

06
ИБВВ

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

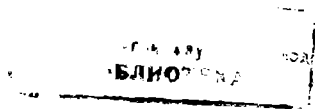
19

31.920-77.

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

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ
№ 19



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Ленинград • 1973

Редакционная коллегия:

Б. А. Вайнштейн, М. М. Камшилов, Ф. Д. Мордухай-Болтовской (главный редактор), А. Г. Поддубный, В. И. Романенко, Б. К. Штегман, В. А. Экзерцев.

ПЯТОЕ СОВЕЩАНИЕ УЧАСТНИКОВ РАБОТ ПО МЕЖДУНАРОДНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЕ СЕКЦИИ ПРЕСНЫХ ВОД

С 22 по 26 мая 1972 г. на Нарочанской биологической станции Белорусского государственного университета им. В. И. Ленина проходило Всесоюзное совещание по изучению продуктивности пресноводных водоемов, созданное секцией пресных вод Советского национального комитета по МБП и Белорусским государственным университетом им. В. И. Ленина. В работе совещания приняли участие 86 специалистов, представляющих 26 научных учреждений, из 18 городов СССР.

Совещание было посвящено обсуждению исследований на пресноводных водоемах, включенных в Советский национальный план работ по МБП. По всем основным темам, за исключением 1.3 (Севанская гидробиол. ст.), 1.13 (ГосНИОРХ) и 1.14 (Институт зоологии АН АзербССР), представлены отчетные доклады. На пленарных заседаниях заслушано и обсуждено 15 докладов, в которых отражены результаты комплексных исследований продуктивности водоемов, расположенных в различных географических зонах Советского Союза. На секционных заседаниях детальному обсуждению подверглись конкретные вопросы по биологической продуктивности водоемов и методике работ. Также отмечалось, что работы по МБП в институтах и учреждениях, решающих смежные с продуктивностью проблемы, существенно углубили разработку плановых тем.

Доклады показали возросший научный уровень гидробиологических исследований, объединенных Международной биологической программой. Вместе с тем остаются серьезные пробелы в наших знаниях о продукционных возможностях озер и водохранилищ. В частности, при разработке ряда тем МБП осталось неизученным или недостаточно изученным конечное звено продукционного процесса — рыбы. Необходимо обеспечить продолжение углубленного изучения продуктивности водоемов на всех уровнях, как научной основы использования биологических ресурсов в народном хозяйстве и решения проблемы чистой воды.

Участники совещания постановили следующее.

а. Исследования на пресных водах, объединенные Советским национальным планом участия в МБП, должны быть продолжены и по истечении срока действия программы. Выполненные по МБП исследования при их дальнейшем развитии в наметившихся направлениях будут служить научной основой классификации и хозяйственной бонитировки пресных вод, откроют путь к более широкому и рациональному освоению огромного фонда озер, водохранилищ и рек СССР, а также приведут к дальнейшему поднятию производительности прудового хозяйства и выяснению влияния антропогенного фактора на формирование качества воды. Совещание просит Советский национальный комитет МБП, Президиум АН СССР изыскать организационные формы продолжения исследований на пресных водах, ведущихся в настоящее время по МБП, и обеспечить их необходимыми материальными ресурсами и штатами.

б. Совещание считает, что ценный опыт организации исследований по МБП на пресных водах целесообразно взять за основу при осуществлении работ по проблеме «Человек и биосфера».

в. Работы по МБП способствовали улучшению методов изучения продуктивности пресных вод. Необходима их дальнейшая разработка, совершенствование и унификация, что, в частности, может быть сделано на совещаниях и конференциях, созываемых ВГБО.

г. Совещание признает совершенно необходимым своевременное опубликование в полном объеме всех исследований, выполненных по МБП, и обращается к Советскому национальному комитету МБП с просьбой содействовать авторам в опубликовании полученных данных в виде монографий, сборников и т. д.

Совещание приняло следующие научные рекомендации.

1. Для сравнения продукции разных трофических уровней в одном водоеме рекомендуется брать продукцию за вегетационный сезон и рассчитывать в этом случае сезонную величину P/B , указав принятую длительность вегетационного периода. При сравнении скорости продуцирования у одних и тех же видов в разных условиях следует приводить удельную скорость роста за сутки (суточные P/B), рассчитывая эту величину как среднюю для периодов, достаточно однородных по температуре, указывая среднюю температуру и средний вес особей. По возможности следует также приводить и годовые величины P , B , P/B и др.

2. Рекомендуется расширить работы по определению содержания органического вещества в фитопланктоне, по экспериментальному определению дыхания фитопланктона и по содержанию хлорофилла в воде. На современном этапе исследований целесообразно принимать, что органическое вещество составляет 20% от сырого веса клеток водорослей, определенного по объему клеток. Многими авторами для водоемов средней полосы СССР дыхание фитопланктона принимается равным 20% от валовой пер-

вичной продукции. Однако в каждом отдельном случае следует определять соотношение фотосинтеза и дыхания, принимая во внимание среднюю глубину водоема и вертикальное распределение фотосинтеза.

3. При микробиологических исследованиях следует перейти к количественной оценке интенсивности бактериальных процессов в иловых отложениях и в воде водоемов и широко применять изотопы C , N , S , P .

4. В каждом водоеме надо внимательно анализировать состав хищников зоопланктона, обращая особое внимание на то, что ряд видов может проявить себя как хищник или как растительоядная форма в зависимости от конкретных условий водоема. Рекомендуется проведение дополнительных экспериментов для выяснения характера питания вида при данных условиях.

5. Зависимость типа $P=a \cdot B^k$ или $P/B=a \cdot B^{k-1}$ можно рассматривать только как форму обработки материала. Не рекомендуется использовать такие зависимости для расчета продукции сообществ в других водоемах, так как эмпирические значения коэффициентов a и k могут быть верны только для тех условий, в которых они были получены.

6. Следует обратить особое внимание на исследования видового состава и количественных характеристик мезо- и микробентоса.

При расчете продукции рыб следует учитывать важную роль термического фактора, оказывающего огромное влияние на ход продукционных процессов вообще, а у рыб, находящихся на границах ареала, в особенности.

8. Рекомендовать метод Аллена в качестве основного для определения продукции рыб при подведении итогов работ по МБП, приводить в итоговых материалах данные по абсолютным запасам и продукции рыб.

9. Важнейшая задача дальнейших комплексных исследований — выяснение трофических связей рыб и влияния рыб на биологический режим водоемов.

10. В публикациях, касающихся продуктивности водоемов, настоятельно рекомендуется приводить конкретные фактические данные, при расчетах по возможности пользоваться коэффициентами, основанными на собственных данных, указывать применявшиеся методы получения и обработки материалов, строго придерживаться символов, принятых пресноводной секцией МБП.

Г. Г. Винберг и И. М. Распопов

В. И. Романенко, Н. А. Лаптева

**РАЗВИТИЕ БАКТЕРИЙ НА ВОДЕ
С МИНИМАЛЬНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ
ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА,
ПОЛУЧЕННОЙ ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОМ**

Сама по себе задача — при каких наименьших величинах органического вещества могут развиваться микроорганизмы — чрезвычайно интересная и важная, но решение ее сталкивается с большими методическими трудностями. О способности микроорганизмов усваивать малейшие следы органических веществ следует из работ Н. Г. Холодного (1957а, 1957б), изучавшего «аэротрофное» питание.

В природных условиях в некоторых озерах и океанах бактерии живут при содержании органического вещества около 1.5—3 мг С/л. На естественной воде внутренних водоемов бактерии размножаются чрезвычайно быстро и их количество при температуре около 20—25° возрастает через сутки от нескольких тысяч до нескольких миллионов в 1 мл (Романенко, 1973). Лишь немногим меньше величины численности бактерий были получены нами в опытах с бидистиллированной водой.

В дальнейшем мы задались целью определить, при каких минимальных величинах органического вещества в воде могут размножаться водные микроорганизмы.

Для получения такой воды использован метод фотоокисления (Armstrong et al., 1966), который, по нашему мнению, в данном случае наиболее приемлем. Этот способ был использован также Гамильтоном и Карлюцци (Hamilton, Carlucci, 1966) для разрушения токсических метаболитов в морской воде, на которой готовились питательные среды для бактерий и водорослей. В качестве источника ультрафиолета нами была взята ртутно-кварцевая лампа ПРК-2 мощностью 375 вт с максимумом излучения 2800—3200 Å.

В опытах бралась вода из Рыбинского водохранилища с исходным содержанием органического вещества — 8.6 мг С/л. Ее кипятили и фильтровали через асбестовый фильтр для удаления взвешенных частиц и осаждающихся солей. Воду (150—300 мл) облучали в кварцевой колбе объемом 500 мл. В нее вносили 3—6 ка-

пель серной кислоты, которая в конце нейтрализовалась щелочью. Предварительные опыты показали, что 6 и даже 10 час. для окисления органического вещества явно недостаточно, под микроскопом было видно, что остались целыми и многие бактериальные клетки. С помощью пресульфатного метода сжигания было установлено, что полностью (табл. 1) органическое вещество разрушается в 150—200 мл лишь через 24—36 час. Это время облучения и использовалось нами в дальнейшей работе. После облучения

Т а б л и ц а 1

Разрушение органического вещества под действием ультрафиолетовых лучей

Объем воды, мл	Продолжитель- ность облуче- ния, час.	Перманганатная окисляемость, мг О/л	Содержание органического вещества, мг С/л
150	Исходное	7.6	8.6
	24	0.7	Следы
	36	0.5	»
200	Исходное	7.6	8.6
	24	0.7	Следы
	36	0.6	»
300	Исходное	7.6	8.6
	24	1.8	4.0
	36	0.7	2.0

цветность воды уменьшалась до нулевых величин, а количество минеральных форм азота и фосфора увеличивалось в несколько раз.

Приготовленную таким способом воду разливали по 50 мл в склянки, предварительно обработанные смесью двухромовокислого калия и серной кислоты для удаления следов органического вещества на стенках и тщательно промытые затем бидистиллированной водой. Контролем служила исходная вода, освобожденная от бактериальных клеток путем фильтрования через асбестовый фильтр. Отсутствие бактериальных клеток в средах позволило проследить за развитием микроорганизмов методом прямого учета на мембранных фильтрах (Романенко, 1973).

Обе среды одновременно заражались 0.1 мл свежей воды из Рыбинского водохранилища и инкубировали в термостате при 28°. Через определенные промежутки времени из склянок отбирали по 5 мл воды и профильтровывали через мембранные фильтры марки «Синпор», на которых после высушивания и окраски эритрозином под микроскопом подсчитывали общее количество бактерий.

На исходной воде бактерии размножаются очень быстро (табл. 2). Резкое увеличение их количества происходит уже через сутки, а максимальный прирост — через 3 суток. На облученной воде, содержащей следы органического вещества порядка

Развитие бактерий на воде с минимальным количеством органического вещества, мг/мл

Вода	Номер опыта	Перманганатная окисляемость, мг О/л	Время от начала опыта, сутки					
			исходное	1	2	3	5	10
Исходная	1	13	0.0025	0.5	5.0	16.0	7.4	7.5
	2	9.8	0.0016	1.4	7.8	9.0	4.7	5.4
	3	7.6	0.002	0.4	4.0	5.0	6.0	6.2
Облученная	1	0.6	0.0025	0.1	0.1	0.3	0.6	0.5
	2	0.5	0.0016	0.12	0.5	3.7	6.0	1.5
	3	0.6	0.002	0.15	0.25	0.8	1.7	2.1

0.3—0.5 мг С в 1 л, а возможно, и меньше (так как аналитически такие величины уже трудно определить), бактерии также размножаются и весьма интенсивно. Правда, прирост их количества на этой воде заметно отстает от того, который наблюдается на исходной, необлученной. За первые сутки они отстают в развитии в 5 раз. Кроме того, если на необлученной воде наибольшее количество бактерий было отмечено на 3-и сутки, то на облученной на 5-е.

