидротехники и мелиорации,

от институтов Гипроводхоз, Гипролесхоз, Звероводства и охоты, и других. Рыбохозяйственное использование мелководий возможно в форме организации рыбхозов на отделяемых от водохранилища участках прибрежной зоны (Е. С. Арошин).

Сельскохозяйственное использование мелководий возможно при ограждении (обваловании) дамбами отдельных участков с последующим использованием их под различные культуры (Г. Н. Петров, А. И. Макаров и др.) или для выращивания кормовых растений, выносящих затопление. Из них наиболее перспективен дальневосточный рис (*Zizania latifolia*), культивирование которого рассматривается в нескольких докладах (В. М. Сипявская и др.). Следует заметить, что с точки зрения биологической продуктивности водохранилищ со слаборазвитой зоной прибрежных зарослей выкашивание и удаление выспевших растений нежелательно, так как лишает водоем больших масс питательного (для беспозвоночных и бактерий) детрита.

Использование мелководий для охотничьего хозяйства требует подготовки для мелководий перед сооружением водохранилищ или отчленения и обвалования отдельных участков. Последнее особенно важно для разведения живущих в воде и у воды грызунов — нутрии и ондатры, которые могут дать высокую численность при отсутствии больших колебаний уровня (Г. А. Корсаков, И. Г. Анфилов).

Затрагивался вопрос о рациональном использовании окружающей водохранилище зоны подтопления, площадь которой только по волжскому каскаду измеряется десятками тысяч гектаров (Н. Г. Котова). Применением системы мероприятий «лугомелиоративного комплекса» можно избежать заболачивания и успешно использовать зону подтопления, особенно умеренного и слабого, для сельскохозяйственных целей. Еще более интенсивное сельскохозяйственное использование мелководий под разнообразные культуры возможно при дренаже и защите подтопляемых земель дамбами.

В заключение докладчик от института «Курортпроект» (Ю. И. Бурт) показал возможность широкого использования мелководной зоны водохранилищ для организации массового отдыха и туризма.

Совещание было несомненно полезным и привлекло внимание широкого круга специалистов и организаций, связанных с исследованием или использованием водохранилищ.

Ф. Д. Мордухай-Болтовской

КОНФЕРЕНЦИЯ ПО НАУЧНЫМ ОСНОВАМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ, ВЛИЯЮЩИМИ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ В ВОДОЕМАХ, ЯВЛЯЮЩИХСЯ ОСНОВНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Конференция организована кафедрой гидрологии географического факультета Московского государственного университета и проводилась в Москве 25—26 декабря 1970 г. Основная цель — обсуждение вопросов о факторах, влияющих на качество воды в водоемах (особенно предназначенных для водоснабжения), и о возможностях управления ими.

Из включенных в программу конференции 35 докладов и сообщений состоялось только 26. Подавляющее большинство их было посвящено гидрологическим и гидрохимическим вопросам и только три или четыре вопросам гидробиологическим.

Во вступительном докладе группой специалистов (С. Л. Вендров, Х. А. Вельнер и др.) перед конференцией был поставлен вопрос — как сооружать новые водоемы и как использовать их для водоснабжения, чтобы вода сохраняла высокие качества. Задача заключается при этом главным образом в регулировании притока различных сточных вод и организации их очистки. Но, как было показано в докладе Л. Л. Россолимо, в последние годы в материковых водоемах развивается еще один процесс, влияющий на качество воды, — антропогенное евтрофирование. Оно возникает главным образом от поступления в водоемы соединений фосфора и азота (особенно в результате стока с удобряемых полей) и приводит к повышению уровня продукционных процессов и вторичному загрязнению водоемов. Процесс этот необратим. В нескольких докладах (Г. Г. Шилькрот, Н. Я. Мироновой, С. А. Филь) рассматривались явления этого антропогенного евтрофирования в различных водоемах и обсуждались меры его замедления или приостановки, среди которых большое значение придавалось удалению масс высшей водной растительности, улавливающей поступающие с берегов биогенные вещества.

В другой группе докладов рассматривались загрязнение и самоочищение водоемов. Во многих водоемах, в том числе в бассейне Волги и Камы, загрязнения нефтепродуктами в большой степени устраняются в процессе самоочищения. Замечено, что прибрежные заросли, особенно тростниковые, очень способствуют очистке воды от нефтяного и других промышленных и бытовых загрязнений.

В некоторых сообщениях (Н. А. Зиминской, Н. Н. Бобровицкой) рассматривались взвешенные наносы, влияющие на качество воды через мутность, и обсуждались факторы, определяющие их количество. Для самоочищения воды имеют значе-

ние не только заросли, но также дошны и планктонные беспозвоночные-фильтраторы, которые, например в Учинском водохранилище, за несколько недель процеживают всю воду, осаждая содержащиеся в ней взвеси (Н. Ю. Соколова).

Только в одном сообщении (Ф. Д. Мордухай-Болтовской) был затронут вопрос о влиянии на биологический режим водоемов нового фактора, приобретающего все большее значение, — сброса подогретых вод теплоэлектростанций.

На конференции были представлены также новые методы наблюдений и исследований физико-химических свойств водоемов с демонстрацией приборов, а также методы моделирования, прогнозов и расчетов гидрохимического и гидрологического режимов и степени очистки (Б. А. Скопинцев, В. А. Знаменский, А. А. Радкевич, А. Я. Коортис, Л. Г. Соловьев и др.).

Ф. Д. Мордухай-Болтовской

А. С. Литвинов, И. К. Ривьер

О ВЕРТИКАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЗООПЛАНКТОНА В МОШКОВИЧСКОМ ЗАЛИВЕ В СВЯЗИ С ОСОБЕННОСТЯМИ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Мошковичский залив Иваньковского водохранилища — приемник подогретых вод Конаковской ГРЭС. В период зимней сработки водохранилища вследствие больших уклонов водной поверхности и значительных скоростей течения (до 1.5 м/сек.), обуславливающих интенсивное турбулентное перемешивание, эти воды распределяются равномерно по всему заливу. По данным Т. Н. Курдиной (1969), температура воды в заливе зимой составляет 6—12°. Несмотря на более благоприятные температурные условия, зоопланктон залива, как и во всем водохранилище, чрезвычайно беден. Высокие скорости течения, видимо, одна из причин, тормозящих его развитие.

Весной при наполнении Иваньковского водохранилища до НПУ наиболее глубокие участки Мошковичского залива заполняются холодными водами водохранилища. Повышение уровня приводит к уменьшению уклонов водной поверхности и падению скоростей течения. Интенсивное турбулентное перемешивание наблюдается лишь вблизи водосброса. На большей части залива прослеживается двухслойное разнонаправленное перемещение вод. При этом поверхностный 2-метровый слой теплых вод перемещается в сторону водохранилища со скоростью 0.1—0.3 м/сек., а придонный слой — в противоположном направлении со скоростью до 0.1 м/сек. Верхняя граница противотечения лежит несколько ниже слоя температурного скачка и постепенно поднимается с 4 м в верхней части залива до 2 м при выходе из него (Литвинов, 1970). Максимальные температурные градиенты наблюдаются в мае и июне и достигают 7—8° на 1 м. Горизонтальная протяженность холодного придонного слоя различна в разные сроки вегетационного периода.

Своеобразие гидрологических условий залива влияет на вертикальное распределение зоопланктона в нем. Весной холодные

воды водохранилища могут доходить до верховьев залива вплоть до ст. 4. В этот период при температуре поверхностных слоев 18—20°, а придонных 11—12° население у дна значительно беднее. Так, в первых числах мая 1967 г. на ст. 5 у поверхности при температуре 17.5° общая биомасса зоопланктона составляла 0.15 г/м³, в то время как у дна при температуре 11° она была 0.05 г/м³.

К концу мая 1967 г. при общем повышении температуры воды на участках залива, где стратификация отсутствовала, вся толща воды оказалась населенной гомогенно: биомасса зоопланктона у дна на ст. 2 (разрез VIII) при температуре воды 23—24° составляла 0.56, а у поверхности 0.53 г/м³. Аналогичная картина наблюдалась и в мае 1970 г. на ст. 5. При температуре воды у дна 23.6° и у поверхности 23.8° биомасса зоопланктона составляла соответственно 2.07 и 2.26 г/м³. Состав зоопланктона у дна и поверхности почти не различался. В этот же период на участках залива, где сохранялся холодный придонный слой и температура воды у дна была более чем на 8° ниже (ст. 2, разрез VIII), состав зоопланктона у дна и поверхности был неодинаков. Хотя биомасса по всему столбу воды почти не отличалась (у поверхности — 1.08, на глубине 4 м — 1.4, у дна — 1.03 г/м³), придонный слой имел свое, резко отличное от поверхностного слоя, население. У дна основную массу рачкового планктона составляли копеподы, у поверхности преобладали ветвистоусые и коловратки. Только в придонном слое обнаружен *Cyclops vicinus*, копеподитных стадий *Cyclopoida* здесь было в 3—4 раза больше, чем у поверхности, но полностью отсутствовали *Bosmina longirostris* и в 3—5 раз малочисленнее оказались *Keratella quadrata*, *K. cochlearis*, *Polyarthra platyptera*.

С общим прогревом вод водохранилища и увеличением расхода воды через ГРЭС, обусловленным переходом на летний режим работы, вертикальные температурные градиенты уменьшаются, а зона турбулентного перемешивания увеличивается. Стратификация и противотечение сохраняются только в нижней части залива. Термические условия в заливе определяются объемом сброса теплых вод, разностью температур забираемой и сбрасываемой воды, а также метеорологическими условиями. В течение сравнительно коротких периодов летом в заливе слой температурного скачка может разрушаться и возникать вновь.

В начале лета при прогреве поверхностных слоев от 20 до 25° и наличии температурной стратификации численность зоопланктона здесь остается на низком уровне и незначительно отличается от численности у дна. Так, в июне 1970 г. на ст. 5 у дна при температуре 18.2° численность зоопланктона составляла 300 000 экз./м³, а у поверхности при 25.2° — 207 000, на разрезе VIII у дна при 17.1° — 220 000, у поверхности при 24.2° — 112 000 экз./м³. Однако видовой состав у дна и поверхности раз-

личался еще более, чем весной. В придонном слое было значительно больше копепоид, биомасса которых на ст. 5 у дна составляла 1.5, а у поверхности 0.03 г/м³, в устье (ст. 2, разрез VIII) у дна 2.1, у поверхности 0.15 г/м³. Только у дна встречены крупные взрослые особи *Cyclops vicinus*, *Diaptomus gracilis*, *D. graciloides*,

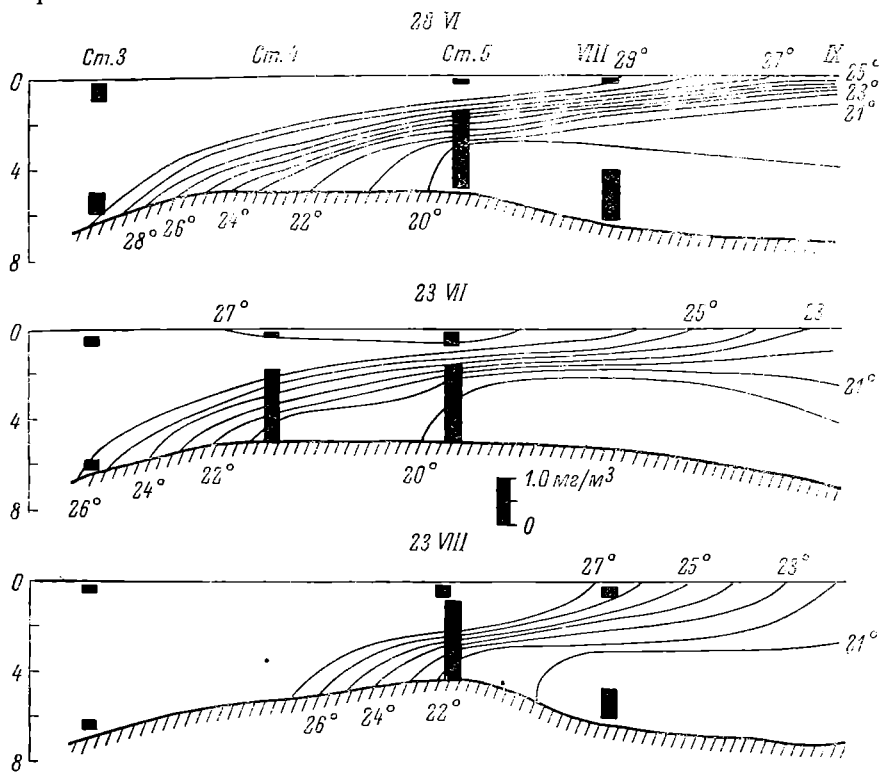


Рис. 1. Вертикальное распределение температуры и биомассы зоопланктона в Мошкочинском заливе в 1967 г.

VIII, IX — номера разрезов. По оси ординат — глубина, м.

а также большое количество копепоидитных стадий *Cyclopoida*. Этот состав ракообразных характерен для средних и придонных слоев русловых участков водохранилища.

В эти же периоды на участках залива, где отмечалась гомотермия, но температура воды не превышала 25°, состав и численность зоопланктона у дна и поверхности были почти одинаковыми, заметного угнетения зоопланктона не наблюдалось.

В наиболее теплые периоды лета при сохранении холодного придонного слоя и температуре воды на поверхности выше 27°

вертикальное распределение зоопланктона в Мошковичском заливе особенно своеобразно. Основная масса водных животных сосредоточивается у дна. Здесь скапливаются не только холодолюбивые формы циклопов, но и все животные, включая наиболее теплолюбивые виды ветвистоусых (*Daphnia cucullata*, *Diaphanosoma brachyurum*), не переносящие подогрева до 27—30°. Такое

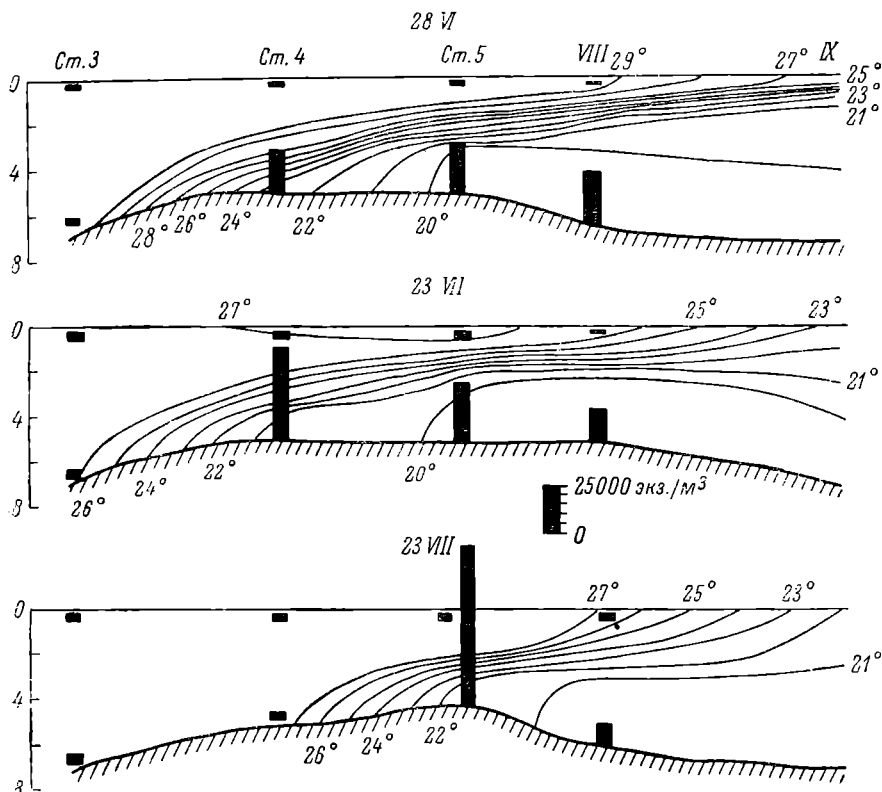


Рис. 2. Вертикальное распределение температуры и численности *Daphnia cucullata* в Мошковичском заливе в 1967 г.

Обозначения те же, что на рис. 1.

вертикальное распределение зоопланктона многократно наблюдалось нами в июне—августе 1967, 1968 и 1970 гг. (рис. 1, 2).

При температуре поверхностных слоев 27—30° происходит гибель значительной части животных (до 60%), а также пассивное опускание и активная миграция ослабленных особей в придонные, более холодные слои. Здесь сохраняются благоприятные условия для жизни и размножения коловраток, копепоид и ветвистоусых. Перемещения животных к поверхности и каких-либо суточных миграций при таких условиях не отмечалось. Во время

круглосуточных наблюдений на ст. 5 (в июне и июле 1968 г.) при разнице придонной и поверхностной температур 7—8° основная масса *Daphnia cucullata* в любое время суток держалась глубже 2 м. Подъема рачков в поверхностный слой не было (рис.3).

При разрушении температурного скачка и повышении температуры воды в придонных слоях до 27—30° условия для развития зоопланктона в заливе наименее благоприятны. На всем его протяжении наблюдается значительная гибель рачков. Чис-

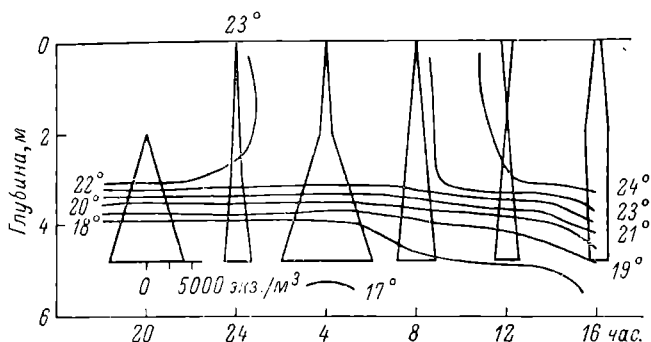


Рис. 3. Вертикальное распределение температуры и *Daphnia cucullata* в течение суток на ст. 5 в Мошковичском заливе 12—13 июня 1968 г.

ленность и биомасса зоопланктона во всей толще воды резко падают. Особенно низка численность зоопланктона при температуре воды выше 28°. Холодолюбивые формы циклопов, *Daphnia cristata* и диаптомиды вообще исчезают из залива. Численность наиболее теплолюбивого вида *Daphnia cucullata* резко снижается по всей толще воды (см. таблицу).

Численность *Daphnia cucullata* в Мошковичском заливе при гомотермии и перегреве воды

Показатель	1967 г.		1968 г.				1969 г.		1970 г.
	июнь	август	июль			август	июль		июнь
	ст. 3	ст. 4	ст. 3	ст. 4	ст. 5	ст. 5	ст. 4	ст. 5	ст. 5
Температура у дна	29,7	27,7	28,5	28,5	27,0	25,9	26,2	26,8	27,8
Численность, экз./м³	600	3400	5200	8000	3000	11600	33000	12500	15000
Температура у поверхности	29,8	27,5	28,5	28,5	27,6	26,2	26,2	27,2	28,0
Численность, экз./м³	700	6300	2400	500	2500	18300	22300	17300	10000

ЛИТЕРАТУРА

- Курдина Т. Н. 1969. Температурные условия Иваньковского водохранилища в районе Конаковской ГРЭС. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 4.
- Литвинов А. С. 1970. О динамике сбросных вод в Мошковичском заливе Иваньковского водохранилища. Межвузовская конф. по вопр. изуч. влияния водохр. на природу и хозяйство окружающих территорий. Калинин.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Г. А. Лукина

ДЕТОКСИЦИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ ХЛОРЕЛЛЫ

Наблюдаемое ускорение накопления биомассы хлореллой в присутствии фенола, а также изменение концентрации фенола при этом позволили предположить, что эта водоросль может усваивать фенол, т. е. выступать в роли его детоксикатора. Если для фенолоксилирующих бактерий рода *Pseudomonas* установлено наличие индуцированных ферментных систем (Hamdy a. oth., 1956), принимающих активное участие в окислении фенола, то наличие или индукцию таких ферментов можно предположить и для водорослей. Известно, что фенолы могут присутствовать в растениях в свободном состоянии. Кроме того, есть данные, свидетельствующие о том, что фенолы, в частности гидрохинон, могут служить донорами кислорода для восстановления НАД и НАДФ (Сабинин, 1955; Кретович, 1964). Для гидрохинона также характерна стимуляция фотосинтеза (Попов и др., 1965).

Хотя рост водорослей идет в основном автотрофным путем, нередко проявляется способность многих из них и к гетеротрофному питанию. Так, Л. А. Минсевой (1961, 1962) показано, что органические вещества в случае недостатка углекислоты ускоряют автотрофный рост водорослей.

Об использовании фенола водорослями можно судить по уменьшению его концентрации в суспензии хлореллы. Но частичное уменьшение концентрации этого вещества может происходить в результате неспецифической адсорбции на поверхности клеток водоросли. Для выяснения возможности изменения концентрации токсиканта за счет подобной адсорбции проведен следующий опыт. Часть суспензии водорослей кипятилась в течение 5 мин., а другая часть, равная по объему и плотности первой, кипячению не подвергалась. После охлаждения опытная

и контрольная суспензия переносилась в равные объемы питательной среды Таммийа ($1/_{20}$ от полной) с содержанием фенола 20 мг/л и выставлялись на свет ($12.5 \text{ тыс. эрг/см}^2 \cdot \text{сек.}$). Концентрация фенола определялась после суточной экспозиции. Оказалось, что в колбах с убитой хлореллой содержание фенола не менялось, тогда как в колбах с живой водорослью его концентрация составила 12.6% от исходной. Это свидетельствует о том, что неспецифическая адсорбция фенола на поверхности клеток не имеет места. Изменение концентрации фенола связано с жизнедеятельностью клеток.

Таблица 1

Изменение концентрации фенола при разной освещенности

Освещенность, эрг/см ² · сек.	Исходное содержание фенола, мг/л	Экспозиция 24 часа		Экспозиция 48 часов	
		мг/л	% от исходной	мг/л	% от исходной
0.0	20.0	11.98	59.90	12.4	62.0
$12.5 \cdot 10^3$	20.0	0.16	0.80	0.0	0.0
$25.0 \cdot 10^3$	20.0	19.76	98.80	18.56	92.8
$50.0 \cdot 10^3$	20.0	20.0	100.0	20.00	100.0

Особенность стимулирующего действия фенола от освещенности позволила предположить (Лукина, 1968, 1969) наличие зависимости в усвоении фенола от интенсивности света. Это подтвердилось данными эксперимента (табл. 1). Если при освещенности $12.5 \cdot 10^3 \text{ эрг/см}^2 \cdot \text{сек.}$ происходит значительное снижение концентрации фенола, то при $25 \cdot 10^3 \text{ эрг/см}^2 \cdot \text{сек.}$ концентрация фенола почти не меняется, а при $50.0 \cdot 10^3 \text{ эрг/см}^2 \cdot \text{сек.}$ она остается постоянной в течение двух суток. Постоянство концентрации при освещенности $50.0 \cdot 10^3 \text{ эрг/см}^2 \cdot \text{сек.}$ указывает на то, что при данном освещении фенол не может усваиваться хлореллой в значительном количестве.

Если хлорелла активно усваивает органическое вещество при недостатке углекислоты, то можно предположить, что разный уровень обеспеченности углеродом будет отражаться на изменении концентрации фенола. Вводимое количество NaHCO_3 (50 мг/л) вполне достаточно для 8-часовой экспозиции и явно недостаточно для суточной. Нами проведены опыты по изменению концентрации фенола при разном содержании NaHCO_3 и одинаковом исходном значении pH 6.6. Установлено, что изменение концентрации фенола зависит от уровня обеспеченности неорганическим источником углерода, в данном случае в форме NaHCO_3 (табл. 2).

Длительные опыты по выяснению детоксицирующей роли хлореллы в темноте и на свету показали, что при освещенности

Таблица 2

Изменение концентрации фенола при разном содержании NaHCO_3 в суспензии хлореллы

Содержание фенола, мг/л	Содержание NaHCO_3 , мг/л	Содержание фенола через 24 часа	
		мг/л	%, от исходного
20.0	0	0.0	0.0
20.0	50	0.0	0.0
20.0	100	19.3	96.5

$10 \cdot 10^3$ эрг/см²·сек. после 24 час. фенол, введенный в суспензию хлореллы (3 мг/л сухого вещества) в количестве 20 мг/л, не обнаруживается, тогда как в темноте его концентрация снижается в течение 72 час., а затем наблюдается тенденция к увеличению (табл. 3).

Таблица 3

Изменение концентрации фенола в суспензии хлореллы в темноте и на свету, в % от исходной концентрации 20 мг/л

Условия опыта	Сутки							
	1	2	3	4	10	12	14	17
Свет	0	0	—	—	—	—	—	—
Темнота	59.0	58.6	54.7	58.6	58.6	63.0	64.4	64.4

Возможно, такое увеличение концентрации фенола происходит в результате того, что клетки хлореллы вначале активно поглощают фенол, а так как в темноте, по-видимому, не происходит включения его в цикл метаболизма, то организм выводит его в среду. Подобное выделение гидрохинона растениями пшеницы наблюдалось А. Винтером (1966).

Поскольку водоросли не были бактериально чистыми, можно предположить, что основная роль в изменении концентрации фенола принадлежит бактериям, а не хлорелле. Однако развитие большего количества бактерий в темноте и меньшее изменение концентрации фенола при этих условиях свидетельствуют о том, что процесс изменения концентрации фенола определяется не только наличием бактерий. Можно также предположить, что развитие бактерий тормозится за счет недостатка кислорода, но результаты опытов с различной освещенностью исключают это предположение. При увеличении освещенности возрастает скорость фотосинтеза, а следовательно, и количество выделяемого кислорода. Изменение концентрации фенола при таких

условиях имеет лишь слабо выраженную тенденцию к снижению, хотя свет использованных интенсивностей не проявлял бактерицидного действия. Полученные данные свидетельствуют о том, что хлорелла способна сама при определенных условиях усваивать фенол.

ЛИТЕРАТУРА

- В и н т е р А. 1966. Новые физиологические и биологические стороны взаимоотношений между высшими растениями. В сб.: Механизмы биол. конкуренции. Изд. «Мир», М.
- К р е т о в и ч В. Л. 1964. Основы биохимии растений. Изд. «Вышая школа», М.
- Л у к и н а Г. А. 1968. Влияние фенола на фотосинтез и дыхание хлореллы. Тез. Всесоюз. конф. по вопр. водной токсикологии, М.
- Л у к и н а Г. А. 1969. Действие фенола на фотосинтез и дыхание хлореллы. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 19 (22).
- М и н е в а Л. А. 1961. Зависимость автотрофного и гетеротрофного питания одноклеточных зеленых водорослей от различных физико-химических условий. Тез. докл. Всесоюз. совещ. по культивированию одноклеточных водорослей, Л.
- М и н е в а Л. А. 1962. Влияние рН на автотрофное и гетеротрофное питание *Chlorella vulgaris* и *Scenedesmus obliquus*. Микробиол., 31, 2.
- П о п о в К., И. И о р д а н о в, Н. У ш е в а. 1965. Опыты химической стимуляции листьев табака. Докл. Болгарск. АН, 18, 1.
- С а б и и н Д. А. 1955. Физиологические основы питания растений. Изд. АН СССР, М.
- H a m d y M. K., E. L. S h e r r e r, C. I. R a n d l e s, H. H. W e i s e r and W. D. S h e e t s. 1956. Some characteristics of fenol oxidizing Pseudomonas. Appl. Microbiol., 4, 2.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. И. Романенко

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ДЫХАНИЯ МИКРОФЛОРЫ В ВОДЕ ПО ГЕТЕРОТРОФНОЙ АССИМИЛЯЦИИ CO_2

При изучении соотношения между потреблением микроорганизмами O_2 и гетеротрофной ассимиляцией CO_2 (Романенко, 1965) было установлено, что на 1000 мкг использованного на дыхание кислорода у подавляющего большинства гетеротрофных бактерий ассимилируется около 7 мкг C/CO_2 . Подобные же величины были получены для естественных микробиоценозов в озерах и водохранилищах. Лишь у некоторых видов бактерий, чаще всего споровых, на 1000 мкг потребленного O_2 ассимилиру-

ется около 3 мкг C/CO₂, но, как правило, в водоемах этих бактерий мало. Отсюда возникла возможность определения количества кислорода, потребляемого микроорганизмами на дыхание, по гетеротрофной ассимиляции CO₂. Это особенно важно в тех случаях, когда водоемы олиготрофные и суточное потребление кислорода в склянках при определении деструкции органического вещества находится на грани чувствительности метода анализа кислорода по Винклеру, в то время как с помощью C¹⁴ ассимиляцию CO₂ можно определить с большей точностью.

Для определения суточных величин гетеротрофной ассимиляции CO₂ склянки с хорошо притертыми пробками объемом 50—100 мл наполняют водой из батометра и помещают в не пропускающие свет мешки. В каждую склянку, уже находящуюся в темноте, шприцем добавляют по 1 мл раствора радиоактивного изотопа C¹⁴ в составе Na₂C¹⁴O₃ с активностью под счетчиком для евтрофных водоемов 0.3—0.5·10⁶, мезотрофных 0.7—1.5·10⁶ и олиготрофных 1.5—3.0·10⁶ имп./мин. Кроме степени тропии, необходимо учитывать и общее содержание гидробионтов — чем больше их в воде, тем большее количество изотопа должно быть добавлено в пробу. Примерно можно руководствоваться следующим: на каждый микрограмм C карбоната в воде должно приходиться 50—200 имп./мин. изотопа при определении радиоактивности под торцовым счетчиком Гейгера. После добавки изотопа мешки тщательно закрывают и пробы инкубируются в темноте при температуре водоема в течение 24 час. В евтрофных водоемах время инкубирования можно сократить до 8—12 час. После этого в каждую склянку, не вынимая ее на свет, добавляют 0.5 мл 40%-го формалина и пробу под вакуумом профильтровывают через мембранный фильтр, задерживающий бактерии. Фильтры с бактериями высушивают на воздухе, и их дальнейшая обработка производится в лаборатории.

Одновременно в параллельной пробе воды во время постановки опыта определяется содержание минеральных форм углерода (CO₂ + HCO₃⁻ + CO₃²⁻). Для этого в колбу отбирают 100 мл воды и добавляют 2—3 капли фенолфталеина. Если вода не окрасилась в розовый цвет, то в нее добавляют до покраснения несколько капель крепкой щелочи, не содержащей карбонатов. Последняя может быть приготовлена на предварительно прокипяченной и быстро остуженной дистиллированной воде из выстоявшегося в течение нескольких недель концентрированного раствора NaOH. Затем в пробу по каплям добавляют слабую соляную кислоту (0.1 н.) до исчезновения розовой окраски. После этого в пробу вносят 10 капель индикатора метилрот (или метилоранж) и она титруется тем же раствором кислоты до ярко-розовой устойчивой окраски. Расчет гидрокарбонатов производится по формуле $C_k = n \cdot 12$, где C_k — содержание гидрокарбонатов в воде, мг C/л; n — количество мл. 0.1 н. HCl, пошедшей на титрование после прибавки к пробе метилрот; 12 — коэффициент с учетом атомного веса углерода и количества титруемой воды (для 100 мл).

В грязных водах гидрокарбонаты можно определить точно лишь после перегонки из подкисленной пробы в щелочь с последующим обратным титрованием щелочи кислотой при связывании карбонатов барием в присутствии фенолфталеина.

В лаборатории фильтры с бактериями обрабатываются слабой (0.5%-й) соляной кислотой для удаления радиоактивного карбоната с фильтров и радиоактивность микроорганизмов на фильтре определяется под счетчиком Гейгера. В тех случаях, когда радиоактивность бактерий слаба, время подсчета необходимо удлинить, а счет вести по схеме фон—препарат—фон.

В качестве контроля необходимо провести несколько определений радиоактивности проб, в которых микрофлора предварительно была убита формалином, а затем добавлен рабочий раствор изотопа. Радиоактивность контроля

вычитается из радиоактивности опыта. Расчет количества углекислоты, ассимилируемой микроорганизмами, производится по формуле

$$C_a = \frac{C_k \cdot r \cdot 24}{R \cdot T},$$

где C_a — количество углерода гидрокарбонатов, ассимилированного микроорганизмами, мкг С л/сутки; C_k — содержание гидрокарбонатов в воде, мкг С/л; r — радиоактивность микроорганизмов в расчете на всю пробу, имп./мин.; 24 — часы; R — радиоактивность добавленного в пробу изотопа, имп./мин.; T — время инкубирования пробы, час.

Количество кислорода, пошедшего на дыхание микрофлоры, определяется по формуле

$$O_2 = \frac{C_a \cdot 1000}{7}, \text{ или } C_a \cdot 143,$$

где O_2 — количество кислорода, потребленного микрофлорой за сутки, мкг/л; C_a — количество углерода гидрокарбонатов, ассимилированного микроорганизмами, мкг С л/сутки; 1000 и 7 — на 1000 мкг O_2 ассимилируется 7 мкг С/ CO_2 гетеротрофными бактериями.

ЛИТЕРАТУРА

Романенко В. И. 1965. Соотношение между потреблением кислорода и углекислоты у гетеротрофных бактерий при росте на пептоне. Микробиол., 34, 3.

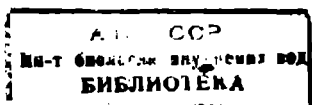
Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. П. Семерной

МАЛОЩЕТИНКОВЫЕ ЧЕРВИ (*OLIGOSCHAETA*)
ГУСИНО-УБУКУНСКОЙ ОЗЕРНОЙ ГРУППЫ
(Бурятская АССР, Забайкалье)

Гусино-Убукунская озерная группа (озера Гусиное, Северный, Южный и Средний Цайдам, Цаган-нор, Щучье, Окуновое, Камышовое, Круглое) расположена в Гусино-Удинской впадине в бассейне р. Селенги. Это остаточные озера существовавшего здесь еще в юрский или даже верхне-юрский период огромного водоема (Думитрашко, 1952). Наиболее полная характеристика озер дана М. М. Кожовым (1950).

Материалом для настоящего сообщения послужили 212 проб олигохет, полученных от А. А. Томилова (Биолого-географический научно-исследовательский институт при Иркутском Государственном Университете — БГНИИ) за 1956—1957 гг. (120 проб) и от И. М. Шаповаловой (Лимнологический институт —



Вид	Озера								Биотопы				
	Гусиное	Шучье	Северный Цайдам	Южный Цайдам	Средний Цайдам	Царан-нор	Окуневое	Камышовое	Крытое	песок	заклепный песок	ил	заболот.
<i>T. solitarius</i> Semernoj, sp. n.		+				++			+	+	++	++	+
<i>Euliodrilus</i> sp.	++	++		++	++	++					++	++	++
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Clap.	++	++		++	++	++					++	++	++
<i>L. helveticus</i> Pignet	++	++									++	++	++
<i>L. udekemianus</i> Clap.			+								++	++	++
<i>Peloscoides ferox</i> (Eisen)													
Сем. <i>Enchytraeidae</i>													
<i>Enchytraeidae</i> gen. sp. (Enchytraeus sp.)		+		+					+		+	+	
Сем. <i>Lumbriculidae</i>													
<i>Lumbriculus variegatus</i> (Müller)		+							+		+		+

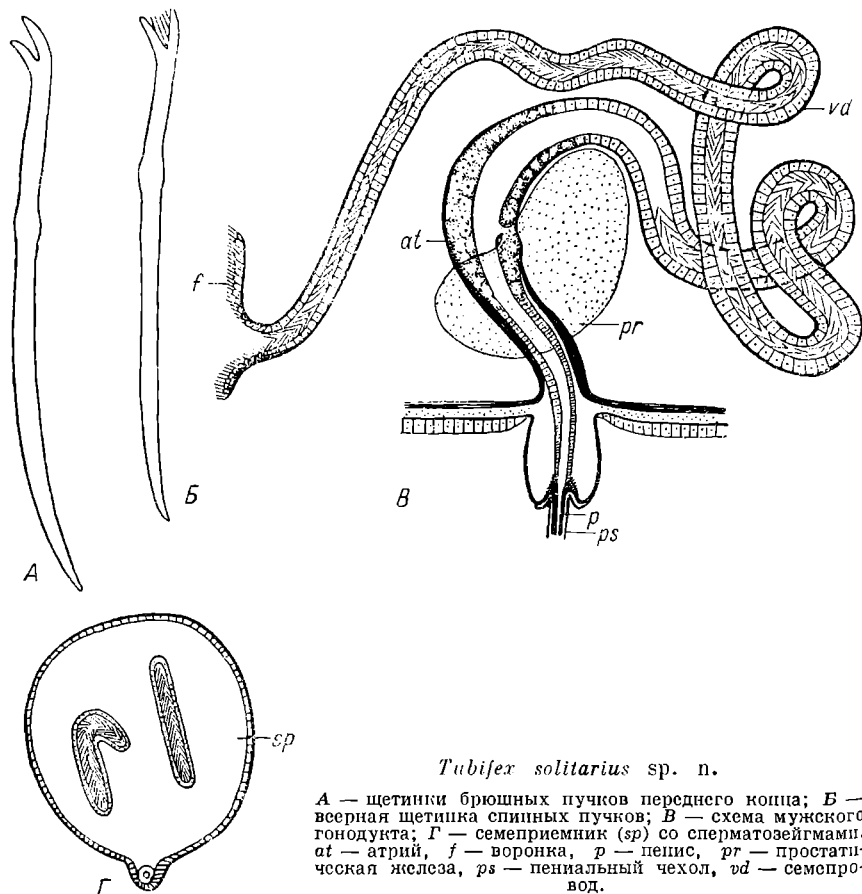
Примечание: +++ массовый вид, ++ часто встречающийся вид, + единичные особи; * вид первоначально описан нами (Семерной, 1971) из бассейна Амура.

ЛИН СО АН СССР) за 1967 г. (92 пробы). Пользуясь случаем, приношу им глубокую благодарность.

Результаты обработки материала представлены в таблице. Выделено 19 известных видов, 1 вид описан как новый для науки и 2 формы определены до рода.

Tubifex solitarius Semernoj, sp. n.

О п и с а н и е. Длина червей до 25 мм (фиксированные), поперечник в области V—X сегментов 0.5—0.7 мм. Число сегментов до 120. Головная лопасть маленькая, заостренная.



Tubifex solitarius sp. n.

А — щетинки брюшных пучков переднего конца; Б — всерная щетинка спинных пучков; В — схема мужского гонодукта; Г — семеприемник (sp) со сперматозоигмами. at — атрий, f — воронка, p — пенис, pr — простатическая железа, ps — пениальный чехол, vd — семепровод.

В брюшных пучках передних сегментов содержится 7—11 щетинок длиной 145—152 мк с зубцами одинаковой толщины, но дистальный длиннее проксимального, с дистальным узелком (рисунок А).

В средней и задней части тела червя в брюшных пучках по 2—3 щетинки с дистальным зубцом, который тоньше и длиннее проксимального, с дистальным узелком. В спинных пучках передних сегментов содержится 7—9 веерных щетинок длиной 111 мк с широко расходящимися зубцами, между которыми имеется зубчатая перепонка; дистальный узелок (рисунок Б) и 4—7 волосных щетинок длиной до 570 мк. За пояском спинные пучки содержат 3 веерных и одну короткую волосную щетинку. Глотка во II—III сегментах, пищевод в III—V сегментах, хлорогенная ткань начинается с VI сегмента. «Сердца» в VIII сегменте. Поясок на XI и части XII сегмента. Мужские поры на XI сегменте сбоку брюшных щетинок. Сперматекальные поры на X сегменте, в боковой линии. Специализированных половых щетинок нет. Семенные воронки на диссепименте X/XI, развернутые, диаметр 112 мк. От семенной воронки отходит семепровод, постепенно расширяющийся в первой трети. Проксимальная часть семепровода более густо выстлана ресничками, средняя — реже, а дистальный конец перед атрием вовсе без ресничек. Семепровод почти в 5 раз длиннее атрия и пениса вместе взятых, в XI сегменте, иногда заходит в XII, плавно переходит в проксимальный конец атрия. Атрий в виде узкого рукава, от середины железистый, сюда же впадает проток компактной простатической железы. Дистальный конец мужского гонодукта представлен penisом в тонкостенном хитиновом чехле с «воротничком», облегающим кольцевую складку вокруг пениса. Длина пениса 115 мк.

Дистальный конец мужского гонодукта может выдвигаться за стенку тела, и вместе с вывернутой пениальной сумкой копуляционный аппарат представлен тогда бульбусом, образованным стенками пениальной сумки и кольцевой складкой, с penisом в хитиновом чехле (рисунок В). Семеприемники состоят из округлой ампулы диаметром 307 мк и короткого выводного мускулистого отдела длиной 70 мк. Сперматозейгмы крупные, червеобразной (нематодной) формы (рисунок Г). Передний непарный семенной мешок в IX—X сегментах, задний — в нескольких сегментах за XI. Непарный яйцевой мешок в XII—XIV сегментах.

Половозрелые особи встречены в июне—июле. Копуляционный период, по-видимому, во второй половине июня (заполнение семеприемников сперматозейгами).

Д и а г н о з и д а. Головная лопасть маленькая, заостренная. В брюшных пучках передних сегментов по 7—11 щетинок с дистальным зубцом длиннее проксимального. В спинных пучках по всему телу веерные и волосные щетинки; на передних сегментах по 7—9 веерных щетинок в пучке и 4—7 волосных. Глотка во II—III сегментах, пищевод — в III—V, хлорогенная ткань с VI сегмента. «Сердца» в VIII сегменте. Поясок на XI и части XII сегмента. Сперматекальные поры в боковой линии X сегмента, мужские на XI сегменте сбоку брюшных щетинок. Семенные во-

ронки небольшие, развернутые. Семепроводы в пределах XI, иногда XII сегмента, постепенно расширяющиеся в первой трети. Проксимальный участок более густо выстлан ресничками. Длина семепровода почти в 5 раз больше длины атрия и пениса вместе взятых. Семепровод впадает в апикальный конец атрия. Обособленная, некрупная простатическая железа соединяется протоком с атрием сбоку в начале железистой части. Атрий в виде узкого рукава, от середины железистый. Пенис в хитиновом чехле. Дистальный конец мужского гонодукта может выпячиваться за стенку тела червя и тогда представлен пениальным бульбусом с пенисом на конце. Семеприемники в X сегменте. Ампула округлая, выводной отдел короткий, мускулистый, открывается в боковой линии X сегмента. Сперматозейгмы крупные, червеобразные.