Таким образом, даже при самых ничтожных величинах органического вещества в среде наблюдается явный прирост численности бактерий. Если взять молекулярный вес полуразрушенных ультрафиолетом молекул органических веществ, равный 180 (соответствует глюкозе), то, приняв во внимание число Авогадро, можно рассчитать, что при этих условиях в пределах бактериальной клетки может находиться около 2000—4000 молекул, которые, как следует из приведенных данных, тем не менее обеспечивают обменные процессы и их жизнедеятельность. Каков предел тех минимальных величин питательных веществ, которые могут поддерживать жизнедеятельность бактерий в водной среде, пока еще установить трудно.

ЛИТЕРАТУРА

- Романенко В. И. 1973. Размножение бактерий на природной воде. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 17.
- Холодный Н. Г. 1957а. О воздушном питании почвенных микроорганизмов. Избр. тр., Киев, Изд-во АН УССР, 3.
- Холодный Н. Г. 1957б. Усвоение летучих органических веществ почвенными бактериями. Избр. тр., Киев, Изд-во АН УССР, 3.
- Armstrong F. A. I., Williams P. M., Strickland I. D. H. 1966. Photo-oxidation of organic matter in sea water by ultra-violet radiation, analytical and other applications. *Nature*, **211**, 5048.
- Hamilton R. D., Carlucci A. F. 1966. Use of ultra-violet irradiated sea water in the preparation of culture media. *Nature*, **211**, 5048.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО БАКТЕРИЙ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ НА р. МАНЫЧ

Маньчские водохранилища — южные водоемы европейской части СССР, сформированы на засоленных почвах. В результате зарегулирования р. Маныч создано 3 водохранилища: Усть-Маньчское — площадь 60 км², максимальная глубина 3,5 м, минерализация 1—1,5 г/л; Веселовское — 250 км², 9 м, 0,9—2,3 г/л, Пролетарское — 790 км², 4,4 м, 15,6 г/л.

С апреля по сентябрь 1971 г. на этих водохранилищах определены общая численность бактерий методом прямого счета (Разу-

Общая численность бактерий и сапрофитов в 1 мл воды

	Температура, °С	Прозрачность, м	Общее число бактерий, млн/мл	Число сапрофитов	Отношение сапрофитов к общему числу, %
Усть-Маньчское водохранилище					
Апрель	7.5	0.15	1.12	1500	0.1
Май	18.0	0.35	1.40	900	0.06
Июнь	21.2	0.35	1.67	650	0.04
Июль	22.8	0.30	1.67	730	0.04
Август	25.4	0.45	1.70	1000	0.05
Сентябрь	20.0	0.35	1.74	—	—
Среднее	19.1	0.32	1.55	936	0.06
Веселовское водохранилище					
Апрель	7.8	0.35	3.04	3100	0.01
Май	18.1	0.25	3.11	2200	0.07
Июнь	22.3	0.30	3.54	2100	0.05
Июль	21.4	0.35	3.76	2300	0.06
Август	25.4	0.45	4.46	2100	0.04
Сентябрь	20.6	0.40	5.01	—	—
Среднее	19.2	0.35	3.82	2360	0.05
Пролетарское водохранилище					
Апрель	7.7	0.30	5.17	320	0.006
Май	18.8	0.70	5.08	480	0.009
Июнь	22.1	0.50	5.49	590	0.01
Июль	—	—	4.99	550	0.01
Август	23.0	0.45	—	—	—
Сентябрь	20.2	0.35	6.85	—	—
Среднее	18.3	0.46	4.51	485	0.09

мов, 1932) и количество сапрофитных бактерий, растущих на СПА. В Пролетарском водохранилище в связи с высокой минерализацией воды посев сапрофитов производился как на стандартном СПА, так и на СПА с добавкой 3 и 10%-го хлористого натрия. Бактерии определялись в поверхностном и придонном слоях воды, но ввиду идентичных результатов приводятся данные лишь по поверхностному горизонту.

Прозрачность воды по диску Секки в период наблюдений колебалась в пределах 0.2—0.4 м, а температура воды — от 7° в апреле до 24° в августе.

Из приведенных данных (см. таблицу) видно, что общее количество бактерий по мере увеличения минерализации возрастает от 1.12 до 6.85 млн в 1 мл воды. Если численность бактерий в Усть-Манычском водохранилище характерна для водоемов олиготрофного и мезотрофного типа, то в Пролетарском количество бактерий достигает величины, характерной для евтрофных водоемов. Веселовское водохранилище по количеству бактерий занимает промежуточное положение.

Сезонная динамика численности бактерий характеризуется увеличением их от апреля—мая к сентябрю, причем это характерно для всех 3 водохранилищ. В Усть-Манычском водохранилище количество бактерий увеличивается от 1.12 в апреле до 1.74 в сентябре, в Веселовском — от 3.04 до 5.01 и в Пролетарском — от 5.17 до 6.87 млн в 1 мл воды.

Сапрофитные бактерии по сезонам распределяются довольно равномерно. Их незначительное снижение отмечается лишь в летний период. Численность сапрофитов в водоеме с повышенной минерализацией очень низка. Очевидно, в этом водохранилище основная масса бактерий — галофилы. Оптимальная среда для их развития — СПА с добавкой 3%-го хлористого натрия.

Сравнивая результаты прямого счета с численностью колоний на агаровых пластинках, мы видим, что вторым методом учитывается лишь незначительное число бактерий. Количество бактерий, растущих на СПА, в воде водохранилищ в течение года составляет 0.006—0.1% от общей численности.

Таким образом, исследуемые нами водоемы в период наблюдений характеризуются различным содержанием общего числа сапрофитных бактерий, что дает возможность отнести их к водоемам разных трофических уровней. С повышением солености воды численность бактерий в водохранилищах возрастает.

ЛИТЕРАТУРА

Разумов А. С. 1932. Прямой метод учета бактерий в воде. Сравнение его с методом Коха. Микробиол., 1, 2.

Ростовский
государственный университет

ФИТОПЛАНКТОН МОЛОЖСКОГО
И ГЛАВНОГО ПЛЕСОВ
РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА в 1969 г.
СООБЩЕНИЕ II

Рыбинское водохранилище — самое крупное в бассейне Верхней Волги — благодаря чистой воде и меньшему по сравнению с Ивановским и Угличским водохранилищами развитию в нем фитопланктона начинает привлекать к себе внимание водохозяйственных организаций. Поэтому детальные гидробиологические и прежде всего альгологические наблюдения за его режимом приобретают особую актуальность.

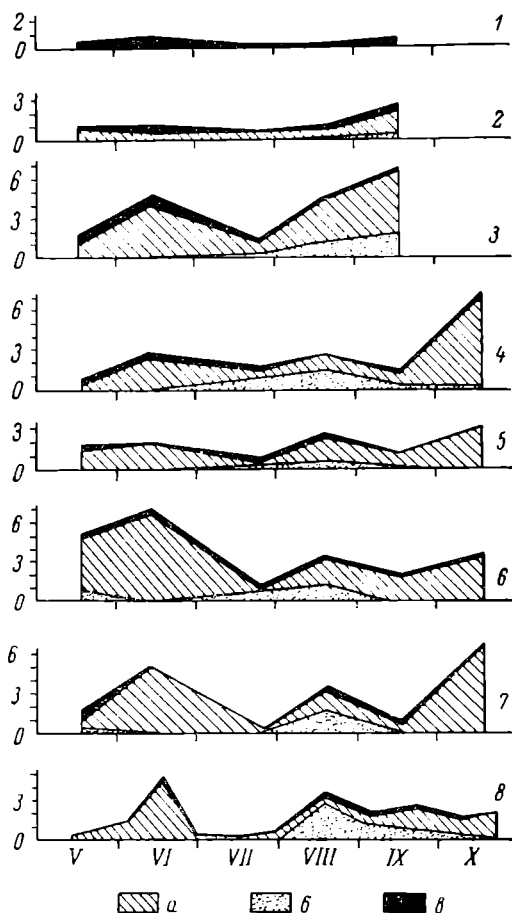
В 1969 г. авторы продолжали исследования фитопланктона Моложского и сопредельной ему акватории Главного плеса, начатые в 1968 г. Местоположение станций отбора проб и методика работы приведены ранее (Балонов и Кузьмин, 1973).

Фитопланктон обследованной акватории в середине мая 1969 г. был представлен в основном диатомовыми водорослями, в частности *Stephanodiscus binderanus* (Kütz.) Kriegl., *Melosira islandica* O. Müll., *M. italica* (Ehr.) Kütz. f. *italica*, и только в западной части Главного плеса (см. рисунок, ст. 6) в заметном количестве присутствовали синезеленые (*Microcystis pulvereae* (Wood.) Forti a. Elenk. — 0.72 г/м³), в Восьегонском расширении (ст. 2, 3) — золотистые (*Synura petersenii* Korsch. — 0.1 г/м³) и зеленые (*Eudorina elegans* Ehr. — 0.3 г/м³). Биомасса фитопланктона в это время только на ст. 6 достигала 5 г/м³, а на остальных не превышала 1.7 г/м³.

Во второй декаде июня на всех станциях наблюдалось существенное увеличение биомассы диатомовых водорослей. Наибольших значений она достигла на станциях 3 (4.8 г/м³), 6 (7 г/м³) и 7 (5 г/м³). Изменился по сравнению с маем и состав доминирующих форм. Так, почти по всей акватории стали преобладать *Melosira italica* f. *italica* (1.3 г/м³) и *M. italica* subsp. *subarctica* O. Müll. (1.5 г/м³), которым сопутствовали *Melosira ambigua* (Grun.) O. Müll. и *M. granulata* (Ehr.) Ralfs (до 0.8 г/м³), а на ст. 7 — *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz. (1.5 г/м³). Несмотря на весенний расцвет диатомей и сравнительно высокие значения их биомассы, преобладание отдельных видов было нечетким и сообщество характеризовалось олигодоминантностью.

Аналогичная картина наблюдалась и в летний период (19 VIII), когда из-за холодного лета (температура воды была в пределах 16.8—18.1°) синезеленые водоросли развивались слабо. Их биомасса на большинстве станций была даже ниже, чем диатомовых (см. рисунок). Основной фон планктона всей исследованной акватории создавал *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, составлявший в среднем 30% общей биомассы, ему сопутствовали диатомей

Stephanodiscus binderanus, *S. subtilis* (Van Goor) A. Cl., *S. astraea* (Ehr.) Grun. et. f. и *Melosira italica*, составлявшие 10—30% общей биомассы фитопланктона. Только в центральной части Главного



Сезонная динамика фитопланктона.

1—8 — номера станций. а — диатомовые; б — синезеленые; г — прочие виды. По оси ординат — изложенная средняя арифметическая биомасса фитопланктона, г/м³; по оси абсцисс — месяцы.

плёса (ст. 8) синезеленые водоросли (2.8 г/м^3) преобладали над диатомовыми (0.4 г/м^3). Здесь, так же как и на вышележащих станциях, превалировал *Aphanizomenon*, но уже в сопровождении *Anabaena scheremetievi* Elenk.