Длина тела до 25 мм, поперечник 0.5—0.7 мм. Число сегментов до 120.

Г о л о т и п: тотальный препарат Щ-1, проба № 53, 28 июня 1956 г., оз. Щучье, глубина 10 м. Темно-серый ил. Дночерпатель 1/40 м². Хранится в Институте биологии внутренних вод АН СССР.

П а р а т и п ы: тотальные препараты из той же пробы, что и голотип; серии срезов Щ-1, 1/1, 1/2, 2/1, 2/2, 3/1, 3/2, 3/3, 4/1, 4/2, 7/1, 7/2.

Поводом к выделению нового вида послужил своеобразный характер щетинкового аппарата (наличие веерных щетинок по всему телу) в сочетании с длинным неразделенным семепроводом, формой атрия и хитиновым пениальным чехлом. Характер щетинкового аппарата *T. solitarius* и строение семеприемника сближают этот вид с *Ilyodrilus orientalis* Sokolskaja (Сокольская, 1969). Отличаются указанные виды главным образом соотношением длины семепровода и атрия с пенисом вместе взятых. Эта особенность в то же время является основным отличием родов *Tubifex* и *Ilyodrilus* (Brinkhurst, 1963, 1965; Hrabě, 1965). Таким образом, *T. solitarius*, с одной стороны, близок к роду *Ilyodrilus* Eisen, с другой — к *Tubifex* Lamarck. Причина этого, мы полагаем, в несовершенстве и недостаточности систематики указанных родов. По накоплении соответствующих данных по морфологии и анатомии *Tubifex* и *Ilyodrilus*, по-видимому, будет целесообразным дать более четкое определение гиатуса между этими родами и установить более точное систематическое положение ряда видов.

T. solitarius sp. n. найден в одном лишь оз. Щучьем. Здесь он массовый вид, населяет различные грунты до глубины 23 м. В этом же озере обитает и типичный *T. tubifex* (Müller), однако местообитания этих видов четко разграничены. *T. tubifex* населяет грунты (илисто-песчаные) до глубины 2 м, а *T. solitarius* — илистые грунты глубже 2 м. Наибольшая численность его на глубинах от 10 до 22.5 м (500 экз./м²—1.7 г/м²). В одной пробе оба вида не встречаются.

Мелкие черви, 5—7 мм. В брюшных пучках 2-зубчатые щетинки, в спинных переднего конца — веерные и волосные. Отличительная особенность — неустановившееся расположение половых сегментов. Половые щетинки в виде вытянутой узкой ложечки имеются в VII и VIII, VIII и IX, IX и X, X и XI сегментах. Атрии очень длинные, семепроводы короткие, с ресничками, простатическая железа отсутствует. Вероятно, это новый вид, описание которого будет сделано позже в специальной работе.

В зоогеографическом отношении фауна олигохет Гусино-Убукунской группы озер может быть охарактеризована как общесибирская. Что касается *T. solitarius* sp. n., найденного лишь в одном озере на территории Забайкалья, то пока трудно предполагать его эндемичность вследствие еще слабой изученности олигохет в Восточной Сибири.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Д у м и т р а ш к о Н. В. 1952. Геоморфология и палеогеография Байкальской горной области. Тр. Инст. геогр. АН СССР, 55, 9.
- К о ж о в М. М. 1950. Пресные воды Восточной Сибири. Иркутск. обл. книжн. изд., Иркутск.
- Семерной В. П. 1971. Новый вид рода *Rhyacodrilus* (Tubificidae, Oligochaeta) из бассейна Амура. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 10.
- Сокольская Н. Л. 1969. Материалы по фауне малощетинковых червей (*Oligochaeta*) о. Кунашир. Бюлл. Московск. общ. испыт. природы. Отд. биол., LXXIV (1).
- Brinkhurst R. O. 1963. Taxonomical studies on the Tubificidae (*Annelidae*, *Oligochaeta*). Internat. Rev. ges. Hydrobiol., Syst. Beih., 2.
- Brinkhurst R. O. 1965. Studies on the North American aquatic Oligochaeta. II: *Tubificidae*. Proc. Nat. Sci. Philad., 117.
- Hrabě S. 1965. New or insufficiently known species of the family *Tubificidae*. Publ. Fac. Sci. Univ. J. E. Purkyně, Brno, Tchechoslovaquie, 470.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

З. Н. Чиркова

НЕКОТОРЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ НАД ПОВЕДЕНИЕМ *ILYOCRYPTUS SORDIDUS* (CLADOCERA, MACROTHRICIDAE)

Ilyocryptus sordidus — пелобийонт, заселяющий наилкок, отдельные особи которого могут проникать в толщу мягкого грунта до 10 см. Широкий постабдомен и короткие толстые антенны II приспособлены для разгребания грунта и плавательных

движений в полужидком иллке, а сильно хитинизированные наружные покровы предохраняют тело рачка от повреждений. Передвижение животного осуществляется во время разгибания постабдомена и кругообразных взмахов антенн II, которыми он отталкивается при упоре о грунт. Постабдомен может двигаться между ногами (за счет подгибания заднего конца абдомена), опускаться вниз, вниз—назад, вниз—вперед, отталкиваться от субстрата и делать толчки для поворота. При кругообразном движении антенн II *I. sordidus* поднимает их снизу вверх—вперед, затем кверху по кругу или же в обратном направлении. Антенны II могут двигаться синхронно или асинхронно в одном или же в различных направлениях. Латеральные ветвистые щетинки нижней части раковины могут служить опорой при движении рачка.

По поверхности грунта животное передвигается в любом положении, обычно лежа на спине, полупогрузившись в грунт и выставив брюшную сторону кверху. На мягких грунтах рачок держится наклонно, слегка зарываясь головой вниз. Движения рачка медленны и неуклюжи. Крупные предметы на его пути вызывают длительное кружение около них, и проходят часы и дни, прежде чем животное сможет преодолеть их. Нередко рачок лежит без движения в течение нескольких минут (до 20), и только ритмичное сокращение сердца и конечностей показывает, что он живет. Плавательные движения *I. sordidus* напоминают скачки. В лабораторных условиях они обычно связаны с поспешным отступлением от таких раздражителей, как яркий свет, толчок иглой и т. д. Для рачков этого вида (и рода) характерно движение по кругу.

На поверхности мягкого грунта к раковине и латеральным ветвистым щетинкам пристают частицы детрита, и часто рачок выглядит как комочек грунта. Передвижение рачка, окутанного детритом, в грунте затруднено и требует больших усилий. На поверхности плотного грунта, где слой иллка мал, рачок формирует из него холм около себя. При этом животное как бы стоит на постабдомене, а граблеобразно согнутыми щетинками антенн II подгребает грунт под себя. На дне образуются многочисленные нагромождения иллка, которые рачок использует в качестве места обитания. Таким образом, *I. sordidus* перераспределяет расположение частиц детрита на поверхности иллка, активно изменяет микрорельеф дна. Погружаясь в грунт и передвигаясь в его толще, рачок не оставляет снаружи следов своего присутствия. При движении *I. sordidus* в толще мягкого грунта образуются ходы, подобные ходам крота в земле.

На плотных высыхающих (влажных) грунтах животное неподвижно лежит, изредка меняя положение тела. В толще грунта при температуре 18—20° партеногенетические самки и самцы в среднем продвигаются лишь на 1 см в сутки, а при низких температурах еще меньше. Подвижность рачков зависит от пищевой ценности грунта. На малопродуктивном детрите их поисковая актив-

ность увеличивается и они могут преодолеть большее расстояние. Скорость движения их возрастает до 1—2 мм/сек. (без учета остановок) после сбрасывания раковины при линьке перед гамогенезом. Гамогенетические самки и самцы после линьки не зарываются в ил, а плавают у дна или ползают по поверхности наилка. В этот короткий период наибольшей подвижности *I. sordidus* происходит спаривание, после чего раковина животных хитинизируется, вес ее увеличивается, в связи с чем скорость движения рачков замедляется, и они полупогружаются или зарываются в ил.

Излюбленным местом пребывания партеногенетических самок в аквариумах служит ил под прикрытием зеленого листа элодеи, ряски или рдеста. Выбрав такое место, самка редко покидает его до момента отрождения молоди. Она передвигается только в пределах выбранного участка, не превышая в течение суток расстояния, равного двум длинам ее тела. Особенно малоподвижны самки, в выводковой сумке которых много яиц (10—15). Создается впечатление, что партеногенетическая самка формирует нечто вроде гнезда. Самка проявляет признаки осторожности. При толчке иглой она может покинуть гнездо, но вскоре возвращается в него. Чаше же самка сразу принимает позу мертвой, замирая с поднятыми вверх антеннами II и замкнутыми створками раковины.

При отрождении молоди самка передвигается по поверхности грунта и оставляет молодых рачков на расстоянии 1—3 мм друг от друга, иногда по два вместе, но чаще поодиночке. Новорожденные рачки сразу же начинают совершать короткие непродолжительные заплывы в придонные слои воды, часто опускаясь на дно. Ил служит для них местом отдыха, питания и защиты от хищников. На мягких илистых грунтах они переходят к донному образу жизни в течение первых четырех часов при температуре 20—22°. На плотных, едва заиленных песках продолжительность отдельных заплывов увеличивается, а время жизни рачков с придонными заплывами составляет 2—3 дня. В течение этого времени раковина рачков хитинизируется, к ней пристаю частицы детрита, после чего животное зарывается в грунт. Новорожденные рачки могут жить в иле, окутывающем раковину самки, или же в раковине отмершей матери. На дне они ведут себя так же, как и взрослые. Рачки могут жить в одиночку или образовывать группировки, в которых многие особи происходят от одной матери, но в силу малой подвижности не уходят от нее далеко. Ветровые волнения разрушают эти группировки, разбрасывая рачков по дну водоема, а иногда подгребая их в толщу грунта.

I. sordidus использует в пищу бактериодетрит. Обитая на илах, животные практически всегда обеспечены пищей. У рачков хорошо развиты чувствительные щетинки антенн II и постабдомена, которыми они ощупывают грунт и подводные предметы. Хеморецепторами, как и у всех *Cladocera*, являются эстетаски антеннул. При фильтрации пищи они направлены в стороны—вверх. При-

ходилось наблюдать, как рачок производит ощупывание грунта впереди себя при помощи антенн, а также кратковременную апробацию пищи. Ток воды и ила попадает в пространство между створками и фильтрующими щетинками конечностей и фильтруется последними. Мощными взмахами антенн II рачок взрыхляет ил, после чего начинает его отфильтровывать. Фильтрация пищи может происходить в любом положении тела. Захваченная пища при температуре 18—20° выводится наружу через 15—20 мин. *I. sordidus* всегда устремляется в сторону повышенной концентрации корма при вылипании полужидкого детрита из пипетки в аквариум. Рачок продолжает фильтровать, если корм соответствует его потребностям. Напротив, животное поспешно отползает в сторону наименьшей концентрации недоброкачественного корма (ил с запахом сероводорода) или же токсических веществ (спирт, формалин), плотно сжимает створки и не фильтрует. Функция ротовых придатков и туловищных конечностей в процессе питания рассмотрена в работах Ханко (Hanko, 1927) и Эриксона (Eriksson, 1934).

В Рыбинском водохранилище рачки живут на всех глубинах, вплоть до максимальных (23 м), куда свет практически не проникает. Проводя всю жизнь в условиях темноты, *I. sordidus* отрицательно реагирует на свет. При освещении аквариума рачки сразу же зарываются в ил. Самки всегда стремятся предохранить яйца от влияния яркого света. В освещенном аквариуме с водой без ила самка ориентирует тело в сторону рассеянного света и уходит туда по прямому пути. Если же теневого укрытия в освещенном сосуде нет, то животное делает порывистые повороты, двигаясь по кругу, и одновременно переворачивается с одной створки на другую. Партеногенетические самки в аквариумах могут жить и созревать в темноте. Плодовитость таких особей не отличается от плодовитости самок из водохранилища.

Приходилось наблюдать, как при посадке в один общий аквариум единично содержавшихся партеногенетических самок происходило взаимное ощупывание встретившихся особей. Оно заключалось в плавном накладывании чувствительных щетинок антенн II и щетинок постабдомена одной особи на щетинки другой или (реже) на раковины, и иногда затягивалось до получаса. Однако в этом же аквариуме можно наблюдать и индифферентное отношение некоторых партеногенетических самок друг к другу.

ЛИТЕРАТУРА

- H a n k o B. 1927. *Ilyocryptus balatonicus*, eine neue Cladocere aus den gittia des Balaton. Arch. Balat., 1.
E r i k s s o n St. 1934. Studien über die Fangeapparate der Branchiopoden. Zool. Bird. Uppsala, 15.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

О ПИТАНИИ *CYCLOPS SCUTIFER*

Большинство видов рода *Cyclops* относятся к хищным формам, предпочитающим животную пищу, — простейших, коловраток, других мелких беспозвоночных. Однако анализ содержимого кишечника *Cyclops scutifer* из некоторых озер Камчатки показал значительную роль фитопланктона в питании этого вида. Так, в оз. Курильском процент встречаемости переваренных клеток *Melosira italica* в кишечниках копеподитов V стадии и взрослых циклопов достигает 90.5%. Большое значение в питании этого вида (по данным вскрытий) имеют также *Cyclotella* и *Stephanodiscus*.

Нами проведены экспериментальные исследования питания *C. scutifer* — массовой формы планктона Курильского озера. Почти одновременно подобные работы с этим же видом были выполнены на оз. Дальнем (Павельева и Сорокин, 1971).

В экспериментах использовалась изотопная методика, разработанная Ю. И. Сорокиным (1966). Ее сущность сводилась к следующему. Животные отлавливались в озере и помещались в 3-литровый аквариум с естественной водой, предварительно профильтрованной через мельничный газ № 67, где они выдерживались в течение суток. Эксперименты ставились в сосудах объемом от 50 до 800 мл при температуре 10—12°. В опытные сосуды отсаживалось определенное количество животных (от 50 до 150 особей), которым предлагался различный корм, меченный радиоизотопом углерода C^{14} . В течение 3—4 час. животные выдерживались на меченом корме, после чего отмывались в специальном сосуде и переносились в аквариумы с природной водой для освобождения их кишечника от остатков неусвоенной пищи. После этого из подоштых животных приготавливался гомогенат, который распределялся тонким слоем на препарате и под счетчиком определялась его радиоактивность. Затем рассчитывалась радиоактивность одного экземпляра.

Величина усвоения (Ca) без поправки на потери за счет дыхания рассчитывалась по формуле

$$Ca = \frac{Cr \cdot r_1 \cdot 24}{t},$$

где Cr — удельная активность корма, в мкг углерода на один импульс; r_1 — радиоактивность тел консументов в конце опыта; 24 — часы; t — время опыта, в час.

Данные об отношении этой величины к общему содержанию углерода в телах консументов (W), определяемому методом мокрого сжигания¹ (так называемый индекс усвоения — Ca/W), давали возможность судить об эффективности питания.

Усвояемость корма (I) определялась в специальных кратковременных экспериментах и рассчитывалась по формуле

$$I = \frac{(r_1 + r_2) \cdot 100}{r_1 + r_2 + r_3}, \%,$$

¹ Определения содержания углерода выполнены Е. Б. Павельсвой, которой, пользуясь случаем, выражаем благодарность.

где r_2 — радиоактивность углекислоты, выделенной животными в среду;
 r_3 — радиоактивность фекалий и жидких выделений.

Питание науплиальных стадий циклопов специально не исследовалось. Небольшой эксперимент, в котором науплиям были предложены бактерии, выделенные из воды Курильского озера, показал, что личиночные стадии *C. scutifer* способны использовать бактериопланктон при его концентрации около 3.5 млн кл/мл. Индекс усвоения при питании этим видом пищи у науплиальных стадий достигал 6%. По-видимому, в равной степени они используют и мелких протококковых, так как в оз. Дальнем, по данным Е. Б. Павельевой и Ю. И. Сорокина (1971), индекс усвоения у науплиев, питающихся хлореллой, был достаточно высоким — 13%.

Т а б л и ц а 1

Эффективность использования различных видов пищи (при ее избытке)
Cyclops scutifer

Вид корма	Число рачков в опыте		Усвоено мкг С в сутки 1 экз. (Са)		Индекс усвоения Са/W, %	
	полово-зрелые самки	копепо-диты	полово-зрелые самки	копепо-диты	полово-зрелые самки	копепо-диты
Естественный фитопланктон	102	200	0.096	0.018	6.5	3.3
Мелкие протококковые	—	100	—	0.018	—	3.3
Melosira	44	100	0.756	0.066	51.0	12.1
Navicula	89	132	0.054	0.054	3.6	10.8
Растительный детрит	179	238	0.066	0.039	4.4	7.2
Keratella, Nauplii	95	—	0.096	—	6.4	—
Копеподиты <i>Cyclops</i> (убитые) . .	50	—	0.264	—	10.8	—

П р и м е ч а н и е. Температура 10—12°, содержание углерода в 1 экз. копеподитов 0.536, в 1 экз. половозрелой самки 1.48 мкг.

Первая серия экспериментов, выполненная с копеподитами II—IV стадий и половозрелыми особями, показала, что наиболее эффективно из предложенных видов пищи используется *Melosira* (табл. 1). Индекс усвоения этого корма у взрослых особей циклопов достигал 51%. Относительно высоким при питании мелозирой он был и у копеподитных стадий. Хуже всего взрослыми особями усваивалась *Navicula*, тогда как копеподитные стадии этот вид корма использовали сравнительно эффективно.

Для выяснения оптимальных условий питания были поставлены опыты, в которых животным предлагались водоросли в различной концентрации. У копеподитов стабилизация индекса усвоения при питании мелозирой и мелкими протококковыми водорослями происходит при биомассе водорослей 7 мг/л. Дальнейшее увели-

чение биомассы не влечет за собой роста величины индекса усвоения (рис. 1). Оптимальные условия питания копепоидитных стадий *C. scutifer* в оз. Дальнем лежат несколько ниже — в пределах 3—4 мг/л сырой биомассы *Stephanodiscus* и инфузорий (Павельева и Сорокин, 1971).

В опыте с половозрелыми особями рачкам предлагались концентрации мелозир, в которых были исключены биомассы ниже 1 мг/л. В результате не наблюдалось постепенного роста индекса усвоения, как в опытах с копепоидитными стадиями (рис. 2). Очевидно, в пределах предложенных концентраций эффективность питания меняется мало.

В табл. 2 приводятся данные по суточным рационам и усвояемости протококковых водорослей и детрита особями *C. scutifer*. Значения суточных рационов копепоидитов близки к полученным Е. Б. Павельевой и Ю. И. Сорокиным (1971) для копепоидитов этого же вида из оз. Дальнего. Величина суточного потребления корма взрослыми особями циклопов оказалась более высокой, тем не менее и она лежит в пределах, обычно наблюдающихся в экспериментах с другими видами циклопид.

Низкая усвояемость некоторых протококковых водорослей (26.7—36.3%) может быть следствием их слабой перевариваемости, на что неоднократно указывалось рядом авторов. Детрит, в данном случае представляющий собой отмершую культуру *Scenedesmus* с разрушенными оболочками клеток, богатую микрофлорой и простейшими, усваивается значительно лучше (табл. 2).

Многие беспозвоночные, в том числе и веслоногие, характеризуются высокой пластичностью питания. Среди пресноводных *Calanoida* встречаются, например, формы, обладающие способностью отфильтровывать бактериальную взвесь и в то же время хищничать. Пищевое предпочтение веслоногих в значительной мере определяется составом кормовых объектов в водоеме и их доступностью в течение длительного времени. Это в полной мере относится и к *C. scutifer* Курильского озера. В этом водоеме состав планктонных беспозвоночных ограничен весьма немногочисленной *Daphnia longiremis*¹ и несколькими массовыми видами

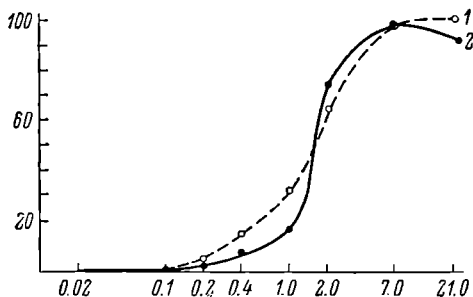


Рис. 1. Эффективность питания копепоидитных стадий циклопов.

По оси ординат — индекс усвоения (Ca/W), % от максимума; по оси абсцисс — логарифм биомассы водорослей, мг/л. 1 — протококковые, 2 — *Melosira*.

¹ В планктоне Курильского озера отсутствуют каланиды, играющие существенную роль в питании *C. scutifer* из оз. Дальнего.

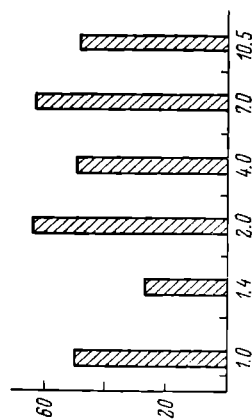


Рис. 2. Эффективность питания половозрелых циклопов.

По оси ординат — индекс усвоения (Ca/W), %; по оси абсцисс — биомасса *Meiosiga*, мг/л.

Таблица 2

Интенсивность и эффективность питания *Cyclops scutiger*

Вид корма	Число рачков в опыте	Стадия развития	Потребленный корм					Усвое- мость (И), %	
			имп./мин.			суточный рацион, мкг С на 1 экз.	в % от веса тела		
			r ₁	r ₂	r ₃				
Протококковые водоросли	47	Половозрелые самки	751	228	2683	3662	0.96	64.9	26.7
	154	Копеподиты	303	581	1550	2434	0.19	35.8	36.3
Детрит	49	Половозрелые самки	221	468	316	1005	0.63	42.5	68.8
	123	Копеподиты	95	1801	175	2071	0.52	98.1	91.5

Примечание. Ст протококковых 0.23·10⁻³, детрита 0.63·10⁻³ мг С; продолжительность опыта 0.5 час.

коловраток (Носова, 1968). Дафниды, как правило, вообще слабо используются циклопами в качестве пищи. В питании взрослых *C. scutifer* в отдельные сезоны большое место могут занимать простейшие, особенно в период отмирания фитопланктона, и некоторые виды беспанцирных коловраток (*Conochilus* sp., *Asplanchna*, *Synchaeta*). Наиболее доступным кормовым объектом циклопов остается фитопланктон, в частности *Melosira*, численность и биомасса которой в озере достаточно высока и постоянна (около 0.4 г/м³). Это подтверждается данными анализов содержимого кишечника циклопов и высокой эффективностью использования этого корма (рис. 2).

ЛИТЕРАТУРА

- Носова И. А. 1968. Вертикальное распределение зоопланктона Курильского озера. Изв. ТИНРО, 64.
- Павельева Е. Б. и Ю. И. Сорокин. 1971. Изучение питания зоопланктона озера Дальнего на Камчатке. Тр. Инст. биол. внутр. вод, 22 (25).
- Сорокин Ю. И. 1966. О применении радиоактивного углерода для изучения питания и пищевых связей водных животных. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 12 (15).

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Л. М. Семенова

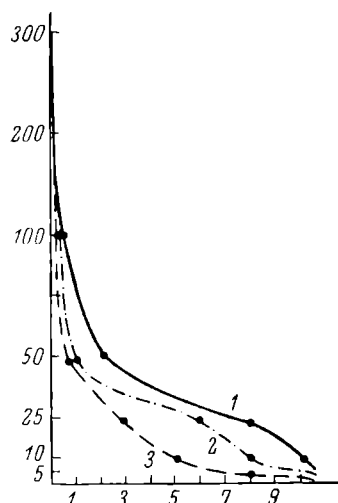
ТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ФЕНОЛА НА НЕКОТОРЫХ РАКООБРАЗНЫХ

В Институте биологии внутренних вод АН СССР в течение нескольких лет проводятся комплексные исследования влияния фенола на водные организмы. Нами проводились опыты с целью оценки степени токсичности фенола на некоторых ракообразных и выявления предельно допустимых концентраций для них. Сведений в литературе о действии фенола на ракообразных довольно много, но все они противоречивы (Чистяков, 1941; Мосевич и др., 1952; Веселов, 1956). Так, предельно допустимой концентрацией для *Daphnia magna* Г. К. Чистяков считает 10 мг/л фенола, Е. А. Веселов — 0.5 мг/л.

Нами в качестве тест-объектов использовались ветвистоусые рачки *Daphnia longispina* O. F. Müller, *Bosmina coregoni* Baird, *Polyphemus pediculus* (L.) и веслоногий рачок *Cyclops* sp. Применялись концентрации фенола 1, 5, 10, 25, 50, 100, 200 и 300 мг/л. Предварительно все рачки адаптировались к условиям опыта в течение суток в воде, взятой из водоема и профильтрованной через мембранный фильтр № 6. Кормом служила водоросль *Chlorella*

pyrenoidosa Chik. Затем подопытных рачков размещали по 5 шт. в стаканчик объемом 50 см³. Температура воды в них колебалась незначительно — от 19 до 20°. Смена воды и фенола соответствующей концентрации производилась ежедневно. Всего проведено 4 серии опытов с тремя повторностями для всех видов рачков. За показатель токсичности принималась продолжительность жизни рачков. Кроме того, постоянно велись наблюдения за состоянием двигательных функций, временем наступления половозрелости и ростом рачков.

Концентрации фенола 200—300 мг/л для всех видов рачков летальны. Животные гибнут в течение 2—6 час. Первоначально



Выживаемость рачков в растворах фенола различной концентрации.

1 — *Daphnia longispina*, 2 — *Bosmina coregoni*, 3 — *Polypheus pediculus*. По оси ординат — концентрация фенола, мг/л; по оси абсцисс — выживаемость рачков, сутки.

рачки приходят в сильное возбуждение, беспорядочно двигаются и уже через 5—10 мин. у них отмечается нарушение двигательных функций и они опускаются на дно стаканчиков. Наблюдения за такими животными под микроскопом показали, что дыхательные ножки находятся без движения, сердечные ритмы ослаблены. Кроме того, у некоторых рачков происходит выбрасывание эмбрионов или яиц.

При концентрации фенола 100 мг/л признаки отравления те же, что и при 200—300 мг/л, но проявляются они в несколько замедленном темпе. Рачки в течение 30—45 мин. находятся в толще воды, а затем опускаются на дно. Циклопы живут иногда в течение суток или более. В растворах с концентрацией фенола 50 мг/л *Bosmina coregoni* и *Polypheus pediculus* живут в течение суток, *Daphnia longispina* — двое суток, причем в первые сутки гибнет 60—80 % дафний, во вторые — все особи.

Поведение рачков в растворах с концентрацией 25 мг/л неодинаково.

У полифема гибель в течение двух суток составила 60, у босмин 20 %, а у дафний не наблюдалось совсем. Оставшиеся полифемы на третьи сутки обрастали водорослями и погибали. У босмин и дафний появлялись яйца в камерах, но отрождения молоди не происходило. Как правило, яйца через день после вымета резорбировались. До конца опыта не выживал ни один рачок.

При концентрации фенола 10 мг/л обнаруживается различие в чувствительности к фенолу между дафниями, с одной стороны, и босминами и полифемом — с другой. Дафний хорошо себя чувствуют, размножаются, успевают в течение 10 суток дать 2—3 приплода. Правда, гибель этих рачков несколько выше, чем в контроле. Босмины и полифемы гибнут на 5—6-е сутки. Несмотря на то что некоторые рачки растут и созревают, отрождения молоди

не происходит. Рачки, находящиеся в растворах с концентрациями 5 мг/л и менее, почти ничем не отличаются от контрольных. Только гибель их несколько превышает контроль. Созревание яиц происходит на 2—4-е сутки. Количество яиц колеблется от 2 до 10 шт. Веслоногие рачки *Cyclops* sp. оказались менее чувствительными к фенолу. Они ведут активный образ жизни, созревают, сбрасывают яйцевые мешки, размножаются в концентрации фенола 50 мг/л.

Как видно из рисунка, предельно допустимой концентрацией фенола для *Daphnia longispina* можно считать 10 мг/л, *Bosmina* — 5, для полифема — 1. Эти концентрации допустимы только для чистого фенола, а не для фенола, содержащегося в сточных водах, поскольку там содержатся и другие более ядовитые вещества. В сточных водах рачки погибают при еще более низких концентрациях.

ЛИТЕРАТУРА

- Веселов Е. А. 1956. Токсическое действие фенолов на рыб и водных беспозвоночных. Уч. зап. Петрозаводск. унив., VII, 3.
Мосевич Н. А., А. Г. Гусев, М. Г. Рагулин, В. С. Кушпарева, М. В. Мосевич, Н. Д. Никифоров. 1952. Фенольные сточные воды, их влияние на рыб и нормирование их сброса. Изв. ВНИОРХ, XXXI.
Чистяков Г. К. 1941. Фенол. В сб.: Допустимые концентрации ядовитых веществ в водоемах. Стройиздат, М.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. А. Алексеев, Б. А. Флеров

ДЕЙСТВИЕ ФЕНОЛА НА ФОТОРЕАКЦИИ И УСТОЙЧИВОСТЬ *CHIRONOMUS PLUMOSUS* И *LIMNOCHARES AQUATICA*

В токсикологической литературе сравнительно часто встречаются данные о зависимости токсического эффекта от абиотических факторов: температуры и влажности для наземных животных и температуры, жесткости, рН, содержания O_2 для гидробионтов. В то же время совершенно отсутствуют работы по влиянию света на процессы интоксикации и токсикантов на световые реакции организмов.

Цель нашей работы — выяснение влияния фенола на отрицательный фототаксис личинок *Ch. plumosus* и имаго *L. aquatica*, а также определение изменения их устойчивости к фенолу под влиянием

янием света.¹ Среди беспозвоночных-гидробионтов довольно хорошо изучены фотореакции у дафний (Скадовский, 1939) и личинок *Chironomidae* (Pause, 1918; Заболоцкий, 1939; Калугина, 1959). Если у дафний фототаксис меняется в зависимости от температуры, кислотности среды, питания и других факторов, то у личинок хирономид он более стабилен и в первую очередь связан с условиями освещенности биотопа. Резкий положительный фототаксис имеют личинки хирономид, живущие в поверхностных слоях воды, и фитофилы. Более индифферентны к свету минирующие личинки. Неопределенные реакции наблюдаются у хищных форм. Четкий отрицательный фототаксис обнаруживается у личинок, обитающих в иле. Имеются сведения о фототаксисе различных возрастных групп хирономид. Только что вышедшие из яиц личинки и распространенные в поверхностном слое воды имеют положительный фототаксис; личинки, опустившиеся на дно и начавшие строить домик, не меняют реакции на свет, и только после второй линьки, с появлением гемоглобина, знак фототаксиса меняется на отрицательный. Отрицательные фотореакции усиливаются у хирономид осенью по сравнению с летом. Именно поэтому в наших опытах использовались личинки *Ch. plumosus* IV возраста и проводились эксперименты глубокой осенью. По фототаксисам *Hydrachnellae* сведений очень мало, поскольку их биология вообще изучена слабо. Из работы Беттгера (Böttger, 1962) следует, что одни водяные клещи, такие как *Arhenurus globator* и *Hydryphantes ruber*, имеют отрицательный фототаксис, а *Piona nodata* и *Limnesia undulata* — положительный. Положительным фототаксисом обладают и личинки некоторых клещей — *Eylais extendens*, *Hydryphantes ruber*, *Eytyas truncata*. Это объясняется, по-видимому, тем, что большинство личинок водяных клещей — паразиты насекомых (комаров, стрекоз, клопов) и для встречи с хозяином им необходимо плавать у поверхности воды или бегать по ней.

О световых реакциях *L. aquatica* — второго объекта, взятого нами для экспериментов, никаких данных нет. По нашим наблюдениям, этот клещ имеет переменный фототаксис в зависимости от времени года. Весной и летом его можно видеть на ветках элодеи в поверхностном слое воды, к осени он заползает под опавшие листья прибрежных деревьев. В зимнее время *L. aquatica* встречается в массе в верхних слоях ила, богатого остатками разложившихся растений.

Реакции личинок *Ch. plumosus* и имаго *L. aquatica* на свет (электрическая лампа дневного света 2500 лк) в различных субтоксических концентрациях фенола при постоянной температуре исследовались в чашках Петри, наполовину закрытых черной фотографической бумагой. После размещения 10 экз. животных на ос-

¹ Работа выполнена по плану токсикологической группы под руководством профессора М. М. Камшилова.

вещенных половинах чашек производился их подсчет через каждые 15 мин. на протяжении 4 час. По суммарному проценту гидробионтов, находившихся в освещенной части чашки, судили об их реакциях на свет. Меньшее число характеризует большее проявление отрицательного фототаксиса.

Опыты с *Ch. plumosus* проводились в трех повторностях в концентрациях фенола от 10 до 100 мг/л (LC_{100} —абсолютная смертельная концентрация) при 48-часовой экспозиции со сменой раствора через 24 часа — 1400 мг/л, максимально переносимая концентрация (МПК) — 200 мг/л.

Полученные результаты (рис. 1) свидетельствуют, что отрицательный фототаксис, четко проявлявшийся в контрольных опытах (13%), нарушался по мере увеличения концентрации фенола. Статистически значимое его уменьшение отмечалось уже при 30 мг/л ($P < 0.03$). При больших концентрациях ломаная линия приближалась к уровню случайного распределения (50%), т. е. практически отрицательный фототаксис пропадал.

Эксперименты с *L. aquatica* также проводились в трех повторностях, но с другими, на порядок большими концентрациями — от 100 до 1000 мг/л (LC_{100} — 2000 мг/л, МПК — 1200 мг/л). Как видно из рис. 2, характер влияния токсиканта на реакции клещей резко отличен от такового у хирономид. В чистой воде отрицательный фототаксис у *L. aquatica* выражен слабее (22%), чем у *Ch. plumosus*, в растворе фенола 100—300 мг/л он несколько подавляется. Однако в растворе с 700—1000 мг/л после интервала недействующих концентраций (400—600 мг/л) отрицательный фототаксис проявляется значительно сильнее по сравнению с контролем.

Различие в изменении отрицательного фототаксиса, по-видимому, можно объяснить тем, что у клещей фотореакция непостоянна в отличие от таковой у личинок хирономид. У последних под влиянием токсиканта отрицательный фототаксис нарушается. У клещей же воздействие фенола, как, вероятно, и всякого другого сильного раздражителя, приводит в конечном итоге к усилению отрицательного фототаксиса, который выражен максимально.

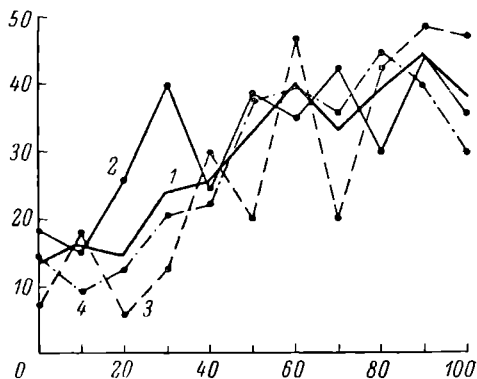


Рис. 1. Фотореакция личинок *Chironomus plumosus* в различных концентрациях фенола.

1 — средняя динамика изменения фототаксиса у животных, 2—4 — повторности опытов. По оси ординат — количество животных на свету, % от общего количества; по оси абсцисс — концентрация фенола, мг/л.

в осенне-зимний период. Возможность нарушения или изменения знака фототаксиса под влиянием токсиканта у других беспозвоночных отмечена в работе С. Н. Скадовского (1939). При отравлении NaCN фотонегативные дафнии становятся фотопозитивными. О. Ф. Колесова (1957) наблюдала изменение реакции на свет у ли-

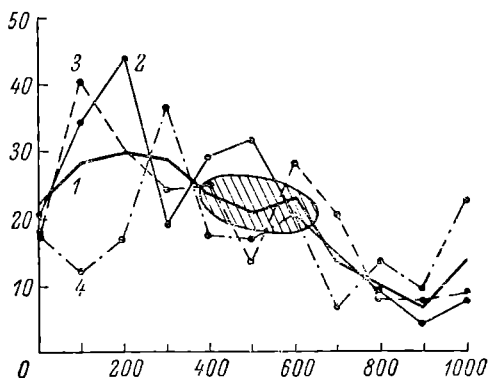


Рис. 2. Фотореакция имаго *Limnochares aquatica* в различных концентрациях фенола. В заштрихованной зоне влияние фенола не проявляется.

Обозначения те же, что на рис. 1.

Таблица 1

Устойчивость личинок *Ch. plumosus* к фенолу на свету и в темноте, %

Показатель	Свет	Темнота
Количество животных в опыте . .	330	330
МПК, мг/л	200	400
LC ₅₀ , мг/л	200	1100
LC ₁₀₀ , мг/л	800	1400

чинок *Aedes*, отравленных ДДТ. Неотравленные личинки располагались в местах с рассеянным светом, а отравленные стремились на участки с ярким солнечным или электрическим освещением.

Установление изменения реакций на свет у личинок хирономид и клещей в фенольных растворах послужило причиной проведения экспериментов по определению влияния света на устойчивость исследованных гидробионтов к этому же токсиканту. Подопытные животные на свету (освещенность 2500 лк) и в полной темноте поме-

Таблица 2

Устойчивость личинок *L. aquatica* к фенолу на свету и в темноте, %

Концентрация, мг/л	Свет						Темнота					
	0	0	0	0	0	0*	0	0	0	0	0	0*
900	0	0	0	0	0	0*	0	0	0	0	0	0*
1200	90	90	80	90	60	88	90	90	50	70	70	74
1500	90	100	90	100	90	94	60	90	50	90	90	76
1800	100	100	100	100	100	100	100	90	90	100	100	96
2100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2400	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

* Цифровые данные в этих графах среднееарифметические.

щались в стаканчики (объемом 50 мл) с растворами фенола различной концентрации. Результаты представлены в табл. 1 и 2.

Резистентность *Ch. plumosus* к фенолу по всем показателям выше в темноте, в то время как устойчивость *L. aquatica* практически одинакова как на свету, так и в темноте.

ЛИТЕРАТУРА

- Заболоцкий А. А. 1939. Термо- и фототаксисы личинок *Chironomidae*. Зоол. журн., 18, 6.
- Калугина Н. С. 1959. О некоторых возрастных изменениях в строении и биологии личинок хирономид. Тр. Всесоюз. гидробиол. общ., IX.
- Колесова О. Ф. 1957. Проявление тигмотаксиса, способы прикрепления и реакции на свет у личинок *Aedes*, отравленных ДДТ. Тр. Ивановск. мед. инст., 12.
- Скадовский С. Н. 1939. Физиологический анализ фототаксиса у дафний. Уч. зап. МГУ, 33.
- Böttger K. 1962. Die Bedeutung des Lichtes für die Lage- und Richtungsorientierung einiger Subwassermilben (*Hydrachnellae*, *Acari*). Zool. Anz., 169, 11.
- Rause J. 1918. Beiträge zur Biologie und Physiologie der Larve von *Chironomus gregarius*. Zool. Jahrb., 36, 3.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А. И. Шилова и Н. И. Зеленцов

ВЛИЯНИЕ ФОТОПЕРИОДИЗМА НА ДИАПАУЗУ У ХИРОНОМИД

Влияние сезонных изменений освещенности на годовой цикл хирономид впервые отметил Кливер (Clever, 1962) при лабораторном содержании личинок *Camptochironomus tentans* F. Развитие прерывалось у них осенью при коротком дне и сопровождалось структурными изменениями в пуфах хромосом слюнных желез, характерными для диапазирующих насекомых. Вслед за этим Энгельман и Шаппирио (Engelmann a. Shappirio, 1965) специально изучали роль фотопериода в сохранении диапаузы и реактивации у того же вида. Они подтвердили, что короткий световой день сохраняет диапаузу, тогда как длинный стимулирует развитие личинок и прекращает ее. Наступление диапаузы при длинном фотопериоде (в конце мая) у молодых (II возраст) личинок *Parachironomus kuzini* Shilova, обитающих в весенних лужах, пересыхающих в начале лета, отмечалось также одним из авторов этой статьи (Шилова, 1969).

В 1969—1970 гг. нами были проведены наблюдения над несколькими видами хирономид, из которых часть в местных условиях имеет одну генерацию (их личинки уходят в зимовку полностью созревшими, а имаго вылетают сразу после таяния снега) или две (имаго I генерации вылетает в конце весны—начале лета). Цель наблюдений заключалась в выяснении влияния фотопериодизма на созревших личинок видов той и другой категории в осенне-зимний период.

Личинки IV возраста в количестве более 1800 экз., относящиеся к 10 видам, были собраны в прибрежной полосе Рыбинского водохранилища и в прилегающих водоемах с сентября 1969 г. по февраль 1970 г. Всего было поставлено 30 параллельных опытов. Из подопытных видов 4 (*Chironomus pilicornis* F., *Stictochironomus crassiforceps* Kieff, *Anatopynia plumipes* F., *Psectrotanypus varius* F.) были одноциклическими, вылетающими (кроме *Stictochironomus crassiforceps*) ранней весной, и 6 (*Chironomus plumosus* L., *Chironomus* sp., *Camptochironomus tentans* F., *Polypedilum nubeculosum* Mg., *Procladius choreus* Mg. и *Psectrocladius* ex gr. *psilopterus*) — дающими в местных условиях два поколения в год.

Личинки помещались в чашки Петри с водой и кормом в виде ила, растертой в порошок сухой злodeи и водорослей.¹ Хищных личинок кормили мелкими хирономидами и энхетриидами. Опыты проходили при температуре 17—19 и 20—22°, в качестве источника света использовалась обычная электрическая лампочка (25 вт). Одинаковое количество личинок содержалось при 16- и 8-часовой экспозиции. При наблюдении за их развитием учитывалось количество окукливающихся личинок, вылетевших имаго и отмечались сроки окукливания.

По характеру реакции на длину светового дня находившиеся под наблюдением виды можно разделить на три группы. К первой относятся виды, развитие которых тормозится коротким фотопериодом и реактивируется длинным. Вторую группу составляют виды, развитие которых реактивируется не только длинным фотопериодом, но также промерзанием и охлаждением. У видов третьей группы диапауза снимается только промерзанием, фотопериодизм не оказывает на нее никакого влияния. В первой группе (табл. 1) один вид (*Stictochironomus crassiforceps*) — моноциклический, распространен в водохранилище за пределами осыхающего и промерзающего побережья и 4 (*Chironomus plumosus*, *Chironomus* sp., *Camptochironomus tentans* и *Polypedilum nubeculosum*) — двуциклические, обитают в промерзающей и непромерзающей прибрежной зоне водохранилища, а *Chironomus plumosus* и *Polypedilum nubeculosum* также и в его открытых частях. Окукливание у этих видов при длинном фотопериоде охватывает большое количество личинок, а начинается и заканчивается раньше, чем

¹ Детритоядные личинки после постройки домиков не покидали их и питались только фильтрационным способом, из чего можно заключить, что пища в чашках имела в избытке (Шилова, 1955).