В октябре состав планктона резко изменился. Прекратили развитие синезеленые водоросли и летние формы диатомей, такие

как *Melosira granulata*, *Stephanodiscus subtilis* и др. Фитоценоз стал монодоминантным. По всему Моложскому плёсу и западной части Главного (см. 4—7) господствовал *Stephanodiscus binderanus*, составлявший от 50 до 94% общей биомассы, и только в центральной части Главного плёса (ст. 8) на первое место вышла *Melosira islandica* (73%).

Осенний подъем биомассы в среднем по акватории был заметно выше, чем весенний. Максимальная биомасса фитопланктона осенью достигала на ст. 3 — 6.6 г/м³, на ст. 4 — 7.2, на ст. 7 — 6.7 г/м³, в то время как весной биомасса фитопланктона — 7 г/м³ была зарегистрирована только один раз (ст. 6).

Средняя биомасса фитопланктона за вегетативный период

Фитопланктон	Номера станций							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Синезеленые	0.03	0.14	0.55	0.52	0.24	0.52	0.41	0.56
	0.12	0.97	4.78	6.98	3.13	8.49	4.88	5.13
Диатомовые	0.17	0.73	2.80	1.81	1.49	2.95	2.32	1.05
	0.99	4.97	24.60	23.61	19.42	44.92	34.30	9.60
Зеленые	0.20	0.12	0.20	0.05	0.04	0.14	0.06	0.09
	1.24	0.85	1.78	1.72	0.52	2.15	0.76	0.79
Общая биомасса . . .	0.49	1.13	3.70	2.45	1.82	3.66	2.83	1.71
	2.98	7.94	32.55	32.09	23.64	56.26	40.48	15.61

Примечание. В числителе — взвешенная средняя арифметическая биомасса, г/м³; в знаменателе — биомасса под 1 м² поверхности, г/м².

В среднем за вегетационный период продуктивность фитопланктона всей обследованной акватории в 1969 г. была ниже (см. таблицу), чем в 1968 г. (Балонов и Кузьмин, 1973). Произошли изменения и в сезонном аспекте развития водорослей. Прежде всего несколько увеличилась биомасса фитопланктона в весенний период, а в летний и осенний — уменьшилась. Заметно возросла роль синезеленых в летнем планктоне, и максимум их обилия приходился уже не на июль, как в 1968 г., а на август, что характерно для развития этой группы водорослей во всей средней полосе европейской части СССР. В составе доминирующих видов фитопланктона в целом изменений не наблюдалось. Можно лишь указать на относительно меньшую роль в планктоне *Melosira italica* subsp. *subarctica* и на несколько возросшую — *Stephanodiscus subtilis*. Фитопланктон р. Мологи (ст. 1) по-прежнему отличался малым обилием и своеобразным составом. Как и в реке до образования Рыбинского водохранилища (Грезе, 1928), весь вегетационный период преобладали диатомовые водоросли. Фитопланктон

лежащих ниже по затопленному руслу Мологи участков водохранилища после его образования резко изменился. Так, по данным Е. И. Киселевой (1954) и Е. Н. Преображенской (1960), уже в первые годы существования водохранилища зеленые водоросли снизили свою численность, а синезеленые существенно увеличили и в летний период стали вызывать сильное и продолжительное цветение воды. Существенно возросла и роль диатомовых в весеннем и осеннем планктоне, что увеличило общую продуктивность этой акватории в несколько раз.

По сравнению с первыми годами существования водохранилища в 1968 и 1969 гг. из-за низких летних температур воды синезеленые водоросли развивались плохо и цветения воды не вызывали. В составе обильных форм этой группы изменений не произошло. Как до образования водохранилища, так и в годы наших наблюдений основной аспект летнего планктона создавали *Aphanizomenon*, *Microcystis* и некоторые виды *Anabaena*. Зато в составе диатомового планктона произошла существенная перестройка. Так, в реке до образования водохранилища и в первые годы после залития основу численности и биомассы создавали *Melosira italica* и *Asterionella formosa* Hass. К. А. Гусева (1956), проводившая исследования этого участка водохранилища в 1952—1953 гг., также отмечает эти два вида как основные. В годы же наших наблюдений массовыми формами диатомей были *Stephanodiscus binderanus*, *S. subtilis*, *Melosira islandica*, *M. italica* f. *italica* et subsp. *subarctica*. Что касается *Asterionella formosa*, то она только в центральной части Главного плёса (ст. 8) встречалась в заметном количестве.

Учитывая особенности климатических условий 1968 и 1969 гг., трудно сказать, связаны ли эти изменения фитопланктона с сукцессией или же они относятся к годовым флюктуациям.

ЛИТЕРАТУРА

- Балоннов И. М. и Кузьмин Г. В. 1973. Фитопланктон Моложского и Главного плёсов Рыбинского водохранилища в 1968 г. Сообщение I. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 18.
- Грезе Б. С. 1928. О планктоне Шексны, Мологи и Сити. Тр. Ярослав. естеств.-ист. и краеведч. общ., IV, 2.
- Гусева К. А. 1956. Фитопланктон Рыбинского водохранилища (сезонная динамика и распределение его основных групп). Тр. биол. ст. «Борок» АН СССР, 2.
- Киселева Е. И. 1954. Планктон Рыбинского водохранилища. Тр. пробл. и темат. совещ., II. М.—Л.
- Преображенская Е. Н. 1960. Состав и распределение планктона в Моложском отроге Рыбинского водохранилища. Тр. Дарвинского гос. заповедника, VI.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

СВЯЗЬ МЕЖДУ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ФОТОСИНТЕЗА ПРИ РАВНОМЕРНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ВОДОРОСЛЕЙ В ТОЛЩЕ ВОДЫ И ПРОЗРАЧНОСТЬЮ ПО ДИСКУ СЕККИ

Для оценки продукции органического вещества фитопланктоном в столбе воды под 1 м² требуется проведение опытов с экспонированием проб на разных глубинах в данном пункте водоема в течение суток (Винберг, 1934). Ю. И. Сорокин (1958) разделил кривую динамики продукции органического вещества по глубине на 2 составляющие: кривую распределения водорослей в толще воды, которая определяется с помощью С¹⁴ как потенциальная величина фотосинтеза в пробах воды с разных глубин за короткий период экспозиции при естественном освещении на палубе судна, и световую кривую, выражающую зависимость фотосинтеза от проникновения света на разные глубины, которая определяется как величина фотосинтеза на разных глубинах при одинаковом количестве водорослей в склянках.

Таким образом, в данной схеме анализов также требуется проведение суточных станций на одном месте. Процедура определения продукции органического вещества под 1 м², по мнению Ю. И. Сорокина, в данном способе облегчается тем, что световые кривые, определенные в одном пункте, пригодны для расчета продукции на больших акваториях, где производится анализ интенсивности фотосинтеза лишь в поверхностных пробах воды.

Исходя из опыта своей работы, мне хотелось бы указать на то, что световые кривые заметно отличаются одна от другой в разные дни в одном пункте и в разных пунктах водоема в один и тот же день, что зависит от инсоляции, состава фитопланктона, волнения и других факторов. Поэтому для расчета продукции на больших акваториях лучше, как и при других анализах, пользоваться осредненными световыми кривыми.

Одним из основных оптических свойств воды служит ее прозрачность. В практике гидрологических исследований она чаще всего определяется по диску Секки и представляет собой расстояние от поверхности воды до глубины, на которой исчезает из поля зрения белый диск диаметром 30 см.

При определении продукции органического вещества в водоемах разного типа нами определялись световые кривые и прозрачность воды. При этом мы обратили внимание на то, что графики световых кривых в водоемах с различной прозрачностью воды различаются между собой размером.

В течение навигационного периода 1970 г. примерно через каждые 15—20 дней нами с помощью С¹⁴ определены световые кривые в различных районах Рыбницкого водохранилища. Прозрачность воды за указанный

период колебалась от 0.8 до 1.4 м. Слянки с пробами экспонировались сутки на горизонтах 0.1, 0.25, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0 м. После этого пробы фиксировались формалином, профильтровывались через мембранный фильтр № 5 и радиоактивность водорослей на них определялась под торцовым счетчиком Гейгера. Радиоактивность водорослей была выражена в относительных единицах по отношению к поверхностной пробе, и по этим данным вычерчены графики (см. рисунок), с которых и были сняты данные (см. таблицу).

Интенсивность фотосинтеза фитопланктона на разных глубинах в зависимости от прозрачности воды по диску Секки (в относительных единицах к поверхностной пробе)

Доли прозрачности	С. Коп-рино	Весьеонское рас-ширение	Цикля устья р. Суды	С. Коп-рино	Дарвин-ский за-поведник	Цикля г. Миксы	С. Коп-рино	Устье р. Себлы	Шекнин-ский плес	Устье р. Себлы	Средняя по всем стан-циям
	17 V	28 V	16 VI	10 VII	26 VII	15 VIII	27 VIII	17 IX	10 X	25 X	
	0.8 м *	1.1 м	0.9 м	1.0 м	1.0 м	0.8 м	0.8 м	1.4 м	1.0 м	0.8 м	0.96 м
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.0
0.5	3	1.1	1.3	0.9	1.4	0.9	5.2	0.8	0.8	0.9	1.6
1.0	2.5	0.6	0.9	0.7	0.9	0.8	3.7	0.5	0.5	0.7	1.2
1.5	1.5	0.3	0.5	0.1	0.4	0.6	2.5	0.3	0.4	0.7	0.7
2.0	0.9	0.1	0.1	0.01	0.2	0.4	1.4	0.1	0.1	0.4	0.4
2.5	0.1	0.03	0.04	0.01	0.04	0.3	0.6	0.01	0.04	0.3	0.1
3.0	0.01	0.01	0.01	—	0.01	0.1	0.1	0	0.01	0.1	0.04

* Прозрачность воды по диску Секки.

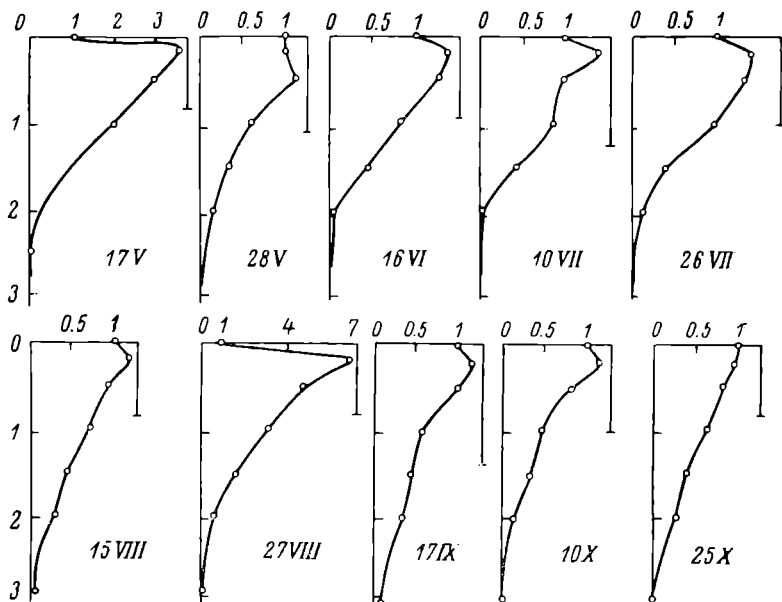
Горизонты воды в эвфотической зоне на каждой станции были разбиты на отрезки, равные долям прозрачности: 0 — поверхностный горизонт, 0.5 м — глубина, равная половине прозрачности, 1 м — глубина, равная прозрачности, и т. д. до утроенной величины прозрачности воды, где фотосинтез, как правило, почти прекращается. Соответственно этим глубинам сняты результаты с графика и выражены в относительных единицах к поверхностной пробе.

Из 10 анализов в двух (см. рисунок) наблюдалось резкое подавление фотосинтеза в поверхностном горизонте, оптимум для развития водорослей находился на глубине 0.25 м (Романенко и Даукшта, 1969), что в какой-то мере отразилось на средней величине фотосинтеза по глубинам (см. таблицу). Близкие величины интенсивности фотосинтеза в зависимости от прозрачности получены также для озер олиготрофного типа с величиной прозрачности от 3 до 8 м.

Для того чтобы построить график зависимости интенсивности фотосинтеза от проникновения света на разные глубины, необходимо прозрачность воды в данном пункте водоема умножить на доли прозрачности (см. таблицу). В результате будут получены глубины, выраженные в метрах от поверхности воды, на которых интенсивность фотосинтеза при равномерном распределе-

нии водорослей будет соответствовать приведенным данным (см. таблицу — 1.0, 1.6, 1.2 и т. д.).

Таким образом, для расчета продукции органического вещества под 1 м² водоема необходимо иметь: 1) суточную величину продукции органического вещества в поверхностном слое воды, которая определяется в аквариуме на палубе судна; 2) данные по распределению водорослей в толще воды до глубины тройной прозрачности по диску Секки, что также определяется на палубе судна



Интенсивность фотосинтеза фитопланктона на разных глубинах при равномерном распределении водорослей в толще воды. Названия станций приведены в таблице.

По оси ординат: слева — глубина, м, справа — прозрачность по диску Секки; по оси абсцисс — относительные величины фотосинтеза.

и выражается в относительных единицах; 3) прозрачность воды по диску Секки в данном пункте водоема, по которой определяется, согласно данным, приведенным в таблице, световая кривая. Расчет продукции органического вещества под 1 м² водоема производится обычным методом. Он может быть значительно упрощен, если суточную величину фотосинтеза определять не в поверхностной, а в интегрированной пробе воды для всего трофогенного слоя. Для этого в один сосуд отбирается по 1 л воды с разных горизонтов трофогенного слоя через равные расстояния от поверхности. Здесь также можно ориентироваться на величину прозрачности воды по диску Секки. Первая проба отбирается с поверхности,

далее через расстояния, равные половине прозрачности, и до глубины утроенной прозрачности по диску. Затем пробы перемешиваются и для анализа отбирается осредненная проба воды, в которой и определяется суточная величина фотосинтеза в аквариуме на палубе судна при естественной температуре воды в водоеме.

Расчет продукции органического вещества под 1 м^2 водоема производится по формуле: $\Phi_{\text{м}} = \Phi_{\text{и}} \cdot 0.7 \cdot l \cdot 1000$, где $\Phi_{\text{м}}$ — суточная величина фотосинтеза под 1 м^2 , г $\text{С/м}^2 \cdot \text{сутки}$; $\Phi_{\text{и}}$ — суточная величина фотосинтеза в интегрированной пробе воды, г С/л ; 0.7 — коэффициент влияния на фотосинтез подводной освещенности; l — расстояние до тройной прозрачности воды по диску Секки, м; 1000 — литры воды в 1 м^3 .

По-видимому, в дальнейшем коэффициенты связи прозрачности воды с интенсивностью фотосинтеза будут уточнены для водоемов разного типа, широтности и разных сезонов года. В настоящее время они могут использоваться для ориентировочной оценки продукции.

ЛИТЕРАТУРА

- В и н б е р г Г. Г. 1934. Опыт изучения фотосинтеза и дыхания в водной массе озера. К вопросу о балансе органического вещества. I. Тр. Лимнол. ст. в Косине, 18.
- Р о м а н е н к о В. И. и Д а у к ш т а А. С. 1969. Влияние света на интенсивность фотосинтеза фитопланктона в поверхностных слоях воды. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 3.
- С о р о к и н Ю. И. 1958. Первичная продукция органического вещества в водной толще Рыбинского водохранилища. Тр. биол. ст. «Борок» АН СССР, 3.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. А. Э к з е р ц е в

О РАСТИТЕЛЬНОСТИ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Куйбышевское водохранилище создано в 1957 г. и существует уже около 15 лет. Однако до настоящего времени в его мелководной зоне нет сформированного устойчивого растительного покрова. Причиной является уровненный режим этого искусственного водоема. В первые годы после достижения проектного уровня водохранилище ежегодно весной наполнялось до постоянной отметки, а в течение лета наблюдалось небольшое снижение горизонта вод. Такой режим благоприятствовал развитию гидрофильной растительности, и единственным ограничиваю-

щим фактором был недостаток органов вегетативного и семенного размножения макрофитов (Экзерцев, 1959, 1960). Заращение литорали водохранилища происходило довольно быстро, особенно в его верховьях и в верховьях заливов, возникших на месте затопленных рек.

Однако при заполнении Волгоградского и особенно Саратовского водохранилищ режим уровня Куйбышевского водохранилища резко изменился. Весеннее наполнение его в разные годы было неоднотипным, а в течение лета происходило быстрое падение горизонта вод, превышающее иногда 2—3 м. В результате вновь возникшая растительность оказывалась на сухих, незалитых участках. Повторение в течение ряда лет таких условий привело к гибели гидрофитов, а на обнаженных влажных грунтах появились семенные всходы ивы и заросли сорных трав, которые также погибали при высоком уровне. Все это привело к тому, что прежде сформированный растительный покров мелководий стал пятнистым, площади его уменьшились, резко сократился флористический состав, а пояс погруженной и плавающей растительности на большинстве прибрежий исчез совершенно.

В настоящем сообщении мы даем краткую характеристику размещения растительности на мелководьях водохранилища в 1970 г. В этот период летние колебания уровня были достаточно велики. К началу августа горизонт вод упал на 180 см ниже проектного, т. е. зона распространения погруженной и полупогруженной растительности оказалась обсохшей.

При характеристике зарастания прежде всего необходимо отметить, что большая часть прибрежий Куйбышевского водохранилища обрывиста и подвержена интенсивному прибою. Такие условия исключают возможность поселения водных растений. Участки мелководий, на которых могла бы существовать гидрофильная растительность, имеются только по заливам правого и левого берегов, на местах, отделенных от основного плёса островами, и в верховьях водохранилища. Но даже эти защищенные мелководья в среднем и нижнем участке Куйбышевского водохранилища были лишены растительности. В 1970 г. картина зарастания напоминала первые годы существования этого водоема. На больших площадях обнаженного разбухшего грунта встречались одиночные однолетние сорняки и гидрофиты. Однако в основном преобладали сорные однолетки или случайные виды. На некоторых мелководьях залива по р. Усе по границе весеннего затопления имелись небольшие заросли *Bidens tripartita*, *Rumex maritimus*, *Rorippa islandica*, *Lysimachia nummularia*, *Potentilla anserina*, *Juncus compressus*, *Mentha arvensis*, *Carex acuta*, *C. rostrata*, *Inula britannica*, *Stachys palustris*.

Ближе к воде среди вязкого голого грунта встречались одиночные пятна *Eleocharis palustris*, *E. acicularis*, *Bolboschoenus maritimus*, *Limosella aquatica*, *Rumex crispus*, *Polygonum amphi-*

bium, а по урезу отступившей воды — отдельные заросли *Potamogeton pectinatus*, каждая площадью от 1 до 4 м². Все эти группировки имели случайный флористический состав, их травостой в большинстве случаев был не сомкнут и пестр. Формирования ассоциаций гидрофитов не намечалось. Однако большая часть берегов Усинского залива лишена и таких зарослей. Подобная картина наблюдалась и в ряде других заливов, таких как Ахтуши, Тургенево, Криуши, Старая Майна, Ивановка и др. Растительность в них сохранилась лишь в самых верховьях, в районе мелководного заполнения поймы. Но и она в большинстве случаев имела угнетенный, разреженный облик. Так, в верховьях только что описанного залива по р. Усе на месте господствовавших ранее ассоциаций *Typha angustifolia*, *T. Laxmannii*, *Potamogeton perfoliatus* сохранились лишь разреженные заросли *Typha angustifolia* с проективным покрытием не более 50%. Экземпляры рогоза были плохо развиты, а генеративные побеги отсутствовали. Везде из воды торчали погибшие ивняки, поселившиеся на этих участках в годы низкого уровня. Погруженной растительности не было совершенно. Исчезли в последние годы и фитоценозы *Typha Laxmannii*.

В верховьях зал. Ахтуши та же картина. Участки голого грунта чередовались с бедной и пятнистой растительностью, состоящей из разреженных куртин и пятен *Typha angustifolia*, *Phragmites communis*, *Carex riparia*, *Lythrum salicaria*, *Stachys palustris*. Среди них рассеянно встречались *Scutellaria galericulata*, *Lycopus europaeus*, *Mentha arvensis*, *Bidens cernua*, *B. tripartita*, *B. radiata*, *Ranunculus repens*. Погруженная растительность отсутствовала. В самих верховьях заливов Тургенево, Старая Ивановка господствовали ассоциации *Typha angustifolia* purum, *T. angustifolia* + *Spirodela polyrrhiza* и *Potamogeton lucens* purum. Как правило, рогозники преобладали только в верховьях заливов, на остальных же участках растительность отсутствовала. А на границе зоны затопления располагались пестрые заросли сорняков. Вообще на всех мелководьях нижней и средней частей водохранилища пояс осочников исчез. Его заменили заросли гидрофитов-сорняков. В другом типе защищенных мелководий (заостровные участки, такие, как острова в устье р. Камы близ с. Болгары, остров в Ундорском плёсе) общий характер зарастания был тот же, что и в заливах.

Большие площади мелководий лишены растительности, а на заросших участках господствовали ассоциации *Typha angustifolia* — *Lemna minor*. *Typha angustifolia* — *Potamogeton lucens*, *Typha angustifolia* purum и отдельные пятна зарослей *Potamogeton lucens*. Несколько иная растительность имелась в заливе по р. Черемшан. В его верховьях в зоне выклинивания подпора даже при падении уровня более чем на 2 м в бывших пойменных озерах, протоках и понижениях оставалась вода, и гидрофильная ра-

стительность не погибла. Но и в случае обсыхания участков в условиях поймы грунты летом так не пересыхали, как на незалитых побережьях надпойменных террас. Благодаря этому в неблагоприятные годы корневища, а иногда и сами растения сохранялись. Верховья Черемшанского залива в 1970 г. занимали ассоциации *Typha angustifolia*. Фитоценозы рогоза хорошо развиты, высота травостоя достигала 3 м, проективное покрытие 100%. В понижениях господствовали сплошные заросли *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton lucens*, *Najas minor*, *Hippuris vulgaris*. Большие площади по границе зоны затопления были заняты ивняками и ассоциацией *Carex riparia*.