при коротком. У *Camptochironomus tentans* длина фотопериода не оказывает или почти не оказывает влияния на срок наступления окукливания. У этого же вида, а также у *Chironomus plumosus* в обоих случаях число окукливающихся личинок почти одинаковое, но у обоих видов при коротком световом дне период окукливания сильно растягивается и становится почти в 2 раза продолжительнее, чем при длинном. Результаты наших наблюдений над *Camptochironomus tentans* в общих чертах подтверждают данные Энгельмана и Шаппирио. Однако в наших опытах окукливание начиналось при разной длине светового дня либо одновременно, либо при длинном фотопериоде лишь на два дня раньше. При этом только в опыте № 1 при длинном фотопериоде количество окукливаний было в 7 раз больше, чем при коротком. В опытах же №№ 2 и 3 количество окукливающихся личинок в обоих случаях было почти одинаковым. Это свидетельствует о том, что в процессе зимовки ход развития личинок определяется величиной фотопериода неоднозначно.

Таблица 1

Реакция на фотопериод личинок первой группы (I — имаго, Р — куколка)

Вид	№ опыта	Начало опыта	Фотопериод, час.	Начало окукливания	Конец окукливания	Количество личинок в опыте	Количество куколок и вылетевших имаго
<i>Chironomus plumosus</i>	1	19 IX	8 16	10 X 30 IX	13 I 25 X	10 10	3 I, 7 P 1 I, 9 P
<i>Chironomus</i> sp.	1	17 IX	8 16	17 XII 1 X	17 XII 5 X	20 20	1 P 4 P
<i>Polypedilum nubeculosum</i>	1	14 X	8 16	10 XI 28 X	2 XII 9 XI	120 120	1 I, 61 P 17 I, 76 P
<i>Camptochironomus tentans</i>	1	16 IX	8 16	4 X 2 X	16 XI 4 XI	40 40	1 I, 2 P 4 I, 20 P
	2	1 X	8 16	10 X 12 X	21 I 28 X	20 20	9 P 11 P
	3	15 X	8 16	25 X 25 X	22 I 10 XI	25 25	3 I, 18 P 2 I, 15 P
<i>Stictochironomus crassiforceps</i>	1	31 X	8 16	2 XII 25 XI	21 I 11 XI	60 60	11 P 3 I, 35 P
	2	18 XI	8 16	10 XII 2 XII	12 I 25 XII	45 45	1 I, 10 P 4 I, 18 P
	3	1 XII	8 16	19 XII 18 XII	20 I 26 XII	40 40	9 P 23 P

Ко второй группе (табл. 2) относятся *Chironomus pilicornis*, *Psectrotanypus varius* (моноциклические) и *Psectrocladius* ex gr.

psilopterus (двуцикличный). На их развитие длинный фотопериод оказывает реактивирующее и ускоряющее влияние только осенью: на *Psectrocladius ex gr. psilopterus* в сентябре, на *Chironomus pilicornis* в октябре, на *P. varius* в сентябре—начале октября. При этом окукливается (кроме *Chironomus pilicornis* в опыте № 2) почти одинаковое количество личинок. В опытах, начатых позже, после того как участвовавшие в них личинки уже прошли естественное охлаждение или промерзание, окукливание при длинном и коротком фотопериоде начиналось и заканчивалось почти одновременно, при этом окукливалось почти одинаковое количество личинок.

Таблица 2

Реакция на фотопериод личинок второй группы

Вид	№ опыта	Начало опыта	Фотопериод, час.	Начало окукливания	Конец окукливания	Количество личинок в опыте	Количество куколок и вышедших имаго
<i>Chironomus pilicornis</i>	1	31 X	8	11 XI	11 XII	18	5 P
			16	9 XI	10 XI	18	2 I, 3 P
	2	17 XI	8	2 XII	31 XII	20	1 I, 4 P
			16	25 XI	29 XI	20	2 I, 13 P
	3	1 XII	8	8 XII	22 XII	10	1 I, 5 P
			16	10 XII	16 XII	10	2 I, 7 P
	4	11 II	8	17 II	25 II	25	9 I, 14 P
			16	16 II	22 II	25	18 I, 6 P
<i>Psectrocladius ex gr. psilopterus</i>	1	14 IX	8	10 XI	20 XI	40	1 I, 12 P
			16	21 X	30 X	40	3 I, 13 P
	2	31 X	8	11 XI	20 XI	40	5 I, 15 P
			16	10 XI	14 XI	40	12 I, 22 P
	3	18 XI	8	26 XI	30 XI	20	2 I, 10 P
			16	26 XI	1 XII	20	18 P
<i>Psectrotanypus varius</i>	1	29 IX	8	26 X	26 X	10	2 P
			16	14 X	21 X	10	3 I
	2	2 X	8	2 XI	3 XI	15	3 P
			16	15 X	21 X	15	2 P
	3	15 X	8	29 X	11 XI	40	1 I, 23 P
			16	25 X	16 XI	40	5 I, 24 P
	4	31 X	8	12 XI	29 XII	60	10 I, 20 P
			16	10 XI	21 XI	60	9 I, 18 P
	5	11 II	8	17 II	21 II	20	8 I, 6 P
			16	18 II	22 II	20	6 I, 2 P

В третью группу (табл. 3) входят моноциклическая *Anatopynia plumipes*, обитающая в промерзающей прибрежной зоне водохранилища, и повсеместно распространенный двуцикличный *Procladius choreus*. Развитие их личинок происходит независимо от длины

Вид	№ опыта	Начало опыта	Фото-период, час.	Начало окукливания	Конец окукливания	Количество личинок в опыте	Количество куколок и вылетевших имаго
<i>Procladius choreus</i>	1	1 X	8	—	—	10	—
			16	—	—	10	—
	2	3 X	8	—	—	10	—
			16	—	—	10	—
<i>Anatopynia plumipes</i>	1	16 X	8	—	—	20	—
			16	—	—	20	—
	2	2 X	8	—	—	20	—
			16	—	—	20	—
	3	15 X	8	—	—	40	—
			16	1 XI	1 XI	40	1 P
	4	31 X	8	10 XI	2 XI	27	4 P
			16	10 XI	10 XI	27	1 P
	5	17 XI	8	25 XI	1 XII	26	4 P
			16	24 XI	27 XI	26	2 P
	6	1 XII	8	8 XII	10 XII	18	2 P
			16	8 XII	8 XII	18	1 P
	7	11 II	8	19 II	22 II	40	3I, 8 P
			16	18 II	22 II	40	1 I, 10 P

светового дня. В начале осени они не развивались ни при длинном, ни при коротком фотопериоде. С середины октября—начала ноября единичные личинки *A. plumipes*, собранные после первых заморозков, стали окукливаться в обеих сериях опытов. В опыте, начатом в феврале, количество начавших развитие личинок этого вида было наибольшим и окукливание начиналось и заканчивалось одновременно при длинном и коротком фотопериоде. Таким образом, у видов третьей группы развитие реактивируется промерзанием или длительным охлаждением. Следует, впрочем, отметить, что личинки обоих видов третьей группы в течение всего содержания их в лаборатории (кроме опыта № 7) были явно менее активны, вялы и к концу наблюдений погибли. Это свидетельствует о том, что их жизненный цикл более устойчив и трудно изменяется под воздействием необычных для естественной обстановки факторов.

ЛИТЕРАТУРА

- Шилова А. И. 1955. О фильтрационном способе питания мотыля (*Diptera, Chironomidae*). ДАН СССР, 105, 3.
 Шилова А. И. 1969. Новый вид рода *Parachironomus* Lenz. (*Diptera, Chironomidae*). *Parachironomus kuzini* sp. n. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 19 (22).

- Cleaver U. 1962. Genaktivitäten in den Riesen-chromosomen von Chironomus tentans und ihre Beziehungen zur Entwicklung. J. Insect Physiol., 8.
- Engelmann W. and D. Shappirio. 1965. Photoperiodic control of the maintenance and termination of larval diapause in Chironomus tentans. Nature, 207.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Р. А. Родова

**САМКИ ХИРОНОМИД (*DIPTERA, CHIRONOMIDAE*).
VII. *PARALAUTERBORNIELLA NIGROHALTERALIS*
(MALL.) (= *L. BRACHYLABIS* EDW.)**

Описываемый вид ранее относился к роду *Lauterborniella*, в последнее время выделен в *Paralauterborniella* (Brundin, 1949; Fittkau a. oth., 1967). Длина 1.8—2 мм. Коричнево-черная. Крылья коричневатые, ноги и жужжальца коричневые. Лобные штифты большие, покрыты мелкими волосками (рис. 1, А, Б, *лш*). Затылочный склерит с черными швами, у основания с двумя щетинками с каждой стороны (рис. 1, А, Б, *эск*). Теменные щетинки немногочисленны, расположены в один ряд (рис. 1, А, *тш*).

Антенны 6-члениковые (рис. 1, В). 1-й и последний членики темнее остальных, 2-й и последний почти равной длины, 3—5-й одинаковы по форме. Хетом антенны обычный (Родова, 1968а). Постклипеус покрыт длинными редкими щетинками (рис. 1, А, *пкл*). Верхняя губа короткая, на дистальном конце раздвояна (рис. 1, А, Г, *вг*). На эпифаринксе несколько коротких щетинок, все они находятся в базальной половине (рис. 1, Г, *эп*). Тормы сильно хитинизированы, черные (рис. 1, А, Д, *т*). Гипофаринкс на дистальном конце с многочисленными хетоидами (рис. 1, Д, Е, *хет*). У основания гипофаринкса крупное отверстие протока слюнной железы (рис. 1, Д, *пр*). Максиллярный щупик 4-члениковый, 2-й членик щупика немного короче 3-го. Лациния, как и у других хирономид, в виде тонкого выроста со слабой щеточкой на вершине. Нижняя губа обычная.

Переднеспинка (рис. 2, В, Г) небольшая, покрыта мелкими волосками, посредине с вырезом, при рассматривании сверху не видна. У самца переднеспинка такая же, хотя, по Гетгебюру (Goetghebuer, 1937), она редуцирована. Хетотаксия среднеспинки: дорсомедиальных щетинок (*Dm*) — 12, дорсолатеральных (*Dl*) — 14, преалярных (*Pral*) — 3—4 (рис. 3, Г), посталярные (*Pa*) — отсутствуют. Вокруг тек щетинок светлые пятна. Вдоль ряда латеральных щетинок 4 поровидных пятна. Медиальная полоса коричневая, латеральные — темно-коричневые. Щиток темный, по заднему краю черный, с 10—11 щетинками, расположенными в один ряд.

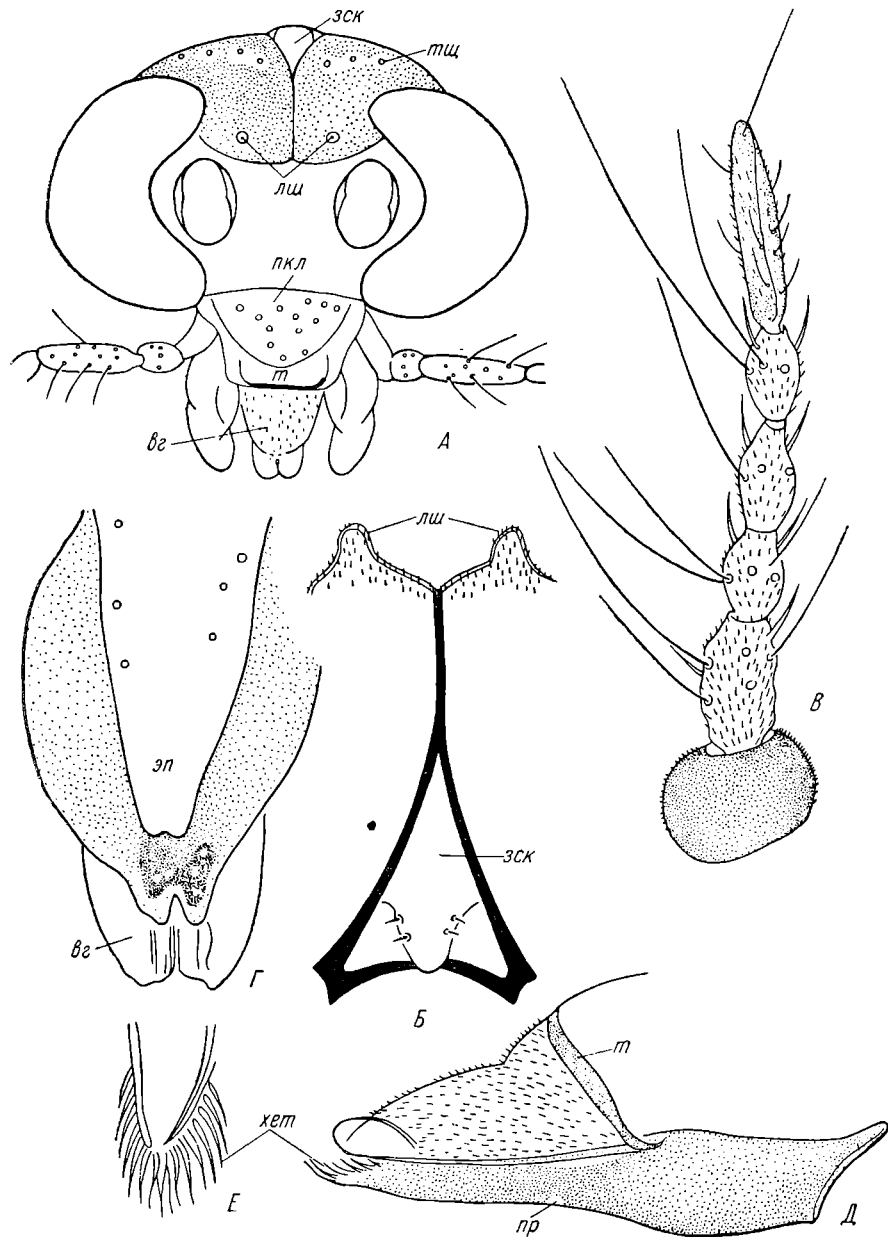


Рис. 1. Детали строения головы *Paralauterborniella nigrohalteralis*.

А — голова спереди, Б — затылочный склерит, В — антенна, Г — эпифаринкс, Д — верхняя губа и гипофаринкс сбоку, Е — дистальный конец гипофаринкса; вг — верхняя губа, зск — затылочный склерит, лш — лобные штифты, пкл — постклипеус, пр — отверстие протока слюнной железы, т — тормы, тщ — теменные щетинки, хет — хетонды гипофаринкса, эп — эпифаринкс.

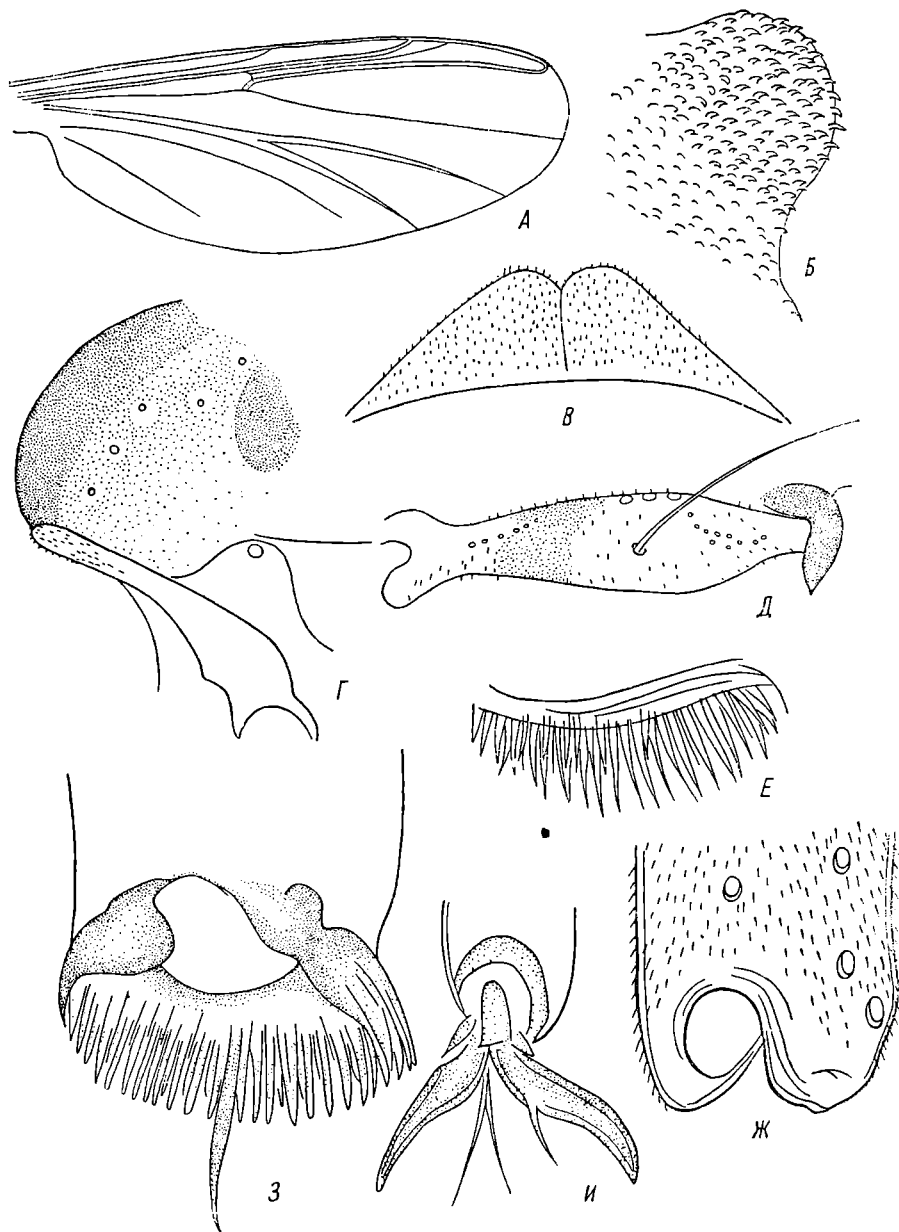


Рис. 2. Детали строения груди, крыла, ног *Paralauteborniella nigrohalteralis*.

А — крыло, Б — крыловая щетка, В — переднеспинка снизу, Г — переднеспинка сбоку, Д — рукоятка радиальной жилки, Е — грудная щетка, Ж — вершина передней голени, З — вершина задней голени, И — дистальный конец лапки.

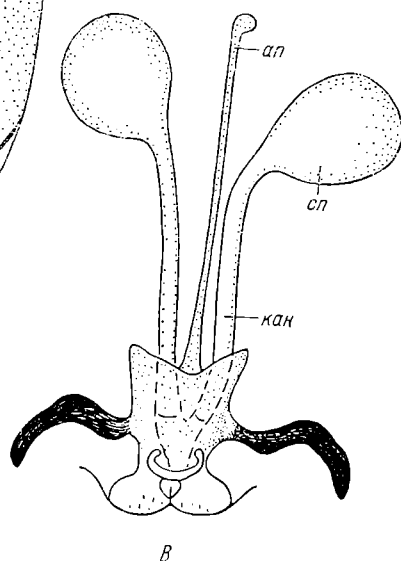
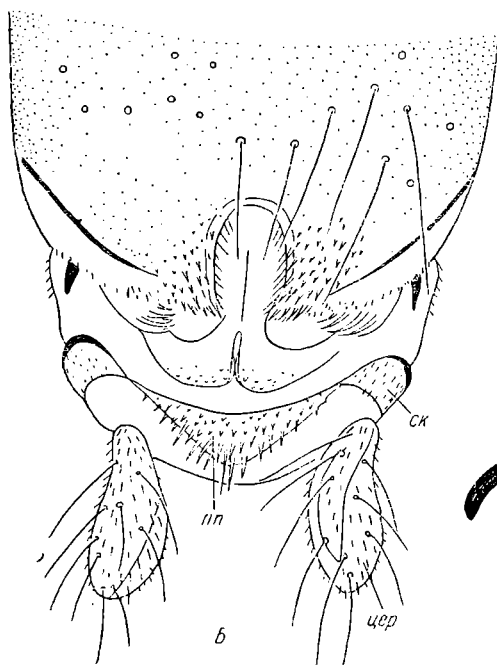
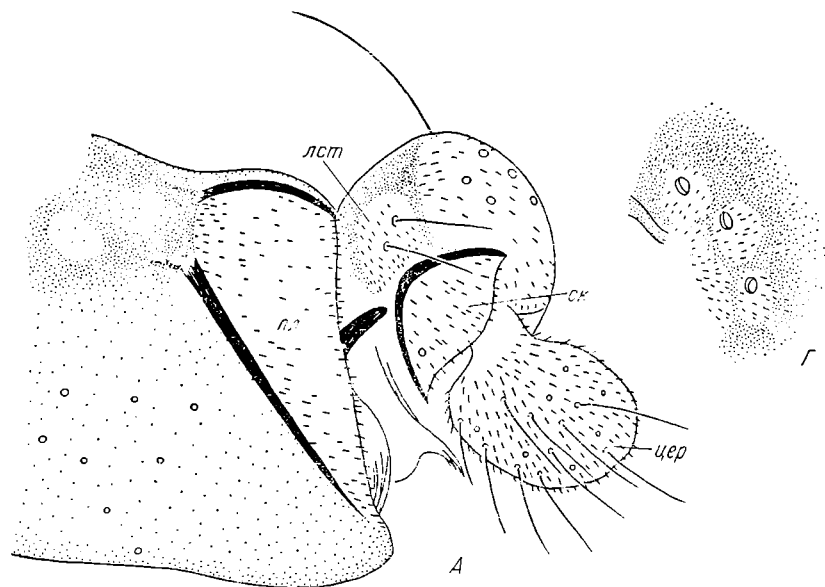


Рис. 3. Детали строения конца брюшка *Paralauteborniella nigrohalteralis*.