Как результат колебания уровня — большее распространение в сравнении с первыми годами таких земноводных видов, как *Polygonum amphibium* и *Agrostis stolonifera*. Наиболее типичными для этого залива являлись следующие ассоциации: *Typha angustifolia* — *Spirodela polyrrhiza* + *Salvinia natans*; *Typha angustifolia* — *Salvinia natans*; *Phragmites communis* (purum); *Typhoides arundinacea* (purum); *Carex riparia* (purum); *Hippuris vulgaris* (purum); *Ceratophyllum demersum* (purum); *Myriophyllum verticillatum* + *Utricularia vulgaris* + *Ceratophyllum demersum*. Однако, как и везде на водохранилище, основная часть мелководий средних и нижних участков Черемшанского залива лишена растительности или заселена отдельными случайными гидрофитами. В верховьях водохранилища в районе впадения рр. Илеть и Б. Кокшага на распределение растительности влияли не только уровень, но и весенние наносы аллювия. На песчаных грунтах господствовали заросли *Butomus umbellatus*, *Eleocharis palustris* и *Sagittaria sagittifolia*. Большую площадь мелководий и зоны подтопления занимали ивняки. Как и везде, в верховьях водохранилища почти исчезли ассоциации погруженной растительности, лишь на некоторых участках имелись узкие полосы зарослей *Potamogeton pectinatus*.

Таким образом, неблагоприятный уровенный режим привел к почти полному нарушению и гибели гидрофильной растительности. Степень зарастания мелководий Куйбышевского водохранилища резко сократилась, что не могло не сказаться на жизни этого водоема.

ЛИТЕРАТУРА

- Экзерцев В. А. 1959. Некоторые закономерности в распределении зарослей гидрофитов на мелководьях Куйбышевского водохранилища. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, 4.
- Экзерцев В. А. 1960. Растительность зоны временного затопления южной части Куйбышевского водохранилища. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, 3.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ДАННЫЕ ПО БЕНТОСУ р. ВЯТКИ

Сведения о бентосе р. Вятки — одного из крупных притоков Камы длиной в 1135 км — исчерпываются работой Э. К. Леви (1966), в которой приводится ряд личинок хирономид. В настоящей статье впервые приведены количественные данные по бентосу р. Вятки. Материал собран автором во время летней гидробиологической экспедиции 1968 г., проведенной отделом природы Кировского областного краеведческого музея. Обследован участок среднего течения р. Вятки протяженностью в 110 км (от пристани Разбойный Бор до г. Советска), находящийся в 600 км от устья реки. На этом участке было разбито 6 створов (на расстоянии 17 км) с 3—4 станциями на каждом. Пробы брались дночерпателем Петерсена с площадью захвата $1/40 \text{ м}^2$, на каждой станции брались 2 пробы. Беспозвоночные отделялись с помощью отмучивания с последующей промывкой через газ № 30 и взвешивались на торзионных весах. К содержанию, видовой состав фауны определен не полностью. В пробах найдены следующие виды: *Coelenterata* — *Hydra vulgaris* Pall., *Pelmatohydra oligactis* Pall.; *Oligochaeta* — *Limnodrilus hoffmeisteri* Clap., *Isochaetides newaensis* Clap., *Tubifex tubifex* Müll., *Tubificidae* sp. sp., *Propappus volki* Mich., *Stylaria lacustris* L., *Oligochaeta* sp. sp.; *Mollusca* — *Unio pictorum* L., *U. tumidus* Retz., *Sphaerium rivicola* Lam., *Pisidium amnicum* Müll., *P. supinum* A. Schmidt, *Viviparus viviparus* L.; *Insecta* — *Ephemeroptera* — *Heptagenia flava* Rost., *H. sulfurea* Müll., *Polymitarcys virgo* Oliv., *Paraleptophlebia cincta* Etn., *Neophemera maxima* Jol., *Caenis macrura* Steph., *C. horaria* L.; *Plecoptera* — *Leuctra* sp.; *Trichoptera* — *Hydropsyche ornatula* L., *Neureclipsis bimaculata* L., *Ryacophila* sp.; *Diptera* — *Chironomus* f. l. *reductus*, *Ch. plumosus* L., *Glyptotendipes* gr. *griepkoveni* Kieff., *Cricotopus* gr. *algarum* Kieff., *C. gr. silvestris* F., *Ablabesmyia* gr. *monilis* L., *Endochironomus* gr. *tendens* Kieff., *Micropsectra* gr. *praecox* Mg., *Chironomidae* gen. sp.

Преобладающие грунты этой равнинной реки — пески средние крупнозернистые; местами, особенно на быстринах и перекатах, песок смешан с гравием и галькой. Отдельные участки русла сложены красными глинами, в частности глубокая яма около с. Лисий Яр, но глины в общем встречаются редко. Падение скорости течения приводит к заилению грунтов, вплоть до появления серых речных илов, как это наблюдается у пристани Жерновогорье. Глубина изучавшегося участка колебалась от 0.7 до 5.5 м.

На изучавшемся участке, кроме сборов дночерпателем, производились драгировка и сборы скребком, однако не удалось встретить дрейссены (*Dreissena polymorpha*), живущую в нижнем течении Вятки и часто встречающуюся там на камнях и корягах. Вероятно,

участок реки Разбойный Бор—Советск еще не заселен этим каспийским моллюском. Не удалось встретить и амфипод. На обследованном участке реки донная фауна группируется в 4 нерезко очерченных зооценоза: литореофильный, аргиллореофильный, псаммореофильный, пелореофильный (по: Жадин, 1940).

Литореофильный зооценоз зарегистрирован нами на галечниковых грунтах в районе дер. Боровица, крупных камнях Сорвижского переката и на галечнике с примесью гравия у дер. Васьково. Наиболее часто встречаются здесь из литофилов *Viviparus viviparus*, *Heptagenia flava*, *Hydropsyche ornatula*. Однако в большинстве случаев вследствие примеси песка и ила, отлагающихся между камнями и галькой, литореофильный биоценоз встречался не в чистом виде и в состав фауны входили свойственные пескам и илам виды — *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Heptagenia sulfurea*, *Sphaerium rivicola*, *Pisidium supinum*. Биомасса зооценоза колебалась от 2.3 до 7.88 г/м² (средняя 5.09 г/м²), причем основную биомассу (80% от общей) давали сферииды. Из остальной фауны наибольшую роль играли личинки реофильных поделок, на которых приходилось 15% общей биомассы.

Аргиллореофильный зооценоз встречен у с. Лисий Яр на глине в глубокой яме вдоль правого берега, а также у Ягодинского острова. Здесь встречены обитатели глин и плотных субстратов: поделки *Polymitarcys virgo*, *Neoephemera maxima*, хирономиды *Glyptotendipes* gr. *griepkoveni*. Встречены также и пелофилы — *Chironomus* f. *l. reductus*, *Caenis macrura*. Олигохет почти не было. Биомасса колебалась от 7.64 до 8.7 г/м² (средняя 8.1 г/м²); 80% общей биомассы дали хирономиды.

Псаммореофильный зооценоз на обследованном участке р. Вятки занимает наибольшие площади. В местах с быстрым течением к песку примешивается гравий. Из псаммореофильных видов здесь часто встречались из сфериид *Pisidium supinum*, *Pisidium amnicum*, особенно в местах, где течение замедляется. Из олигохет преобладает *Propparus volki*. Биомасса зооценоза в его модификации на песке с гравием была наименьшей — в среднем 2.28 г/м², колеблясь от 0.05 до 3.08 г/м². В модификации на чистом песке средняя биомасса была значительно выше — 19.1 г/м², главным образом за счет примеси пелореофильных видов.

Пелореофильный зооценоз занимает в р. Вятке глубокие плёсы, закосья, рукава, вход в которые загорожен крупными песчаными косами. Богатство органическими веществами при достаточном количестве кислорода позволяет существовать здесь мощному зооценозу с преобладанием хирономид. Наиболее часто встречались *Chironomus plumosus*, *Micropsectra* gr. *praecox*, *Sphaerium solidum*, *S. rivicola*, *Isochaetides newaensis*, *Tubifex tubifex*. Зооценоз встречен нами на Сорвижском перекате ниже Ягодинского острова и на плёсовом участке против пристани Жерновогорье. Биомасса колебалась от 0.8 до 62.0 г/м² (в среднем 41.8 г/м²);

это несколько выше биомассы пелореофильных зооценозов р. Волги, приведенной В. И. Жадиным (1948), и значительно превосходит биомассу таких же зооценозов Волги по данным С. М. Ляхова (1961).

Средняя биомасса бентоса р. Вятки по группам, г/м² (без крупных моллюсков)

Группа	Грунт				
	глина	галька	песок с гравием	песок	зайленный песок
Поденки	0.20	0.22	0.01	0.60	0.08
Хирономиды	5.13	0.76	0.17	5.36	30.5
Гелеиды	0.1	—	—	0.2	—
Ручейники	0.7	—	0.42	—	—
Олигохеты	1.56	0.25	0.50	6.28	0.67
Моллюски	0.1	3.86	0.18	6.0	3.59
Прочие	0.3	—	—	0.9	7.0
Всего	8.1	5.09	2.28	19.1	41.8

Данные (см. таблицу) приводят нас к вполне определенным взглядам на значение грунта для зооценоза. Наиболее бедными по биомассе оказались песчано-гравийные грунты. Здесь дно покрыто влекомыми наносами, грунт нестабилен, условия для развития бентоса вследствие нестабильности грунта наиболее неблагоприятны. Чистые галечники и глины, как неподвижные субстраты, дают более высокую биомассу. С заилением песков, наступающим при падении скоростей течения, грунт снова стабилизируется и здесь формируется сообщество, дающее наибольшую биомассу. Это в общем соответствует закономерностям в распределении бентоса, установленным для больших равнинных рек (Мордухай-Болтовской, 1940, 1948).

Наличие в зооценозах р. Вятки личинок поденок *Heptagenia flava* Rost, *Polimitarcys virgo* Oliv., ручейника *Hydropsyche ornatula* L., моллюска *Pisidium supinum* A. Schmidt указывает на малую загрязненность изучавшегося участка реки.

ЛИТЕРАТУРА

- Жадин В. И. 1940. Фауна рек и водохранилищ. Тр. Зоол. инст. АН СССР, V, 3—4.
 Жадин В. И. 1948. Бентос Волги от Свияги до Жигулей и его возможные изменения. Тр. Зоол. инст. АН СССР, VIII.
 Леви Э. К. 1966. Материалы к исследованию личинок тензипедид. Уч. зап. Кировского Гос. пед. инст., 22.

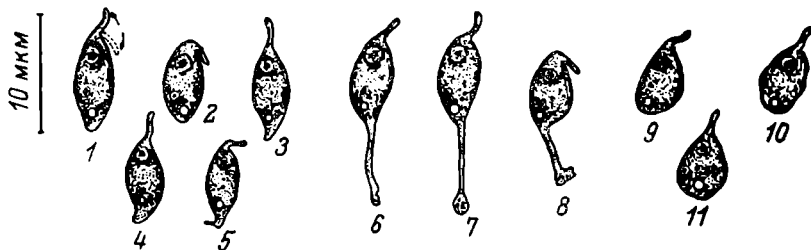
- Л я х о в С. М. 1961. Материалы по донному населению Волги от Рыбинска до Астрахани к началу ее гидротехнической реконструкции. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, 4 (7).
- М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д. 1940. Состав и распределение донной фауны в водоемах дельты Дона. Тр. АзЧерНИРО, 12, 2.
- М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д. 1948. Распределение бентоса в дельте Днепра. Зоол. журн., 37, 5.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Б. Ф. Ж у к о в

***AMASTIGOMONAS CAUDATA* SP. N. (ПОДОТРЯД
BODONINA HOLL., ОТРЯД *KINETOPLASTIDA*
HONINGBERG, КЛАСС *ZOOMASTIGOPHOREA*
CALKINS, *PROTOZOA*)**

A. caudata sp. n. — овальный или удлинненно-овальный жгутиконосец, иногда с заостренным и слегка отогнутым задним концом тела (см. рисунок). Длина 6—8, ширина 3—3.5 мкм. Тело значительно сплющено с боков. Метаболирует. Метаболия особенно характерна для заднего конца тела, сопровождается об-



Amastigomonas caudata ($\times 1000$).