А — конец брюшка сбоку, Б — конец брюшка снизу, В — аподема и сперматеки, Г — расположение преанальных щетинок; ап — аподема (9-й стернит), лс — светлая площадка 8-го стернита, кан — каналы сперматек, лст — латеростернит, пг — постгенитальная пластинка, ск — склериты 10-го тергита, сп — сперматека, цер — церки.

Заднеспинка одноцветно темная. Грудная щетка (Родова, 1968б) небольшая (рис. 2, *Е*).

Вершина передней голени без выступа или с очень маленьким выступом (рис. 2, *Ж*). Средние и задние голени на вершине с высоким гребешком и длинной шпорой (рис. 2, *З*). Гребешки с редкими зубцами. Пульвиллы отсутствуют (рис. 2, *И*), но, по Геттебюру (Goetghebuer, 1937), они хорошо развиты.

Длина крыла 1.8 мм, ширина 0.5 мм (рис. 2, *А*). Жилки *Costa*, *R*, *R*₁ и дистальный конец *R*₄₊₅ четко выделяются. На них находятся короткие щетинки. Остальные жилки очень светлые, плохо заметны, без щетинок. *R*₂₊₃ имеется, не сливается с *R*₁. Вершина *M* гораздо дистальнее места слияния *Costa* и *R*₄₊₅. Рукоятка радиальной жилки с одной щетинкой посредине, тремя крупными порами перед ней и двумя группами мелких пор в базальной и дистальной частях рукоятки (рис. 2, *Д*). Крыловая чешуйка без ресничек, с крупной щеткой шипиков (рис. 2, *Б*).

Тергиты брюшка темнее стернитов. Щетинки на них немногочисленны, расположены разбросанно, с крупными теками, окруженными светлыми пятнами. 1-й и 2-й стерниты без щетинок, на остальных щетинок немного, они мельче, чем на тергитах. Вдоль боковых стенок стернитов и тергитов ряд крупных поровидных светлых пятен, на стернитах, кроме 1-го, мелкие поровидные пятна. 8-й стернит (рис. 3, *А*, *Б*) по заднему краю с вырезом посредине, по краям выреза с небольшими лопастями и со щеточками волосков. Бугры стернита не выражены. На месте бугров по 8—9 щетинок. В заднебоковых частях стернита находятся треугольные светлые площадки, ограниченные спереди и сверху темными утолщенными хитинизированными полосками (рис. 3, *А*, *пл*). Латеростернит (9-й стернит) небольшой, овальный, с 1—3 щетинками, покрыт мелкими волосками (рис. 3, *А*, *лст*). Аподема (9-й стернит) с черными широкими, слегка изогнутыми ветвями (рис. 3, *В*, *ап*). Сперматек две, шаровидные (рис. 3, *В*, *сп*), находятся на границе 7—8-го сегментов. Каналы сперматек широкие, почти прямые (рис. 3, *В*, *кан*). Постгенитальная пластинка (рис. 3, *В*, *пн*) ясно очерчена, треугольная, покрыта шипиками, более короткими у основания и на середине пластинки и длинными по заднему краю. Склериты 10-го тергита (рис. 3, *А*, *Б*, *ск*) по переднему краю с четкой черной хитинизированной полосой, без щетинок или с одной щетинкой, покрыты мелкими волосками. Церки (рис. 3, *А*, *Б*, *цер*) обычные, лопастевидные, густо покрыты короткими волосками и редкими щетинками.

ЛИТЕРАТУРА

- Родова Р. А. 1968а. Самки хирономид. I. Тр. инст. биол. внутр. вод АН СССР, 17 (20).
Родова Р. А. 1968б. Аппарат закрепления крыльев в покоящемся положении комаров-хирономид (*Diptera*, *Chironomidae*). Энтомол. обзор., 47, 4.

- Brundin L. 1949. Chironomiden und andere Bodentiere der Südschwedischen Urgebirgsseen. Inst. Freshwater Research, Drottningholm. Report № 30.
- Fittkau E. J., D. Schlee, F. Reiss. 1967. *Chironomidae*. In: Limnofauna Europaea. Fischer Verlag. Stuttgart.
- Goetghebuer M. 1937. *Tendipedidae. Tendipedinae*. In: Lindner. Die Fliegen der palaearktischen Region. Lief. 107.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Б. И. Куперман и В. Р. Микряков

**О РЕАКЦИИ ГИПЕРЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ
ЗАМЕДЛЕННОГО ТИПА У КАРПА
К ПАРАЗИТАРНОМУ АНТИГЕНУ
*TRIAENOPHORUS NODULOSUS***

До настоящего времени многие вопросы иммунитета рыб к паразитарным заболеваниям остаются неясными. В частности, весьма слабо изучены защитные реакции рыб на воздействие паразита. Между тем такого рода исследования имеют исключительно важное значение как для рыбоводства, так и для сравнительной иммунологии.

Настоящая работа посвящена исследованию иммунологического ответа у карпа на воздействие паразитарного антигена, полученного от ленточных червей *T. nodulosus*. Об иммунологической перестройке организма рыб к паразитарному антигену судили по появлению очаговой воспалительной реакции после вторичной стимуляции карпов антигеном, т. е. было использовано явление гиперчувствительности замедленного типа, или реакция аллергии, которая успешно применяется в иммунологических исследованиях в медицине и ветеринарии как диагностический тест при определении бактерио- и паразитоносительства у человека и животных. У низших позвоночных этот вид иммунологических реакций изучен весьма слабо.

Опыт проводился на 15 карпах в возрасте 1+ в аквариальных условиях при температуре 14—16°. Для иммунизации рыб использовался антиген, полученный из неполовозрелых червей (плероцеркоидов) *T. nodulosus* из печени их промежуточных хозяев — окуней (*Perca fluviatilis*), и половозрелых червей этого же вида, полученных из кишечника их окончательных хозяев — щук (*Esox lucius*). Окунь и щуки были выловлены в Рыбинском водохранилище.

После извлечения из рыб паразиты подвергались экстрагированию физиологическим раствором. Для этого черви растирались в фарфоровой

ступке до гомогенной массы с постепенным добавлением физиологического раствора поваренной соли в соотношении 1 : 10. Затем суспензия помещалась в морозильную камеру для замораживания на 20 мин. Через 20 мин. суспензию оставляли при температуре 4° в холодильнике на 18—20 час., а на следующий день ее центрифугировали при 2500 об./мин. в течение 20 мин. Надосадочная жидкость отсасывалась и использовалась для приготовления вакцины после предварительного определения количества белка в экстракте по азоту микрометодом Кьельдаля. Вакцина для инъекции готовилась путем смешивания экстракта с адьювантом по Фрейнду в соотношении 1 : 1.

Подопытные рыбы были разделены на две группы. Первоначально рыбы обеих групп иммунизировались внутрив брюшинно вакциной, приготовленной из неполовозрелых червей *T. nodulosus* в дозе 1 мл (16 мкг азота на 100 г живого веса рыбы). Через 33 и 90 дней рыбы иммунизировались повторно внутрикожными инъекциями по 0.025 мл: рыбы I группы — вакциной из неполовозрелых червей (плероцеркоидов), рыбы II группы — вакциной из половозрелых червей *T. nodulosus*. Вакциной из половозрелых червей иммунизировались рыбы II группы в целях выявления различий в антигенной структуре между плероцеркоидами и взрослыми особями *T. nodulosus* по иммуногенным свойствам. Контролем служили иммунные рыбы, получающие внутрикожные введения физиологического раствора.

Аллергическая реакция карпов к паразитарному антигену *T. nodulosus*

Результаты опытов представлены в таблице.

Группа рыб	Количество рыб	Число рыб с положительной реакцией	
		через 33 дня	через 90 дней
I	5	5	5
II	5	3	5
Контроль.	5	—	—

Как видно из приведенных данных, аллергическая реакция обнаруживалась у всех опытных карпов I группы через 33 и 90 дней. На введение вакцины из половозрелых червей рыбы II группы отвечали аналогичной реакцией аллергии (за исключением двух особей) через 33 дня.

Контрольные рыбы на внутрикожное введение физиологического раствора не реагировали реакцией повышенной чувствительности.

При осмотре места инъекции наблюдались типичные признаки воспаления, сопровождающиеся морфологическими изменениями тканей кожи. Первоначальные изменения на коже обнаружены через 12—24 час. в виде незначительных припухлостей и покраснений. В дальнейшем эти изменения увеличивались и на 2-е и 3-и сутки достигали максимума — до 10 мм в диаметре. В таком виде они сохранялись в течение 10—12 дней. Через 30—40 дней происходило рассасывание. Аналогичные морфологические изменения кожи на карликовых сомиках были обнаружены Папермейстером с соавторами (Papermaster a. oth., 1964) после введения паразитарного антигена от *Ascaris lumbricoides*.

Таким образом, результаты предварительных экспериментальных исследований реакций гиперчувствительности замедленного типа на карпах показывают, что паразитарный антиген (*T. nodulosus*) после внутрикожной инъекции вызывает реакцию аллергии, сопровождающуюся, как и у теплокровных животных, морфологическими изменениями кожи. Иммунологический ответ, обнаруженный через 3 месяца у сенсибилизированных рыб, указывает на то, что антиген или его фрагменты, по-видимому, задерживаются в организме длительное время, стимулируя сохранение иммунологической «памяти».

Воспалительный эффект, проявляющийся в виде реакции аллергии у рыб II группы после воздействия вакциной из взрослых паразитов, свидетельствует о том, что антигенная структура половозрелых и неполовозрелых червей *T. nodulosus* по своим иммуногенным свойствам, вероятно, идентична. Способность иммунных рыб отвечать на белковый комплекс паразитарного происхождения изменением реактивности тканей, в частности кожи, говорит о том, что этот вид иммунологической реакции, по-видимому, имеет место среди низших позвоночных животных.

Вполне вероятно, что указанный феномен можно использовать при решении проблем паразитоносительства у рыб, однако разработка этих вопросов требует дальнейших экспериментальных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- Papernmaster B. W., R. M. Condie, J. Finstag, d. R. A. Good. 1964. Evolution of the immune response. 1. The phylogenetic development of adaptive immunologic responsiveness in vertebrates. J. Exptl. Med., 119, 1.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

С. Н. П о л о в к о в а

ВЛИЯНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ НА ПОВЕДЕНИЕ И ПИТАНИЕ СНЕТКА И СЕГОЛЕТКОВ СИНЦА

На поведение рыб оказывает влияние комплекс различных факторов, как биотических, так и абиотических. Один из наиболее существенных абиотических факторов — свет. Появление и угасание света служит сигналом для суточных вертикальных миграций водных организмов, сигналом начала и прекращения питания планктоноядных пелагических рыб. При освещении корма

увеличивается его доступность. Свет может являться раздражителем, вызывающим оборонительный рефлекс.

Проведенные нами наблюдения за поведением снетка в естественных условиях (Половкова, 1969) позволяют заключить, что снеток обладает определенным суточным ритмом двигательной и пищевой активности. В связи с этим была поставлена задача выяснить в экспериментальных условиях изменение активности снетка и его взаимоотношений с пищевыми объектами при различной освещенности. Известно (Гирса, 1959, 1962), что питание зрительных планктофагов, к которым относится снеток, возможно в пределах от наивысших значений освещенности до 3—5 лк. По наблюдениям Бэтла с соавторами (Battle a. oth., 1936) за питанием сельди, в темноте рыбы не питаются, слабо поедают корм при тусклом свете (от двух ламп по 15 вт на высоте 7.5 м) и в 5 раз более активны с усилением освещенности (от одной лампы 15 вт на высоте 1 м). В экспериментах, проведенных Б. С. Грезе (1939), интенсивность потребления планктона окунем-сеголетком в темноте и при ярком дневном свете разнилась в 14 раз.

Опыты проводились в июне—июле 1968 г. в аквариуме объемом 6 л. Снетков и сеголетков синца кормили при различной освещенности. Использовалась методика, описанная И. И. Гирсой (1959), Б. П. Мантейфелем и В. Р. Протасовым (1962). Освещенность в аквариуме измерялась при помощи люксметра типа Ю-16 с селеновым фотоэлементом. В каждом опыте использовалось по 3—5 экз. снетка, размером 70—100 мм, а также одиночные особи, и группы по 5 и 300 экз. сеголетков синца размером 16—20 мм. Каждый опыт повторялся 2—5 раз. Концентрация кормового планктона была постоянной и составляла 1400 экз. *Daphnia longispina* (0.7—2.2 мм) и 400 экз. циклопов (0.8—1.0 мм) в 6 л воды. Количество съеденных организмов определялось по числу бросков за ними, достигших цели. Кроме того, после опыта рыба вскрывалась и кормовые организмы, содержавшиеся в желудках, просчитывались. Показателем выедания служило среднее количество экземпляров кормовых организмов, захваченных одной рыбой. Рыб до опыта выдерживали в аквариуме объемом 300 л и не кормили в течение 2—3 суток. Непосредственно перед опытом разделяли с планктоном они в течение 30—40 мин. адаптировались к условиям освещенности данного опыта. Адаптацию к темноте организмы проходили в течение 2 час. Во время опыта в аквариумах поддерживалась температура 15—16° и вода постоянно насыщалась кислородом.

Результаты опытов со снетком приведены на рис. 1. В условиях полной темноты снеток не питался. При освещенности порядка сотых и десятых долей люкса очень слабо питались единичные особи. Так, у одного снетка из пяти была обнаружена одна дафния при освещенности 0.01 лк, а у другого при освещенности 0.1 лк — 3 дафнии. Снеток держался в аквариуме рассеянно, стоял неподвижно и почти не реагировал на корм. При освещенности 1 лк он начинал перемещаться, но не питался. При 4—5 лк в желудках у всех рыб было обнаружено по 3—7 экз. кормовых организмов. Снеток стал более активен, плавал рывками, захватывая попадающиеся организмы и явно предпочитая более крупных рачков. В его желудках преобладали дафнии размером 2.0—2.5 мм, тогда как

в планктоне наряду с крупными было много мелких дафний (0.6—1.8 мм) и веслоногих рачков — 0.6—1.0 мм. Держался снеток более плотной группой. Еще более активна рыба при освещенности в десятки люкс. Сетки объединяются в стайку, активно хватают корм, броски чередуются с остановками. При освещенности 200—600 лк в желудках обнаружено по 40—70 экз. кормовых организмов. Голодная рыба сразу же набрасывается на корм. В первые минуты снеток совершает бросок через каждые 2—3 сек. (бросок длится примерно секунду), затем через каждые 7—10 сек., а к концу

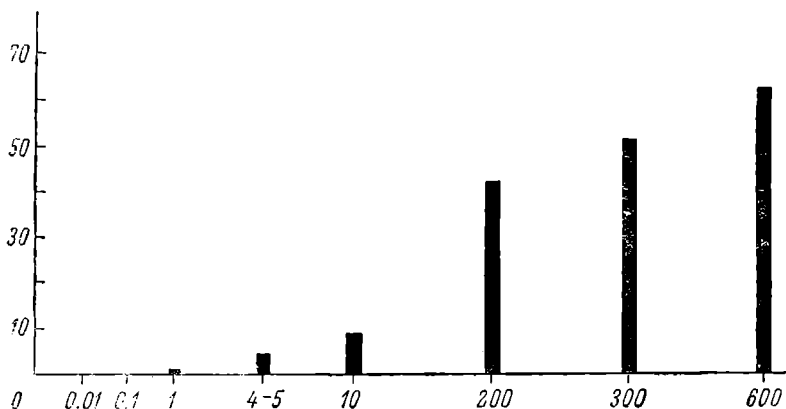


Рис. 1. Выедание снетком планктона при различной освещенности.
По оси ординат — среднее количество заглоченных одной рыбой планктонов, экз.; по оси абсцисс — освещенность, лк.

опыта насытившаяся рыба совершает броски уже через 25—30 сек. Более подвижных веслоногих снеток захватывает гораздо реже и при питании ими броски довольно часто не достигают цели. Вскрытие показало, что пищевой комок на 91.2% (по количеству экземпляров) состоял из дафний и на 8.8% из веслоногих рачков, тогда как в планктоне веслоногие составляли 22%.

Результаты опытов с синцом представлены на рис. 2. При полной темноте ни одна из изолированных одиночных рыб не питалась, при освещенности в несколько сотых люкса только у одной рыбы из пяти обнаружено в кишечнике 3 экз. дафний, т. е. молодь практически не питалась и в аквариуме стояла неподвижно. При освещенности в десятые доли люкса синец начинал немного передвигаться, хватал рачков, находившихся только у самого рыла и на расстоянии 1.0—1.5 см от рыла. При удалении рачка на большее расстояние синец на него не реагировал. В кишечниках этих рыб при вскрытии обнаружено по 9—13 организмов. Наиболее активны сеголетки синца при ос-

вещности 1—2 лк, частота бросков за кормовыми организмами резко возрастает. В кишечниках этих рыб встречалось в среднем по 22 рачка. С увеличением освещенности до 5 лк и выше (до 600 лк) активность сеголетков синца снижается. Они все чаще затаиваются у дна, становятся осторожнее, в кишечнике встречается по 3—5 кормовых организмов. Вероятно, при повышении освещенности оборонительный рефлекс у них преобладает над пищедобывательным.

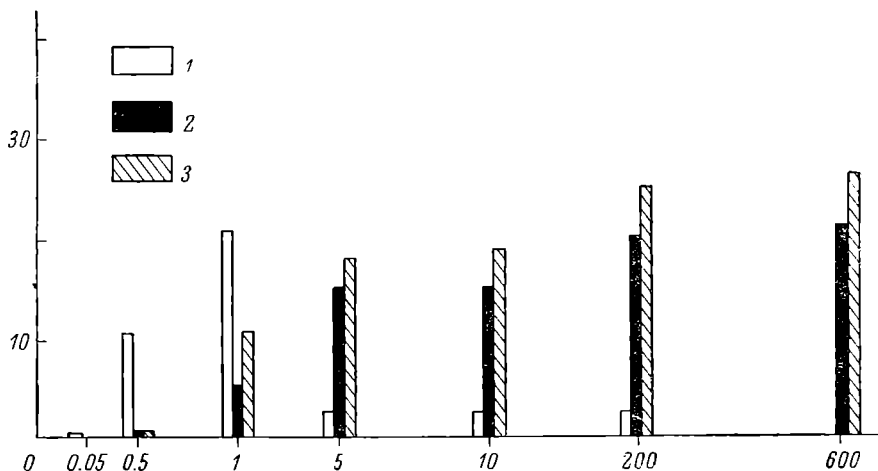


Рис. 2. Выедание синцом планктона при различной освещенности.

1 — одиночные рыбы, 2 — группа из 5 рыб, 3 — группа из 300 рыб. Остальные обозначения те же, что на рис. 1.

Несколько иная картина наблюдалась в поведении группы из 5 рыб. В темноте и при освещенности порядка сотых и десятых люкса они вели себя осторожно, почти все время стояли неподвижно. В темноте и при сотых люкса синец не питался. При освещенности 0.5 лк из 25 рыб 11 не питалось, а у 14 сеголетков в желудках обнаружено от 1 до 3 планктеров. Группа из 5 синцов активно начинала питаться при единицах люкса, собравшись в стайку. Пронаблюдать поиск пищи в данном случае оказалось невозможно, так как аквариум был пестелек. Питание проходило по схеме: серия бросков по ходу движения—остановка—3—4 броска. За отдельными рачками они не охотились. Вскрытие показало, что съеденные дафнии и веслоногие были гораздо мельче, чем у сетки, который охотился преимущественно за крупными особями (0.7—0.8 и 2.0—2.5 мм соответственно). Через 15—17 мин. с момента начала питания большинство рыб, как правило, насыщалось. Иногда одна-две особи продолжали питаться, но уже лениво, несмотря на то что концентрация корма практически не менялась и составляла примерно 200—250 рачков в 1 л воды. Сытые рыбы больших пере-

мещений не совершали, большинство из них стояло неподвижно. Максимальная интенсивность питания этих рыб наблюдалась при сотнях люкс.

Поведение большой группы синца (300 экз.) существенно отличается. Если в первых двух сериях опытов рыбы были осторожны, хватали корм не сразу, то при уплотненной посадке уже при единицах люкс синец начинал питаться интенсивно сразу же, как только ему подавался корм. Броски следовали один за другим. Насыщение происходило через 10—12 мин. При одинаковой освещенности интенсивность питания сеголетков синца в большой группе рыб выше, чем в группе из 5 сеголетков. Увеличение интенсивности потребления корма с повышением освещенности происходило в той же закономерности, что и у небольшой группы рыб (рис. 2). Значительно увеличивается интенсивность питания при единицах люкс, а максимального значения она достигает при 200—600 лк и с дальнейшим повышением освещенности (до 1000 лк) уже не меняется.