1—2 — обычный вид жгутиконосца без псевдоподий; 3—5 — начало образования хвостовой псевдоподии; 6—8 — жгутиконосцы, образовавшие хвостовую псевдоподию и захватившие с ее помощью бактерии; 9—11 — метаболия тела, наблюдаемая при остановке.

разованием одной длинной хвостовой псевдоподии. На переднем конце тела имеется протоплазматический хоботок, равный примерно $\frac{1}{3}$ длины тела. Плавательный жгутик не виден. По аналогии с представителями рода *Rhynchomonas* Klebs он, очевидно, погружен в протоплазму хоботка. Рулевой жгутик отсутствует. Ядро с крупным ядрышком расположено в передней половине тела, недалеко от основания хоботка. Сократительная вакуоль находится в заднем конце тела. Передвигается медленно, ползком, с по-

мощью маятникообразных движений хоботка. Тело при этом боковой стороной повернуто к субстрату. Питается мелкими бактериями, захватываемыми с помощью хвостовой псевдоподии. Размножается продольным делением. Цисты не известны.

При поступательном движении вперед жгутиконосец имеет обычно форму, близкую к овальной. При этом время от времени на заднем конце тела образуется псевдоподия, которая может превосходить длину тела в 2—2.5 раза. Бактерии, оказавшиеся захваченными этой псевдоподией, втягиваются вместе с ней в тело жгутиконосца, где вокруг них образуются мелкие пищеварительные вакуоли. Последние располагаются обычно в задней половине тела. Выбрасывание непереваренных остатков или неудобоваримой пищи происходит также с помощью хвостовой псевдоподии. Другая форма метаболизма наблюдается при остановке жгутиконосца. Тело в этом случае может принимать неопределенную, близкую к амебoidalную форму, но образования псевдоподий не наблюдается.

A. caudata отличается от единственного известного до сих пор представителя этого рода *A. debruynei* Saed (Saedeleer, 1931) постоянным образованием хвостовой псевдоподии, с помощью которой питается.

Обнаружен в Рыбинском водохранилище, в заросшем водной растительностью мелководье, в районе пос. Борок, реже встречается в планктоне открытых частей водохранилища (Весьегонское расширение). Немногочислен.

ЛИТЕРАТУРА

S a e d e l e e r (H. de). 1931. Nieuwe of weinig bekende Flagellaten. Tijdschr. Naturwetenschappelijk, 13^e anne, 3—5.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Е. Б. П а в е л ь е в а

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЖГУТИКОВЫХ *PLEUROMONAS* НЕКОТОРЫМИ РАКООБРАЗНЫМИ

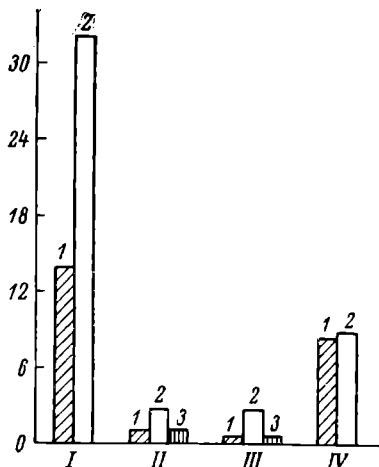
Бесцветные жгутиковые — организмы, широко распространенные во многих водоемах, но их место в трофической цепи почти не определено. Потребителями *Pleuromonas* считаются многие беспозвоночные животные. В настоящей работе сделана попытка определить степень утилизации бесцветного жгутиконосца *Pleuromonas jaculans* Perty (*Bodonina*) некоторыми представителями

зоопланктона. Культура *Pleuromonas* представлена Б. Ф. Жуковым, им же рассчитывались концентрации жгутиковых в опытах. В качестве консументов выбраны рачки с разным типом питания — *Daphnia pulex*, *Eucyclops* sp., *Cyclocypris laevis* и *Chydorus sphaericus*.

Опыты проводились по радиоуглеродной методике питания водных беспозвоночных животных (Сорокин, 1966). Показателем использования корма служил суточный индекс усвоения (C_a/C , %) — отношение величины усвоенного корма к весу потребителя. Вес рачков в органическом углероде рассчитывали по результатам бихроматного сожжения (Остапеня, 1965), количество усвоенной пищи — по формуле $C_a = C_p \cdot g$ (C_p — обратная удельная активность препарата рачков после опыта). В опытах использовались жгутиковые, меченные гидролизатом C^{14} через бактериальное звено с установленной ранее обратной удельной активностью, равной $2.8-3.4 \cdot 10^{-6}$ мг С/имп. Для сравнения величин утилизации жгутиковых с аналогичными показателями дру-

Индекс усвоения *Pleuromonas* (1), *Chlorella* (2) и смеси *Pleuromonas* с детритом (3) ракообразными.

I — *Daphnia pulex*; II — *Eucyclops* sp.; III — *Cyclocypris laevis*; IV — *Chydorus sphaericus*. По оси ординат — индекс усвоения (C_a/C , %).



гого корма рачкам предлагалась меченная C^{14} в процессе фотосинтеза *Chlorella vulgaris* ($C_p = 3.7 \cdot 10^{-6}$ мг С/имп.). Концентрация кормов составляла 7—10 мг/л. Для каждого объекта ставили по 3 параллельные склянки, в каждой находилось по 30—60 животных. Рачков содержали на меченой пище 3—4 часа, тщательно отмывали от меченого корма, затем в течение часа выдерживали на немеченом корме для освобождения кишечника от радиоактивной метки. Отмытых от фекалий рачков растирали и помещали на стеклянные мишенки. После высушивания препараты просчитывали под торцовым счетчиком.

Результаты опытов показали, что тонкие фильтраторы (*Cladocera*) достаточно хорошо усваивают жгутиковых *Pleuromonas* ($C_a/C = 8-14\%$). Циклопы и остракоды усваивают их хуже: суточный индекс усвоения для них не достигает 1% (см. рисунок). Поскольку *Pleuromonas* имеет тенденцию скапливаться у дна, интересно установить, в какой степени потребляют его рачки вместе с детритом. Оказалось, что *Eucyclops* sp. и *C. laevis* неспособны использовать жгутиковых, даже как составную часть детрита (см. рисунок).

Для выбранных клadoцер — активных потребителей *Pleuromonas* — проводились опыты по балансу питания. Схема постановки

экспериментов описана Ю. И. Сорокиным (1966). Животные содержались на меченом корме 45—60 мин., освобождались от неусвоенной его части в течение 1—1.5 часов. Учитывались следующие параметры баланса: прирост, выделенные фекалии, растворенное органическое вещество и поправки на дыхание. По этим параметрам рассчитывались суточные рационы и усвояемость корма: 1) $R = C_r (r_1 + r_c + r_f + r_0)$, где R — рацион, r_1 — радиоактивность, аккумулялированная за время опыта в телах рачков, r_c — величина поправки на дыхание, r_f — радиоактивность выделенных оформленных фекалий, r_0 — выделенное органическое растворенное вещество, имп./мин.; 2) $\frac{R}{W}$, % — отношение абсолютного суточного

рациона к весу животного; 4) $U = \frac{A}{R}$, %, где U — усвояемость корма, A — усвоенная часть рациона ($A = r_1 + r_c$). Результаты экспериментов показали, что при относительно небольшом для фильтраторов рационе (10—50%) усвояемость жгутиковых дафниями высока — 35—89%. Такие значения хорошо согласуются с данными, полученными для других дафнид (Федоров и Сорокин, 1967) на бактериальном и водорослевом корме. Самый высокий рацион отмечен у *Chydorus* (до 100%), но усвояемость ими жгутиконосцев довольно низкая — 22%. Все полученные из балансовых опытов величины сведены в таблицу.

Из исследованных рачков фильтраторы в основном потребляют и усваивают бесцветных жгутиконосцев. Таким образом, по отношению к фильтраторам жгутиковые вместе с бактериями и водорослями составляют одно звено трофической цепи.

Интенсивность и эффективность питания кладоцер жгутиконосцами

Вид кладоцер	Количество животных в опыте	Объем опытной склянки, мл	Вес 1 экз., мкг С	$\frac{R}{W}$, %	$U = \frac{A}{R}$
<i>Daphnia pulex</i> . .	21	35	24	49	86
То же	30	40	24	41	88
» »	27	35	24	35	89
<i>Daphnia pulex</i> . .	30	35	12	10	35
То же	34	40	12	12	60
» »	39	40	12	19	58
<i>Chydorus sphaericus</i>	90	35	0.61	99	24
То же	90	35	0.61	89	19

ЛИТЕРАТУРА

- Останения А. Н. 1965. Полнота окисления органического вещества водных беспозвоночных методом бихроматного окисления. ДАН БССР, IX, 4.

- С о р о к и н Ю. И. 1966. Применение радиоактивного углерода для изучения питания и пищевых связей водных животных. Тр. Инст. биол. внутр. вод, АН СССР, 12 (15).
- Ф е д о р о в В. К. и С о р о к и н Ю. И. 1967. Определение усвояемости водорослей, дрожжей и бактерий некоторыми представителями *Cladocera*. ДАН СССР, 174, 4.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А. И. Ш и л о в а

**ОБ ИДЕНТИЧНОСТИ ВИДОВ *FLEURIA LACUSTRIS* KIEFF.
И *F. NIGRA* KIEFF. (DIPTERA, CHIRONOMIDAE)**

Род *Fleuria*, описанный Киффером (Kieffer, 1924), включает два вида — *F. lacustris* Kieff. и *F. nigra* Kieff., — известные до сих пор только из ФРГ. Они различаются количеством члеников антенн, окраской жужжалец, положением развилка *fcu* относительно *r—m*, вершины крыла относительно конца брюшка и формой вершины крыла. По Гётгебюру (Goetghebuer, 1937—1938), данные которого использованы нами (Шилова, 1969), антенны *F. lacustris* состоят из 9 члеников, вершина крыла обычно достигает VII тергита брюшка, *fcu* расположена дистальнее *r—m*, жужжальца коричневые, тело 4.5—7 мм. Антенны *F. nigra* состоят из 10 или 8 члеников, крыло заходит за конец брюшка, на вершине косо срезано, *fcu* под *r—m*, жужжальца белые, длина тела 3.5—4.5 мм.

Гётгебюром приведен рисунок гипопигия только для *F. lacustris*. Судя по этому рисунку, гипопигий наших экземпляров не отличается от гипопигия *F. lacustris*. Однако у всех просмотренных экземпляров крыло оказалось с характерно срезанной вершиной (как у *F. nigra*) и так же, как у *F. nigra*, обычно заходило за конец брюшка, *fcu* было под *r—m* или едва дистальнее этой жилки. Антенны самца состояли из 9 члеников, как у *F. lacustris*, или из 8, как у *F. nigra* (var. *brevicornis*). При этом если антенны состояли из 8 члеников, то один предпоследний, а если из 9, то два предпоследних были значительно короче предыдущих, иной формы, и граница между ними часто была неясной. У части особей можно было видеть близ основания последнего членика наметченную границу еще одного членика, сходного по форме с двумя предпоследними. Мы считаем эти членики ложными. Истинных члеников в антенне 7, в основании последнего, 7-го, могут отделяться 1—3 ложные, и тогда антенна кажется состоящей из 8—10 члеников. Гётгебюр также указывает, что у *F. nigra* 9-й членик неясно отделен от 10-го. К этому следует добавить, что антенны самки состоят не из 7 члеников, как указывает Гётгебюр, а из 6 (Родова, 1968).

Жужжальца наших экземпляров окрашены так же, как у *F. lacustris*. Что касается положения вершины крыла относительно брюшка, то у более крупных особей она лежит на уровне VII тергита, как у *F. lacustris*, у более мелких заходит за вершину брюшка, как у *F. nigra*. Размер особей может очень сильно варьировать у многих видов хирономид (почти в 2 раза), поэтому размерному признаку нельзя придавать большое таксономическое значение.

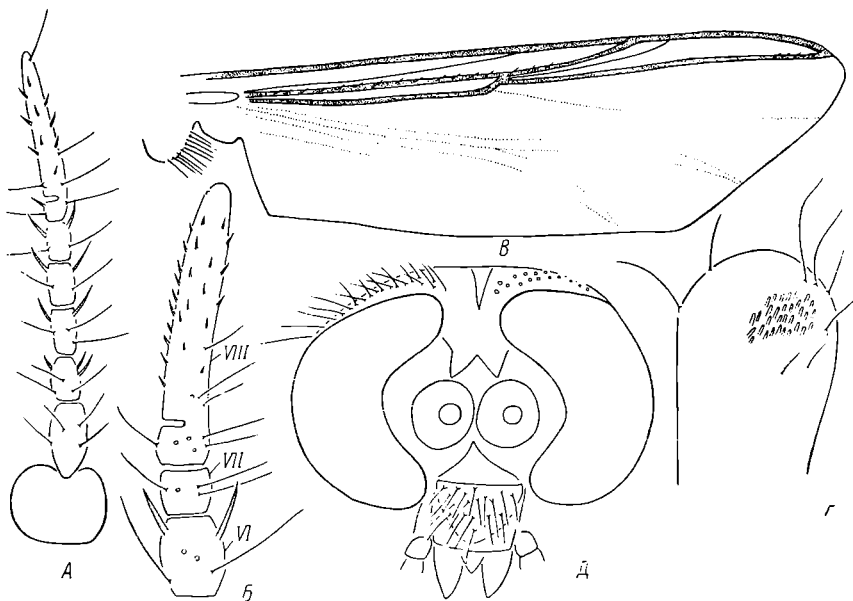


Рис. 1. Детали строения имаго.

А — антенна самки; Б — VI—VIII членики антенны самки; Б — крыло; Г — вершина 2-го членика максиллярного щупика с сенсиллами; Д — голова.

чение. Что касается формы вершины крыла, то, вероятно, автор ошибся, так же как в количестве члеников антенны и наличии шпоры на t_1 , которой на самом деле нет.

Таким образом, исследованные нами экземпляры сочетают признаки обоих видов рода, что свидетельствует об идентичности этих видов. По правилу приоритета *F. nigra* следует свести в синоним *F. lacustris*.

Анализ имевшегося в нашем распоряжении материала позволяет внести коррективы и уточнить диагноз рода, данный Киффером и Гётгебюром. Для рода *Fleuria* характерны 8—10-члениковые антенны самца (включая ложные), 6-члениковые антенны самки, чешуйка на t_1 , утолщенные t_2 и t_3 , низкое LR, хорошо развитая переднеспинка, видная сверху; массивный гипопигий с 3-лопастным X тергитом, вырезанным внутренним краем гоностил; отсутствие на теле длинных тонких щетинок.

Общий габитус имаго очень своеобразен. и его поведение, вероятно, значительно отличается от поведения других хирономид; оно так же необычно, как у *Corynocera ambigua* Zett. и *Stictochironomus crassiforceps* Kieff. Как и у последнего, у *F. lacustris* инвертированный гипопигий, что наряду с утолщенными, лишенными длинных щетинок ногами свидетельствует о спаривании на субстрате. Вероятно, у *F. lacustris* инверсия гипопигия также происходит во время спаривания. Приводим описание имаго *F. lacustris*.

Fleuria lacustris Kieff. (1924) = *nigra* Kieff. syn. nov.

С а м е ц. Длина тела 3.5—6 мм. Длина крыла 3.4—3.7, ширина 0.5 мм. Вершина крыла заходит за конец брюшка или достигает VII тергита. Черный с темно-коричневыми, почти черными ногами, жужжальца коричневые.

Голова (рис. 1, Д). Лобные штифты массивные, до 42—50 мкм. Максиллярные щупики обычные. Размеры члеников максиллярного щупика, мкм: 42, 150, 124, 207. 3-й членик заметно короче 2-го. 2-й членик близ вершины с одной или двумя группами многочисленных сенсилл (рис. 1, Г). Клипеальных щеток около 40 (до 138 мкм), теменных 18—20 (60—150 мкм) с каждой стороны. Они расположены в 2 ряда. Антенны (рис. 1, А, Б) из 8—10 члеников, короткие (0.7—0.8 мм), несултановидные, с редкими короткими, не превышающими длину последнего членика щетинками. Один или два предпоследних членика короче предыдущих. Границы этих члеников часто неясны, или они не полностью отделены от последнего членика, 3-й и 4-й членики с 2—4 сенсиллами близ вершины. Последний членик с многочисленными сенсиллами, 1—2 щетинками близ вершины и несколькими близ основания.

Грудь. DM=0, DL=13—16, Pral.=7—9, supral.=1. На щитке 20—26 щетинок, разбросанно сидящих. Все щетинки толстые, короткие (54—120 мкм). Переднеспинка развита хорошо, в виде воротника, как у *Chironomus*, сверху отчетливо видна, голая.

Крыло (рис. 1, В) с коричневыми передними жилками (С, R и M до r—m) и светлыми, едва различимыми задними, голое, щетинки только на С, R, R₁ и на вершине R₄₊₅. Вершинный край крыла срезан косо назад, анальная лопасть крупная, почти квадратная. R₂₊₃ заканчивается между вершинами R и R₄₊₅, в 5 раз ближе к первой, чем ко второй. На крыловой чешуйке более 20 щетинок. Рукоятка R коричневая, с 2—4 щетинками и 3 передними порами; на вершине и у основания группы мелких пор (10—13 в группе). Развилки fcu под r—m или едва дистальнее.

Ноги. LR=1.05—1.1; BR₁=0.3—0.5, f₂ и f₃ утолщены, Та₁—Та₃ средних и задних ног четковидные. Та₄ средней ноги обычно короче Та₅. Ноги покрыты короткими щетинками, длина которых значительно меньше ширины соответствующих члеников. Эмподий и пульвиллы крупные, базальная половина коготков густо покрыта волосками. t₁ на вершине с чешуйкой, без шпоры, t₂ с двумя

узкими, почти равными гребешками, t_3 с двумя явно разновеликими гребешками, каждый гребешок t_2 и t_3 с короткой шпорой.

Гипопигий (рис. 2, А, В) массивный, обычно инвертирован на уровне VII сегмента. Гонококсит длиннее гоностилей, внутрен-

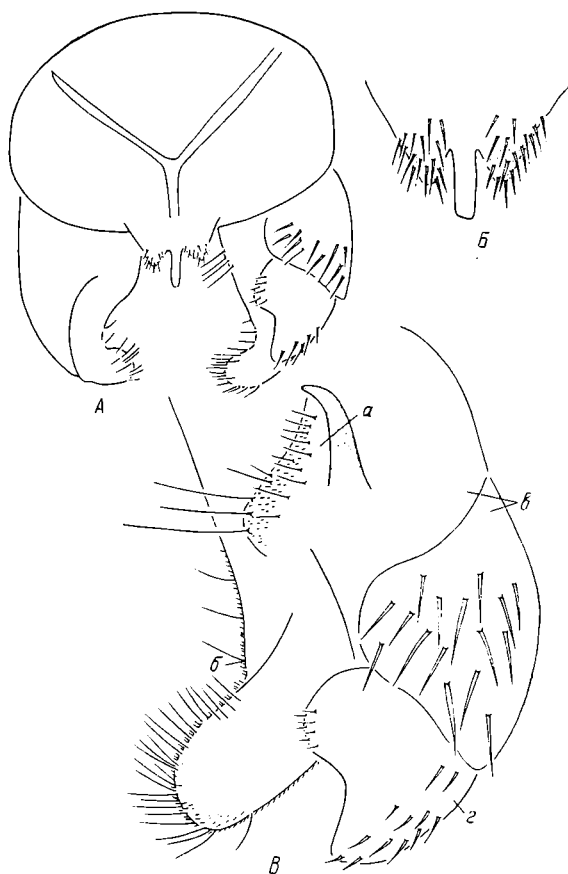


Рис. 2. Гипопигий самца.

А — общий вид; Б — X тергит; В — придатки гипопигия при большем увеличении: а — 1-й придаток, б — 2-й придаток, в — гонококсит, г — гоностиль.

ний край последнего с вырезкой. Вальвы сверху, ближе к наружному краю, покрыты толстыми короткими щетинками. Придатков 2 пары: верхние (рис. 2, В, а) короткие, широкие, густо покрыты волосками и длинными щетинками, нижние (рис. 2, В, б) придатки, заметно заходящие за вершину гоностилей, в вершинной половине густо покрыты щетинками. Гётгебюр (Goetghebuier,

1937—1938) принял за первые придатки (очень короткие, но широкие) лишь их основание; IX тергит голый; $am=0.X$ тергит 3-лопастной (рис. 2, Б), как у *Camptochironomus*, его боковые лопасти густо покрыты щетинками.

Легко опознается по массивному, своеобразно устроенному гипопигию, коротким несултановидным антеннам, утолщенным бедрам средних и задних ног и по строению крыла; косо срезанная вершина, крупная, почти квадратная анальная лопасть, коричневые передние и светлые задние жилки.

С а м к а: Родова, 1968.

Л и ч и н к а и к у к о л к а: Lenz, 1954.

М а т е р и а л. Многочисленные имаго (более 100 экз.) собраны 23 VII 1961 на берегу пруда Харьковский (Челябинская обл.) М. Л. Грандильевской-Дексбах и переданы нам для определения.

ЛИТЕРАТУРА

- Родова Р. А. 1968. Самки хирономид. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 17 (20).
- Шилова А. И. 1969. *Chironomidae*. В кн.: Определитель насекомых европейской части СССР. Под ред. Г. Я. Бей-Биевко, V, 1. М.—Л.
- Goetghebuer M. 1937—1938. Tendipedidae (*Chironomidae*). In: Lindner. Die Fliegen der paläarktischen Region, 13 с.
- Kieffer J. J. 1924. Quelques Chironomides nouveaux et remarquables du Nord de l'Europe. Ann. Soc. Sci. Bruxelles, 43.
- Lenz F. 1954. Die Metamorphose der Tendipedidae. In: Lindner. Die Fliegen der paläarktischen Region, 13 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. Е. М а т е й

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ГРУППЫ ПОСЛЕ ДЕЙСТВИЯ ФЕНОЛА

Вопрос о возможности восстановления нормального физиологического состояния рыб после токсического воздействия представляется весьма актуальным для ихтиотоксикологии. Вместе с тем данные такого рода немногочисленны и зачастую противоречивы.