ЛИТЕРАТУРА

- Гирса И. И. 1959. Влияние различной освещенности на доступность кормовых организмов для некоторых рыб. Тр. Инст. морфол. животных им. Северцева, 13.
- Гирса И. И. 1962. Влияние изменяющейся освещенности на доступность кормовых организмов для хищных рыб разных экологических групп. Вopr. ихтиол., 2, 1.
- Грезе Б. С. 1939. Экспериментальные исследования над потреблением планктона окуном сеголетком. Изв. Всесоюз. науч.-исслед. инст. озери. и речн. рыб. хоз., XXI.
- Мантейфель Б. П., В. Р. Протасов. 1962. Изучение особенностей поведения рыб в различных условиях освещенности. Руководство по методике исследования физиологии рыб. Изд. АН СССР, М.
- Половкова С. Н. 1969. Состав пищи и суточные вертикальные миграции снетка. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 6.
- Battle H. I., A. C. Hundsmann, L. M. Geffers, G. M. Geffers, W. H. Johnson, N. A. McNairst. 1936. Fatness, Digestion and Food of Passamaquoddy young Herring. Joun. the Biological Board Canada, 11, 4.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. М. Володин

ПЛОДОВИТОСТЬ СНЕТКА БЕЛОГО ОЗЕРА

Снеток, обитающий в Белом озере, — исходная форма при естественной акклиматизации этой разновидности корюшек в водохранилищах волжского каскада. Расселение снетка по Волге стало возможным лишь после создания здесь больших озероподоб-

ных водоемов, из которых для жизни сетка наиболее благоприятно, видимо, Рыбинское водохранилище.

Известно (Щетинина, 1954; Лапин, 1955; Иванова и др., 1969), что, проникнув по р. Шексне в Рыбинское водохранилище, сеток довольно быстро расселился по водоему, и его популяция достигла высокой численности. При этом на втором этапе акклиматизации структура рыбинской популяции сетка стала существенно отличаться от исходной белозерской. Увеличение продолжительности жизни привело к расширению возрастного ряда, увеличению относительной численности старших возрастных групп, повторности нереста и т. п. В связи с этим представляется интересным выяснить, отразились ли указанные изменения на воспроизводительной системе сетка, в частности на его плодовитости.

Литературные данные по плодовитости сетка Белого озера крайне скудны и малопригодны для сравнения с таковой сетка из других водоемов. Нам известны всего две работы, касающиеся этого вопроса, — Г. В. Федоровой (1953) и П. Н. Морозовой (1955), причем первый автор приводит данные о плодовитости всего 21 экз. рыб разной длины и возраста, а второй, говоря о плодовитости самок трех возрастных групп (1-, 2-, 3-годовики), не раскрывает ее связи с размером рыб. Между тем для сравнения желательно иметь более обширный материал, собранный в одинаковые сроки, поскольку плодовитость одноразмерных особей может быть неодинаковой в разные годы даже у рыб, обитающих в одном и том же водоеме.

Задача настоящей работы — изучение плодовитости белозерского сетка и сравнение последней с плодовитостью сетка Рыбинского водохранилища по пробам, собранным в одно и то же время.

Данные по плодовитости сетка Белого озера получены в экспедиционных рейсах разноглубинным мальковым тралом в начале ноября 1967 г. и в конце октября 1968 г. Всего на плодовитость обработано 197 ичинок сетка в начале IV стадии их зрелости. Обработка производилась по обычной весовой методике. Пробы на плодовитость рыбинского сетка собирались в те же сроки.

Индивидуальная абсолютная плодовитость у рыб разной длины в наших пробах колебалась от 1310 до 6820 икринок. Средняя плодовитость составляла 4000 икринок. Несмотря на довольно значительные колебания даже у рыб одного и того же размера, плодовитость в целом закономерно возрастает с увеличением длины и особенно веса тела самок (табл. 1, 2; рис. 1, 2).

Графически зависимость между абсолютной плодовитостью и весом тела выражается прямой линией, тогда как между плодовитостью и длиной тела — кривой довольно сложной конфигурации. Любопытно, что эта кривая имеет четко выраженный перелом на границе двух возрастных групп рыб — между сеголетками и двухлетками ($l=70$ мм). Далее кривая поднимается вверх уже

Зависимость плодовитости белозерского снетка от длины тела самок

Плодовитость	Длина тела рыб, мм									
	55 — 60	65 — 70	75 — 80	85 — 90	95 — 100	105				
Средняя	1770	2420	2900	2500	3300	3970	4390	5270	6070	6380
Минимальная . .	1370	1450	1310	1550	1710	2070	2440	4050	5270	6220
Максимальная . .	2570	3300	4600	3870	4950	6050	6690	6820	6750	6650
Количество рыб . .	3	11	4	13	24	64	51	23	3	4

на более низком уровне. Такое снижение плодовитости у двухлеток по сравнению с сеголетками можно, видимо, объяснить следующим образом. В первое лето своей жизни половой зрелости достигают, вероятно, особи с более быстрым темпом развития, и после первого нереста они погибают. Особи, созревающие на втором году жизни, относительно менее плодовиты (табл. 1; рис. 1), поэтому и кривая, отражающая связь между плодовитостью и размерами двухлеток, идет на более низком уровне по сравнению с сеголетками. Если бы особи, созревающие на первом году жизни, не погибали после первого нереста, такого резкого перепада в уровнях плодовитости сеголеток и двухлеток не наблюдалось бы.

Из табл. 2 и рис. 2 видно, что относительная плодовитость с увеличением размера самок уменьшается. Наиболее высока она у созревших сеголеток. Как уже отмечалось, плодовитость одно-размерных самок снетка колеблется довольно значительно. Одна из причин, обуславливающих эти колебания, — неодинаковая упитанность рыб. Это отчетливо видно из рис. 3, где представлена плодовитость самок с длиной тела 85 мм, наиболее многочисленной размерной группы в наших пробах ($n=25$). Связь плодовитости с упитанностью рыб неоднократно отмечалась в работах различных авторов.

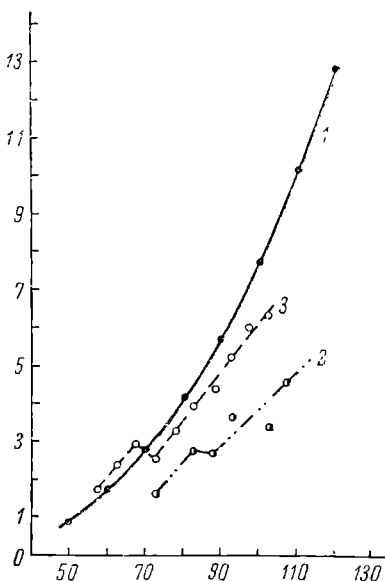


Рис. 1. Зависимость абсолютной плодовитости снетка от длины тела самок.

1 — в Рыбинском водохранилище, 2—3 — в Белом озере; 2 — в 1952 г. по данным Г. В. Федоровой (1953), 3 — в 1967—1968 гг. по нашим данным. По оси ординат — абсолютная плодовитость, тыс. икринок; по оси абсцисс — длина тела самок, мм.

Зависимость плодовитости белозерского снетка от веса тела самок

Плодовитость	Вес тела без внутренностей, г								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Абсолютная	2130	2600	3360	4030	4480	5610	6290	6440	
Относительная . . .	1420	1040	960	900	815	865	840	760	
Количество рыб . .	9	26	23	59	60	12	5	2	

Справедливость указания о том, что для сравнения плодовитости снетка из Белого озера и Рыбинского водохранилища желательно иметь материал, собранный в один и тот же отрезок времени, подтверждает следующий пример. На рис. 1 представлена абсолютная плодовитость белозерского снетка в 1952 г. (Федорова, 1953) и 1967—1968 гг. (наши данные). Из рисунка видно, что плодовитость

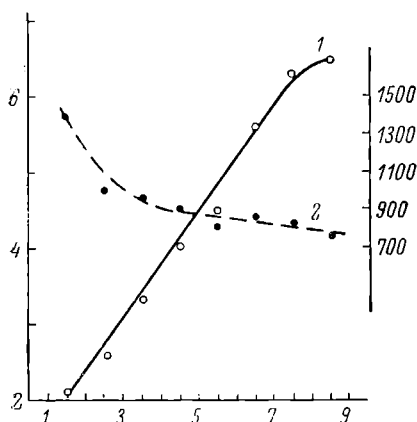


Рис. 2. Зависимость плодовитости белозерского снетка от веса тела самок без внутренностей.

1 — абсолютная плодовитость, 2 — относительная плодовитость. По оси ординат слева — абсолютная плодовитость, тыс. икринок, справа — относительная плодовитость, шт.; по оси абсцисс — вес тела, г.

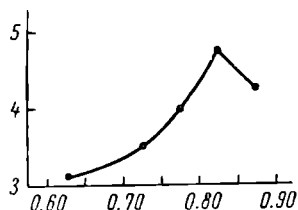


Рис. 3. Плодовитость и упитанность самок длиной 85 мм в Белом озере.

По оси ординат — абсолютная плодовитость, тыс. икринок; по оси абсцисс — коэффициент упитанности по Кларку.

одноразмерных особей в указанные годы различалась весьма существенно. Заметим, кстати, что Г. В. Федорова (1953) измеряла длину тела рыб по Смитту, тогда как мы за длину тела принимали расстояние между наиболее выдающейся вперед точкой головы и концом чешуйного покрова, т. е. I. Это значит, что действительная разница в плодовитости самок одного и того же размера была немного меньше, чем это представлено на рисунке.

Сравнивая плодовитость рыбинского снетка в 1967—1968 гг. и белозерского по данным Г. В. Федоровой, можно прийти к выводу, что в Рыбинском водохранилище снеток значительно более плодовит, чем в Белом озере. Между тем сравнение по материалам, собранным в одни и те же годы, показывает, что плодовитость одноразмерных самок снетка в этих водоемах разнится не столь уж резко.

Рыбинский снеток в целом отличается более высокой плодовитостью по сравнению с белозерским. Однако сеголетки в Рыбинском водохранилище менее плодовиты, чем в Белом озере. Более высокая плодовитость сеголетков в Белом озере объясняется лучшими условиями нагула молоди в этом водоеме по сравнению с Рыбинским водохранилищем. В Белом озере сеголетки к концу осени, несмотря на несколько более мелкие средние размеры, достигают большей упитанности, чем в Рыбинском водохранилище, причем как зрелые, так и незрелые особи (табл. 3). Отсюда и более высокая их абсолютная плодовитость.

Т а б л и ц а 3

Сравнительные данные по длине тела, весу и упитанности сеголетков снетка в Белом озере и Рыбинском водохранилище осенью 1967 г.

Водоем	Длина тела, мм	Общий вес тела, г	Коэффициент упитанности	Число рыб
Половозрелые самцы				
Белое озеро	52.5	1.15	1.0	12
Рыбинское водохранилище	57.9	1.48	0.8	54
Половозрелые самки				
Белое озеро	56.5	1.51	0.8	11
Рыбинское водохранилище	58.8	1.59	0.7	38
Незрелые особи				
Белое озеро	47.7	1.19	1.1	128
Рыбинское водохранилище	54.5	1.20	0.8	84

В отношении двухлеток картина иная. Упитанность особей двухлетнего возраста в обоих водоемах примерно одинакова, но плодовитость более высока в Рыбинском водохранилище. Получается несоответствие с высказанным соображением о связи

лении с ЭОГ. Амплитуда ЭОГ служит показателем относительной силы и эффективности раздражителя. Форма ЭОГ специфична: она определяется качеством раздражителя в определенных пределах его интенсивностей (Ottoson, 1956; Takagi a. Omura, 1960; Бызов и Флерова, 1964; Gesteland a. oth., 1965).

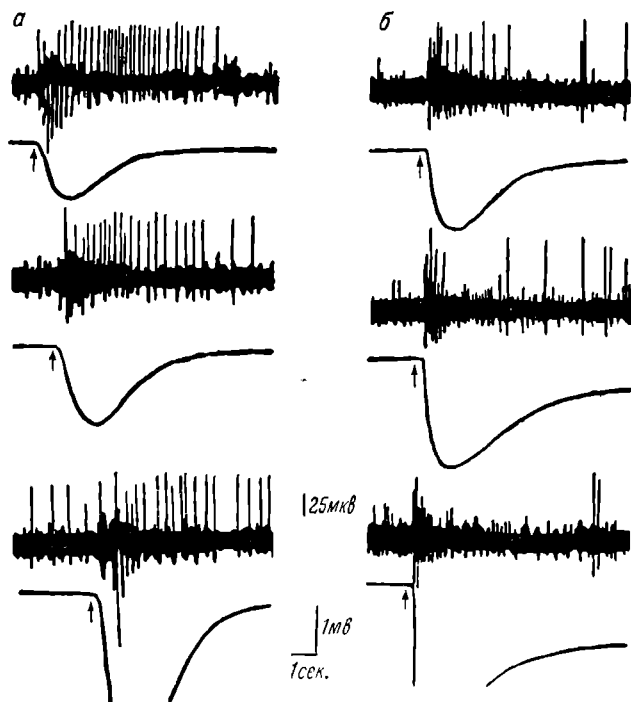


Рис. 2. Переход нейронов луковичи из состояния возбуждения в состояние торможения при увеличении силы обонятельного раздражения.

a — реакции одного нейрона на пары ментола; *b* — реакции другого нейрона на пары эвкалиптового масла в сопоставлении с ЭОГ. Стрелками указано начало вдувания паров.

Из приведенных осциллограмм видно, что реакции одиночного нейрона в данном случае специфичны: в ответ на пары ментола нейрон, разряжавшийся до этого 2—3 имп. за 10 сек., резко увеличивает частоту разряда (23 импульса за 4 сек. — рис. 1, *a*), тогда как в ответ на пары хлороформа импульсные разряды прекращаются (нейрон затормаживается — рис. 1, *b*). Важно отметить, что эффект возбуждения ментолом и торможения хлороформом наблюдался в широком диапазоне интенсивностей этих раздражителей. Если на фоне возбуждения, вызванного ментолом, подать второе кратковременное раздражение хлороформом, то наблю-

дается торможение разряда, интенсивность которого зависит от временного интервала между нанесением первого и второго раздражений (рис. 1, в, г). Таким образом, при последовательном нанесении разнокачественных пахучих веществ указанная специфичность ответов отчетливо проявляется лишь при определенных временных интервалах между стимулами.

На рис. 2 представлены ответы двух нейронов луковицы и ЭОГ на увеличивающиеся по силе одиночные кратковременные раздра-

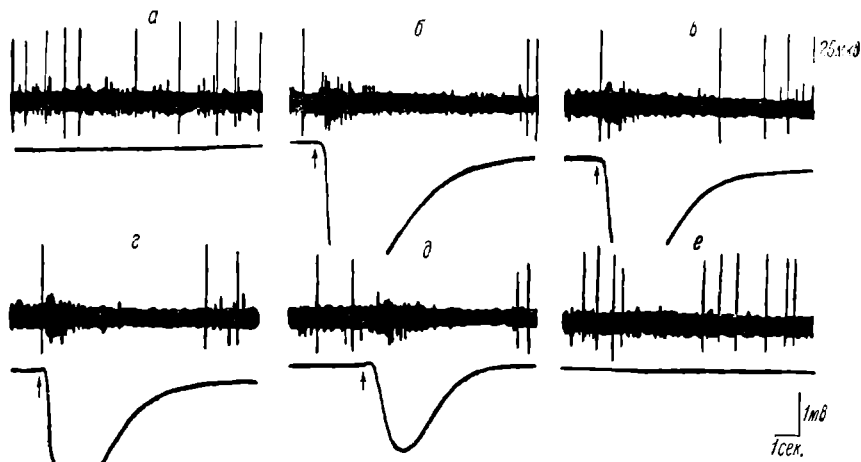


Рис. 3. ЭОГ и тормозные реакции одиночного нейрона луковицы при сильных раздражениях рецепторов парами различных пахучих веществ.

а — фоновая активность, б — раздражение парами ментола, в — метилбензоата, г — этилового эфира, д — амилавого спирта, е — фоновая активность.

жения. Первый нейрон (рис. 2, а) тот же, что на рис. 1, на вдвигание паров ментола отвечает 23 имп. за 4 сек. (верхняя запись). По мере увеличения интенсивности вдвигания частота импульсов в ответе этого нейрона заметно снижается: 17 и 13 имп. за 4 сек. (средняя и нижняя записи соответственно). Второй нейрон, отвечающий возбуждением на пары эвкалиптового масла (рис. 2, б, верхняя запись) с увеличением силы раздражителя тормозится (нижняя запись). Переход некоторых нейронов из состояния возбуждения в состояние торможения при увеличении силы раздражителя наблюдался и в указанной работе Довинга.

При интенсивных раздражениях парами различных пахучих веществ одиночные нейроны луковицы очень часто отвечают торможением импульсной активности (рис. 3). Можно полагать, что в этих условиях мы имеем дело как с нейронами, отвечающими торможением на раздражители определенного качества¹ (как на рис. 1, б),

¹ По нашим наблюдениям, такими раздражителями часто являются пары органических растворителей: хлороформа, этилового эфира, некоторых

так и с нейронами, у которых эффект торможения проявляется только при достаточно сильных раздражениях различными пахучими веществами (как на рис. 2, б). Примеры, подтверждающие это предположение, мы находим и в работах других авторов. При внутриклеточных отведениях из митрального слоя луковички лягушки зарегистрированы специфический тормозной ответ на этиловый эфир и торможение импульсной активности на сильные вдывания паров амилацетата (Минор и др., 1969). Довинг (Döving, 1964) при исследовании 177 нейронов луковички наблюдал торможение 65 % из них в ответ на раздражение парами бутилового спирта. Оттосон и Шеферд (Ottoson a. Shepherd, 1967) и Хигашино с соавторами (Higashino a. oth., 1969) отмечают преобладание тормозных реакций при сильных обонятельных раздражениях.

Наряду с нейронами, отвечавшими на обонятельные раздражения различной степенью возбуждения или торможения, нередко встречались такие, которые заметно не реагировали на подачу пахучих веществ. Значительный процент таких нейронов в луковичке лягушки отмечен Довингом (Döving, 1964) и Хигашино с соавторами (Higashino a. oth., 1969), а в луковичке млекопитающих — Уолшем (Walsh, 1956). Возможно, что отсутствие заметных реакций на предлагаемые раздражители тоже служит своего рода сигналом, посылаемым нейронами луковички и участвующим в формировании ощущения в обонятельных центрах более высокого порядка.

На основании данных о специфических реакциях нейронов луковички можно, по-видимому, полагать, что когда два разнокачественных раздражителя следуют друг за другом, ощущение каждого из них как особого возникает в центрах лишь при определенном временном интервале между нанесением первого и второго раздражителей. Можно также полагать, что ощущение определенного качества возникает только в определенном диапазоне интенсивностей раздражителя. Активность нейронов луковички контролируется таким образом, что в условиях сильных обонятельных раздражений генерация импульсов может быть прекращена и нейрон из состояния возбуждения может перейти в состояние торможения. Возможно, что при этом возникает обонятельное ощущение иного качества или иной модальности. Интересны в этом отношении результаты поведенческих опытов, проведенных Гейнцем (Heintz, 1962): кумарин в определенных (средних) концентрациях привлекал рыб, тогда как в низких и высоких отпугивал. Начатое этим автором сопоставление поведенческих реакций с электрофизиологическими представляется весьма перспективным для решения затронутых вопросов.

Авторы выражают большую признательность А. Л. Бызову за помощь, оказанную при подготовке данной работы.

спиртов. Эти же раздражители вызывают позитивное колебание ЭОГ на начало вдывания и соответствующее этому колебанию торможение рецепторной импульсной активности (Бызов и Флерова, 1964; Флерова и Ружинская, 1971).

- Бызов А. Л. и Г. И. Флерова. 1964. Электрофизиологическое исследование обонятельного эпителия лягушки. Биофизика, 9, 2.
- Мипор А. В., Г. И. Флерова, А. Л. Бызов. 1969. Суммарные вызванные потенциалы и активность одиночных нейронов в обонятельной луковице лягушки. Нейрофизиология, 1, 3.
- Флерова Г. И. 1969. Сопоставление электроольфактограммы (ЭОГ) с импульсной активностью одиночных обонятельных рецепторов. Матер. докл. на 1-й Всесоюз. конф. по структуре и функции обонят. анализатора. М.
- Флерова Г. И. и Н. Н. Ружижская. 1971. Ответы обонятельных рецепторов лягушек *Rana esculenta* L. и *R. temporaria* L. на действие пахучих веществ. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 21 (24).
- Döving K. B. 1964. Studies of the relation between the frog's electroolfactogram (EOG) and single unit activity in the olfactory bulb. Acta physiol. scand., 60.
- Gesteland R. C., B. Howland, J. Y. Lettvin, W. H. Pitts. 1959. Comments on microelectrodes. Proc. I. R. E., 47.
- Gesteland R. C., J. Y. Lettvin, W. H. Pitts and A. Rojas. 1963. Odor specificities of the frog's olfactory receptors. In: Olfaction and Taste, ed. Y. Zotterman, Pergamon Press. Oxford—London—N. Y.—Paris.
- Gesteland R. C., J. Y. Lettvin and W. H. Pitts. 1965. Chemical transmission in the nose of the frog. J. physiol. (Engl.), 181 (3).
- Heintz E. 1962. Le potentiel électrique de la muqueuse olfactive de poissons, du veau et du porc, en fonction de la concentration de solutions aqueuses olfactives. Comptes rendus. Acad. Sci., 255, 23.
- Higashino S., H. Takeuchi and E. Amore. 1969. Mechanism of discrimination in the olfactory bulb of the bullfrog. In: Olfaction and Taste, ed. C. Pfaffmann, Rock Univ. Press.
- Ottoson D. 1956. Analysis of the electrical activity of the olfactory epithelium. Acta physiol. scand., 35, 122.
- Ottoson D., G. M. Shepherd. 1967. Experiments and concepts in olfactory physiology. Prog. Brain Res., 23. Amsterdam.
- Takagi S. F. and K. Omura. 1960. Micro-electrode study on the electrical activity of the olfactory epithelium. J. Physiol. Soc. Japan, 22.
- Walsh R. R. 1956. Single cell spike activity in the olfactory bulb. Amer. J. Physiol., 186, 2.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Н. П. Смирнов, О. Ф. Кондрацова

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РАЗЛОЖЕНИЯ ПО ЕСТЕСТВЕННЫМ ОРТОГОНАЛЬНЫМ ФУНКЦИЯМ К РАЙОНИРОВАНИЮ СТОКА ВОЛГИ

Метод разложения по естественным ортогональным функциям получил в последнее время довольно широкое распространение при исследовании различных метеорологических полей (Глаголева, 1965; Мещерская, Клюквин, 1968; Мещерская и др., 1970,

и др.). С его помощью выявлен целый ряд закономерностей, свойственных процессам, протекающим в атмосфере, а также вскрыта изменчивость этих процессов в пространстве и во времени. В работе Н. И. Яковлевой и К. А. Гурлевой (1969) показана возможность применения метода разложений к объективному районированию территории по целому ряду признаков. Последнее возможно благодаря тому, что с помощью метода разложений определяется объективная оценка согласованности рассматриваемых полей, выделяются главные особенности этих полей в соответствии с их статистической значимостью. Метод дает возможность количественной классификации ситуаций по гораздо меньшему в сравнении с исходным количеству комплексных признаков. Суть метода и его математические основы подробно изложены в работах Н. А. Багрова (1959), Ю. В. Николаева (1969), А. В. Мещерской с соавторами (1970) и мн. др.

Т а б л и ц а 1

Данные по используемым створам

Река, пункт наблюдений	Площадь водосбора, км ²	Среднегого-летнего расход, м ³ /сек.
Волга, Старица . . .	21 100	125
Волга, Ярославль . .	154 000	1090
Унжа, Макарьев . . .	18 500	158
Волга, Горький	479 000	2700
Ока, Муром	188 000	915
Москва, Звенигород	5000	32.2
Клязьма, Павловский		
Посад	5440	31.1
Кама, Пермь	169 000	1630
Белая, Уфа	100 000	744
Вятка, Вятские Поляны	124 000	828
Волга, Куйбышев . .	1 200 000	7760

В данной работе метод разложения использован с целью районирования бассейна Волги по характеру колебаний стока. Разложению подвергались среднегодовые расходы воды за 45 лет (1920—1964) на 11 створах, расположенных на Волге и ее главных притоках (табл. 1). Поскольку абсолютные значения расходов различаются между створами на один-два порядка, их величины перед разложением нормировались.

Как известно, в методе разложения по ковариационной матрице находятся ее собственные числа (λ_j), собственные векторы ($X_n(x)$) и соответствующие им функции времени ($T_n(t)$). Согласно теории разложений, собственные числа, расположенные в убывающем порядке, имеют тем больший вес, чем меньше их порядковый номер, т. е. главная информация о состоянии поля сосредоточивается в первых слагаемых. С точки зрения статистики, разложение на естественные составляющие есть разложение по наиболее часто встречающимся комбинациям, причем чаще встречаются те комбинации, которые обладают большими собственными числами.

Оценка разложения полей стока Волги

j	1	2	3	4	5	6
λ_j	5.919	1.930	0.891	0.722	0.483	0.358
$\lambda_j / \sum_{j=1}^{11} \lambda_j, \%$	53.8	17.6	8.1	6.6	4.4	3.2
$\sum_{j=1}^n \lambda_j / \sum_{j=1}^{11} \lambda_j, \%$. . .	53.8	71.4	79.5	86.1	90.5	93.7

Продолжение

7	8	9	10	11	
λ_j	0.212	0.162	0.140	0.138	0.039
$\lambda_j / \sum_{j=1}^{11} \lambda_j, \%$	1.9	1.5	1.3	1.2	0.4
$\sum_{j=1}^n \lambda_j / \sum_{j=1}^{11} \lambda_j, \%$. . .	95.6	97.1	98.4	99.6	100.0

В табл. 2 приведены значения собственных чисел (λ_j) матрицы стока по бассейну Волги, вклады каждого вектора разложения в общую дисперсию поля стока в процентах, а также точность представления полей парастающей суммой членов разложения. Как следует из этой таблицы, первый член разложения описывает около 54% суммарной дисперсии, на второй приходится 17.6%, а на третий — 8.1%. В сумме уже три первые члена разложения описывают около 80% суммарной изменчивости анализируемых полей, т. е. основная информация об изменениях стока по бассейну Волги заключена в первых трех векторах разложения.

На рис. 1 представлено распределение по бассейну Волги первых трех естественных составляющих (X_1 — X_3). Как видно из этого рисунка, поле первого вектора очень однородно. Уменьшение или увеличение стока происходит одновременно по всему бассейну, и величина изменения относительно общей дисперсии примерно одинакова. Это наиболее типичный характер изменчивости стока по бассейну ($\lambda_1=53.8\%$). На него накладывается ситуация, описываемая полем второго вектора X_2 . Здесь мы наблюдаем закономерное изменение стока с запада на восток, т. е. имеет место смена знака аномалий стока при следовании от бассейна Камы к бассейнам Верхней Волги и Оки. При этом противоположными по знаку центрами являются бассейны рек Клязьмы ($X_2=0.34$) и Белой ($X_2=-0.53$). В поле третьего собственного вектора X_3 четко выражена закономерность изменения характера стока с севера на юг. Так, если значения X_3 на Верхней Каме и Вятке имеют отрицательные величины, то в бассейне р. Белой эти значения положи-

тельны. То же самое наблюдается и при сравнении величин X_3 в бассейнах Верхней Волги ($X_3 = -0.31$) и Оки ($X_3 = 0.35$).

Таким образом, несмотря на то что наиболее типичным для характера колебаний стока Волги является его однородность по бассейну, данные, заложенные во втором и третьем векторах разложения, отражающие менее существенные в сравнении с первым вектором, но достаточно характерные для Волги черты колебаний стока (в сумме около 26% дисперсии), позволяют выполнить районирование бассейна, основанное на ситуациях, заложенных в этих векторах.

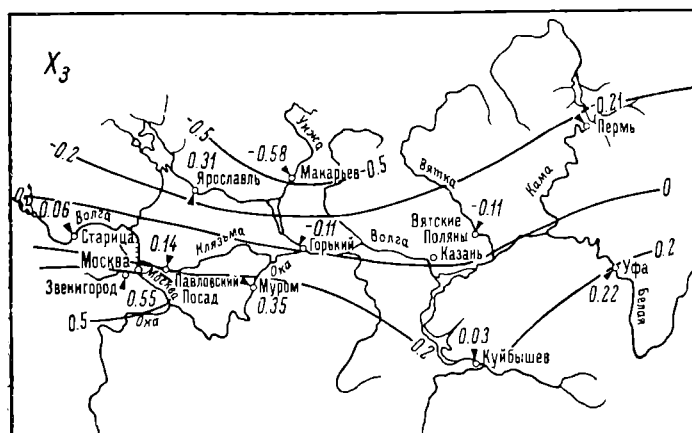
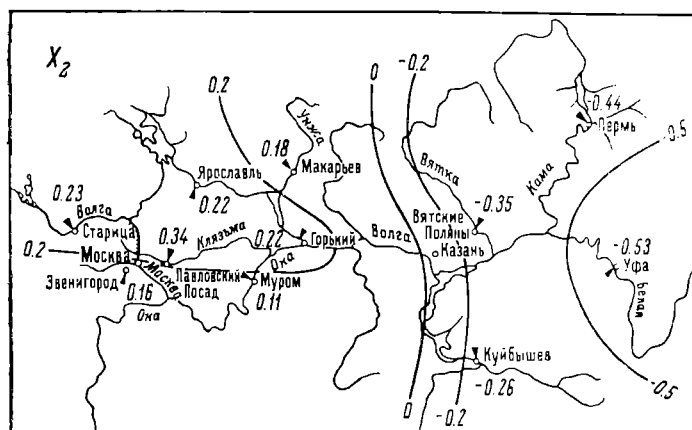
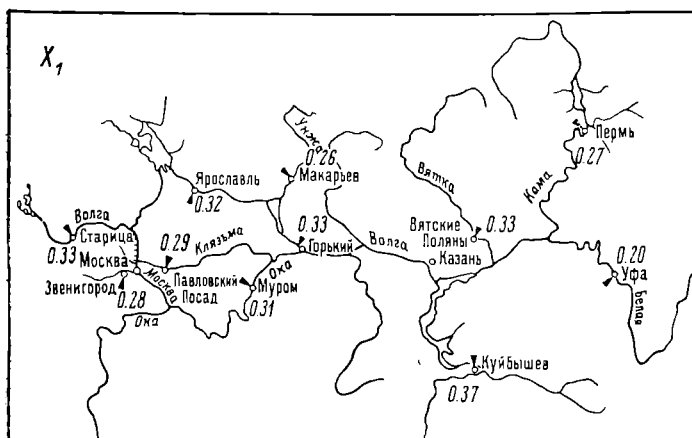
Согласно рис. 1, основное разделение следует провести между бассейном Волги до впадения Камы и бассейном Камы. Внутри первого района следует рассматривать отдельно бассейн Волги до г. Горького и бассейн Оки. Во втором районе можно выделить бассейн р. Белой, который по характеру многолетних колебаний среднегодового стока несколько отличается от стока Верхней Камы и Вятки.

Разделение бассейна Волги на указанные районы, очевидно, найдет подтверждение при анализе атмосферных процессов, протекающих над бассейном. Об этом свидетельствует, в частности, сопоставление полей второго и третьего собственных векторов разложения с распределением некоторых климатических характеристик европейской территории Союза. Так, поле X_2 неплохо согласуется с характером изменения высоты снежного покрова, увеличивающейся с запада на восток, а также с изменением числа дней в году со среднесуточной температурой воздуха ниже -10° , с распределением изолиний дат перехода средней суточной температуры воздуха через 5° весной. Поле вектора X_3 хорошо совпадает с распределением почв и растительности на европейской территории Союза и отражает зональность характера колебаний стока в бассейне Волги.

Чтобы составить представление об изменении полей собственных векторов с течением времени, были рассчитаны функции времени $T(t)$, характеризующие вклад рассматриваемых векторов в поле стока каждого конкретного года. Однако, чтобы исследование временных закономерностей выглядело убедительным, необходимо иметь достаточно длинные ряды наблюдений. Материалы, которыми мы располагаем, позволяют увеличить наши ряды на 24 года только на 8 створах (за исключением Павловского Посада, Звенигорода и Вятских Полян). Разложение поля стока, выполненное по данным 8 створов за период с 1896 по 1964 г., показало в принципе то же распределение первых трех естественных составляющих, что и разложение по 11 створам. Это свидетельствует

Рис. 1. Поля трех первых собственных векторов разложения среднегодового стока в бассейне Волги.

Треугольники — гидрологические створы.



об устойчивости установленных закономерностей и позволяет использовать для рассмотрения изменчивости временных коэффициентов более длинный ряд.

Оказалось, что коэффициенты разложения изменяются во времени довольно закономерно. Для исследования временной структуры изменения коэффициентов T выполненного разложения был

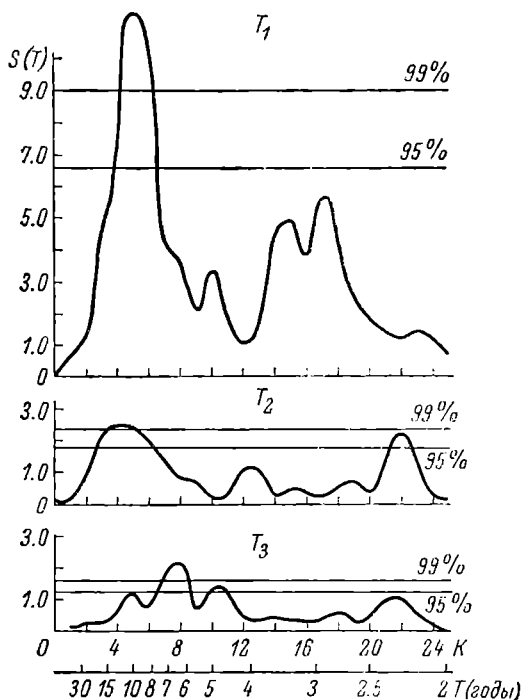


Рис. 2. Спектрограммы трех первых коэффициентов разложения среднегодового стока Волги.

использован спектральный анализ с предварительной фильтрацией низкочастотных колебаний. Поскольку длина исследуемого ряда ограничена 69 членами, спектральная плотность исследовалась только в пределах от 2 до 15 лет. Для исключения вариаций с большими периодами из среднегодовых значений коэффициентов вычитались 11-летние средние скользящие значения. Спектрограммы полученных таким образом значений первых трех коэффициентов разложения среднегодового стока представлены на рис. 2.

Из этого рисунка следует, что в ходе коэффициентов первого вектора разложения с вероятностью более 99% имеется вариация с периодом около 10 лет. Кроме указанной вариации на спектре

заметно выделяется период около 3 лет. Однако вероятность наличия этой вариации в ходе коэффициентов T составляет менее 95%.

В ходе коэффициентов второго вектора заметно выделяются две вариации. Период первой составляет 12—13 лет. Ее вероятность превышает уровень 99%-й обеспеченности. Период второй равен 2.3 года, а амплитуда превышает уровень 95%-й обеспеченности.

Изменение во времени коэффициентов третьего вектора разложения заметно отличается от первых двух. В этом случае выше 99%-го уровня значимости лежит 6—7-летняя вариация и выше 95%-го — пятилетняя. Учитывая, что указанные периоды близки друг к другу, можно предположить, что изменениям коэффициента T_3 свойственно только одно циклическое колебание с периодом около 5—7 лет.

Подобная структура многолетних колебаний стока отмечалась авторами и ранее при исследовании изменений среднегодовых расходов воды на отдельных створах Волги (Смирнов и др., 1971).

Таким образом, мы видим довольно упорядоченную систему колебаний во времени трех первых естественных составляющих разложения среднегодового стока рек бассейна Волги по естественным ортогональным функциям, которые отражают самые существенные черты изменчивости стока по бассейну и служат основанием для его районирования.

ЛИТЕРАТУРА

- Багров Н. А. 1959. Аналитическое представление последовательности метеорологических полей посредством естественных ортогональных составляющих. Тр. ЦИП, 74.
- Глаголева М. Г. 1965. Аналитическое представление распределения гидрометеорологических элементов с помощью естественных составляющих. Тр. ЦИП, 142.
- Мещерская А. В., Л. Н. К лю к в и н. 1968. О разложении полей аномалий средней месячной температуры по естественным ортогональным функциям. Тр. ГГО, 201.
- Мещерская А. В., Л. В. Р у х о в е ц, М. И. Ю д и н, Н. И. Я к о в л е в а. 1970. Естественные составляющие метеорологических полей. Гидрометеиздат, Л.
- Николаев Ю. В. 1969. Преобразование информации в приложениях к задачам гидрометеорологии. Гидрометеиздат, Л.
- Смирнов Н. П., Э. И. С а р у х а н я н, О. Ф. К о н д р а ц о в а. 1971. Многолетние колебания стока Волги и их возможные причины. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 20 (23).
- Яковлева Н. И., К. А. Г у р л е в а. 1969. К вопросу объективного районирования с помощью эмпирических функций. Тр. ГГО, 239.

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИИ

	Стр.
Совещание по комплексному использованию мелководий водохранилищ в народном хозяйстве	3
Конференция по научным основам управления процессами, влияющими на качество воды в водоемах, являющихся основными источниками водоснабжения	5

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

А. С. Литвинов, И. К. Ривьер. О вертикальном распределении зоопланктона в Мошковичском заливе в связи с особенностями гидрологических условий	7
Г. А. Лукина. Детоксигирующая активность хлореллы	12
В. И. Романенко. Определение интенсивности дыхания микрофлоры в воде по гетеротрофной ассимиляции CO ₂	15
В. П. Семсрой. Малоцетинковые черви (<i>Oligochaeta</i>) Гусино-Убукунской озерной группы (Бурятская АССР, Забайкалье)	17
З. Н. Чиркова. Некоторые наблюдения над поведением <i>Ptyocryptus sordidus</i> (Cladocera, Macrothricidae)	23
А. В. Мошков, И. А. Носова и Ю. И. Сорокин. О питании <i>Cyclops scutiger</i>	27
Л. М. Семенова. Токсическое действие фенола на некоторых ракообразных	31
В. А. Алексеев, Б. А. Флеров. Действие фенола на фотореакции и устойчивость <i>Chironomus plumosus</i> и <i>Limnochares aquatica</i>	33
А. И. Шилова и Н. И. Зеленцов. Влияние фотопериодизма на диапаузу у хирономид	37
Р. А. Родова. Самки хирономид (<i>Diptera, Chironomidae</i>). VII. <i>Paralauterborniella nigrohalteralis</i> (Mall.). (= <i>L. brachylabis</i> Edw.)	42
Б. И. Куперман и В. Р. Микряков. О реакции гиперчувствительности замедленного типа у карпа к паразитарному антигену <i>Trienophorus nodulosus</i>	47
С. Н. Половова. Влияние освещенности на поведение и питание снетка и сеголетков сига	49
В. М. Володин. Плодовитость снетка Белого озера	53
Г. И. Флерова, Н. Н. Ружинская. Некоторые особенности импульсных реакций нейронов обонятельной луковицы у лягушки	58
Н. П. Смирнов, О. Ф. Кондрацова. Применение метода разложения по естественным ортогональным функциям к районированию стока Волги	63

CONTENTS

INFORMATIONS

	Page
Meeting «Complex usage of reservoir shoals in the peoples economy».	3
Conference «Scientific foundations of controlling the processes affecting the quality of water in water bodies, which are the main sources of water supply»	5

ARTICLES

A. S. Litvinov, I. K. Rivier. Vertical distribution of the zooplankton in the Moshkovichski bay in connection with peculiarities of hydrological conditions	7
G. A. Lukina. Detoxicating activity of <i>Chlorella</i>	12
V. I. Romanenko. Determination of microflora respiration intensity by heterotrophic assimilation of CO ₂	15
V. P. Semernoi. <i>Oligochaeta</i> of the Gusino-Ubukun lake group	17
Z. N. Chirkova. Some observation on behaviour of <i>Ilyocryptus sordidus</i> (<i>Cladocera</i> , <i>Macrothricidae</i>).	23
A. V. Monakov, I. A. Nosova and Yu. I. Sorokin. Feeding of <i>Cyclops scutifer</i>	27
L. M. Semanova. Toxic effect of phenol on some crustaceans	31
V. A. Alekseev, B. A. Flerov. The effect of phenol on photoreaction and resistance of <i>Chironomus plumosus</i> and <i>Limnochares aquatica</i>	33
A. I. Shilova and N. I. Zelensov. The influence of photoperiodism on diapause in <i>Chironomidae</i>	37
R. A. Rodova. Chironomidae females (<i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i>). VII. <i>Paralauterborniella nigrohalteralis</i> (Mall.) (= <i>P. brachylabis</i> Edw.)	42
B. I. Kuperman and V. R. Micryakov. On the reaction of hypersensitivity of the slow type to the parasite antigen of <i>Triaenophorus nodulosus</i> in <i>Cyprinus carpio</i>	47
S. N. Polovkova. The influence of luminosity on behaviour and feeding of the European smelt and <i>Abramis ballerus</i> of the first year	49
V. M. Volodin. The fertility of the European smelt of Beloe lake	53
G. I. Flerova, N. N. Ruzhinskaya. Some peculiarities of neuron impulse reaction of olfactory receptors in frog	58
N. P. Smirnov, O. F. Kondratsova. The application of method of expansion into natural orthogonal functions for division of the Volga effluent into districts	63

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 13

Утверждено к печати

*Институтом биологии внутренних вод
Академии наук СССР*

Редактор издательства Л. М. Маковская

Технический редактор В. В. Шиханова

Корректор Г. Н. Атлас

Сдано в набор 17/XI 1971 г. Подписано к печати
29/II 1972 г. Формат бумаги $60 \times 90^{1/4}$. Бумага
№ 1. Печ. л. $4^{1/2} = 4.5$ усл. печ. л. Уч.-изд. л. 4.84.
Изд. № 4964. Тип. зак. № 654. М-06147.
Тираж 1100. Цена 34 коп.

Ленинградское отделение "издательства" «Наука»
199164, Ленинград, Менделеевская линия, д. 1
1-я тип. издательства «Наука». 199034, Ленинград
9 линия, д. 12