По мнению ряда авторов, процессы фенольной интоксикации обратимы и зависят от величины концентрации токсиканта, степени отравления и вида рыб. Показано, что караси, обладающие высокой устойчивостью к токсическим воздействиям, после пере-

несения их из фенольных растворов в состоянии бокового положения в чистую воду способны в большей степени восстанавливать свои физиологические функции; однако у рыб, взятых на 3-й стадии симптомокомплекса отравления, эти процессы значительно подавлены (Лукьяненко, Флеров, 1963). Восстановление физиологических функций организма после перенесения из растворов фенола в чистую воду отмечено и у других видов рыб (Jones, 1951).

Однако, по данным Е. А. Веселова (1957), возможность восстановления первоначальной активности рыб после пребывания в боковом положении исключена, процессы, вызванные действием фенола, необратимы и приводят к гибели. По данным Либмана (Liebmann, 1967), даже кратковременная фенольная интоксикация оказывает глубокое влияние на организм рыб. Они, как правило, обладают пониженной сопротивляемостью к инфекции, склонны к инвазии.

В приведенных работах рассматривалась возможность восстановления общей физиологической нормы после кратковременного острого отравления фенолом. Вместе с тем известно, что наибольшее влияние данный токсикант оказывает на центральную нервную систему рыб.

Так, на гуппи показано, что фенол в концентрациях, больших 6 мг/л, изменяет работу высших отделов центральной нервной системы (ЦНС), что выражалось в угнетении условнорефлекторной деятельности исследуемых рыб (Матей, 1970). Концентрация токсиканта свыше 12 мг/л приводила, по-видимому, к распространению процессов угнетения на нижележащие отделы ЦНС, о чем свидетельствовало изменение функциональной активности гипоталамо-гипофизарной нейросекреторной системы (ГГНС) рыб (Матей, 1972).

Представлялось интересным изучить возможность восстановления функциональной активности регуляторного комплекса организма рыб высшими отделами ЦНС и ГГНС после снятия токсических воздействий. С этой целью нами исследовались рыбы со значительными нарушениями высшей нервной деятельности и гипоталамической нейросекреции.

Объектом исследования служили 78 интактных половозрелых самок гуппи (*Lebistes reticulatus* P.) в возрасте 4—6 месяцев. Изучение условнорефлекторной деятельности гуппи проводили на 3 группах рыб, одну из которых помещали в раствор фенола с концентрацией 6.25 мг/л, 2-ю — 12.5 мг/л, 3-я служила контролем. В течение 2 месяцев у всех рыб вырабатывали групповые двигательные-пищевые условные рефлексы по методике Б. А. Флерова и В. Е. Матей (1971). Затем рыб из токсических растворов переносили в чистую воду, где условнорефлекторную деятельность у них исследовали еще 2 месяца.

Изучение функциональной морфологии ГГНС гуппи производили следующим образом: рыб на 1 месяц помещали в раствор фенола с концентрацией 16.7 и 25.0 мг/л, а затем еще на 1 месяц — в чистую воду. Мозг и гипофиз фиксировали в жидкости Буэна, парафиновые среды окрашивали паральдегидфуксином по Гомори-Габу с докраской азокармином.

Изменение средних показателей условнорефлекторной деятельности группы в результате пребывания в токсических растворах представлено в табл. 1.

При перемещении рыб в чистую воду уровень условных рефлексов у них несколько повышался. У рыб, ранее находившихся в растворе фенола с концентрацией 6.25 мг/л, через 16 дней после изъятия из токсической среды наблюдалось некоторое снижение латентных периодов положительных условных рефлексов, а на 18-й — увеличение процента проявления и силы этих реакций. В то же время повышение значений дифференцировочных рефлексов отмечалось лишь на 27-й день эксперимента. К 38-му дню показатели условнорефлекторной деятельности приобретали более или менее стабильные значения (табл. 1). Уровень условнорефлекторной деятельности группы к концу эксперимента был выше, чем сразу после перемещения из токсической среды в чистую воду, однако далеко не достигал контрольных значений.

Еще менее восстанавливались условные реакции у рыб, ранее находившихся в растворе фенола с концентрацией 12.5 мг/л. Показатели условных рефлексов у них были ниже, чем у рыб, содер-

Т а б л и ц а 1

Изменение условнорефлекторной деятельности группы при содержании в растворах фенола и в чистой воде

Средние показатели условных рефлексов	Контроль	Фенол, 6.25 мг/л	Чистая вода	Фенол, 12.5 мг/л	Чистая вода
Процент проявления положительных реакций . . .	98.3	61.2	69.2	18.4	32.3
Сила положительных условных реакций, усл. ед.	6.5	2.5	3.8	0.8	2.1
Латентные периоды положительных реакций, сек.	4.2	11.8	8	15	13.1
Процент проявления дифференцировочных реакций	92.4	39.7	51.4	0	26.2
Сила дифференцировочных реакций, усл. ед.	5.6	1.4	2.3	0	1.8
Количество межсигнальных реакций, усл. ед.	10.4	9.1	12.3	7.2	9.8

жившихся в растворе с концентрацией 6.25 мг/л, что особенно заметно сказывалось на величинах дифференцировочных реакций (табл. 1). Восстановление функций также было значительно замедлено, стабилизация условнорефлекторной деятельности происходила лишь на 53-й день с момента помещения подопытных рыб в чистую воду. Несмотря на низкие значения показателей условных реакций, выработка их после пребывания рыб в чистой воде становилась возможной.

Изменение количества нейросекреторного вещества (в баллах) в ГГНС группы при содержании их в растворах фенола и в чистой воде

Отделы ГГНС	Контроль	Фенол, 16.7 мг/л	Чистая вода	Фенол, 25.0 мг/л	Чистая вода
Преоптиче- ское ядро	4.02 ± 0.2 $t=20.1$	1.32 ± 0.04 $t=44.0$	2.63 ± 0.18 $t=14.6$	0.85 ± 0.04 $t=21.2$	2.19 ± 0.77 $t=2.7$
Нейрогипо- физ	4.14 ± 0.31 $t=12.5$	1.29 ± 0.04 $t=30.2$	2.71 ± 0.16 $t=17.0$	0.71 ± 0.05 $t=14.2$	2.24 ± 0.16 $t=14.0$
Количество рыб	21	8	10	9	9

Воздействие фенола в концентрациях 16.7 и 25.0 мг/л вызывало сильные изменения в деятельности ГГНС группы, приводя систему в состояние полного опустошения от нейросекрета (табл. 2). Изменения касались не только функциональной активности, но и состояния тканей мозга и гипофиза, которые подвергались гиперемии и сильному обводнению.

Через месяц после пребывания рыб, находившихся на первом этапе эксперимента в феноле с концентрацией 16.7 мг/л, в чистой воде функциональное состояние их ГГНС претерпевало ряд изменений. Увеличивалось количество нейросекреторного вещества как в клетках преоптического ядра, так и в нейрогипофизе (табл. 2), усиливалась интенсивность окраски нейросекрета во всех отделах системы, несколько ослабевала гиперемия, ткани мозга и гипофиза частично восстанавливали свою первоначальную структуру.

У рыб, содержащихся на первом этапе эксперимента в растворе фенола с концентрацией 25.0 мг/л, после перемещения в чистую воду функциональная активность ГГНС восстанавливалась в меньшей степени. Количество нейросекрета как в преоптическом ядре, так и в нейрогипофизе было невелико (табл. 2), окраска нейросекреторного вещества значительно слабее, чем в контроле или у рыб предыдущей группы. Однако не отмечалось наличия большого количества клеток, лишенных нейросекрета, как это было на первом этапе, ослабевали патоморфологические изменения тканей мозга и гипофиза.

Таким образом, показано, что фенол оказывает глубокое влияние на центральную нервную систему рыб, что выражается в значительном угнетении деятельности как высших отделов мозга, так и подчиненных им систем (ГГНС). Восстановление функциональной активности ЦНС после действия фенола возможно, однако лишь в незначительной степени. Степень восстановления функций ЦНС находится в обратной зависимости от силы и времени токсического воздействия.

- Весселов Е. А. 1957. Токсическое действие фенолов на рыб и водных беспозвоночных. Уч. зап. Петрозаводск. унив., III, 3.
- Лукьяненко В. И., Флеров Б. А. 1963. Динамика обратимости фенольной интоксикации карасей. В кн.: Матер. по биол. и гидробиол. волжских водохр. М.—Л.
- Матей В. Е. 1970. Влияние субтоксических концентраций фенола на условнорефлекторную деятельность гуппи. Гидробиол. журн., вып. 6, № 3.
- Матей В. Е. 1972. Гипоталамо-гипофизарная нейросекреторная система гуппи при хронической фенольной интоксикации. Журн. эволюц. физиол. и биохим., 3.
- Флеров Б. А., Матей В. Е. 1971. Методика выработки групповых двигательных-пищевых условных рефлексов у гуппи. В кн.: Методики биол. исслед. по водн. токсикол. М.
- Jones I. R. E. 1951. The reactions of the minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) to solutions of phenol, orto-cresol and paracresol. J. Exptl Biol., 28, 3.
- Liebmann H. 1966. Fish as an indicator of water pollution. Bull. Office internat. épidémiol., 65, 5—6.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Ф. И. Межнин

ИНТЕРРЕНАЛОВЫЕ ТЕЛЫЦА И ХРОМАФИННАЯ ТКАНЬ ОСЕТРОВЫХ

У костистых рыб интерреналовая ткань (гомолог коры надпочечника млекопитающих) расположена в головной почке весьма разнообразно. Нанди (Nandi, 1962) отмечает 4 типа локализации интерреналовой ткани у костистых рыб в головной почке. Свою классификацию он предложил, основываясь на местоположении интерреналовой ткани и степени ее объединения с хромафинной тканью (гомолог мозгового вещества надпочечника). У костистых рыб хромафинная ткань, по Нанди, имеет 5 типов локализации. Ее можно обнаружить в стенках посткардинальных вен и их ветвей в головной почке, в стенке посткардинальной вены в туловищной почке, объединенной в различных вариациях с интерреналовой тканью (Nandi, 1962; Межнин, 1971).

По гистологическому строению и локализации этих 2 желез у хрящевых ганоидов в литературе имеются довольно скудные сведения. Так, Станниус (Stannius, 1839), Колиндж и Винсент (Collinge, Vincent, 1896) вообще не обнаружили ни интерреналовой, ни хромафинной тканей у изучаемых ими осетровых и сделали предположение, что эти 2 железы у хрящевых ганоидов отсутствуют. Позже Джакомини (Giacomini, 1933) впервые описал интерреналовую и хромафинную ткани у некоторых осетровых. У осетра, как

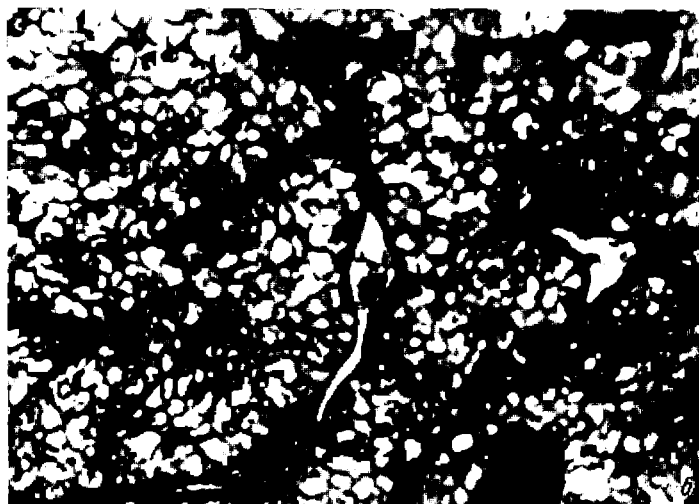
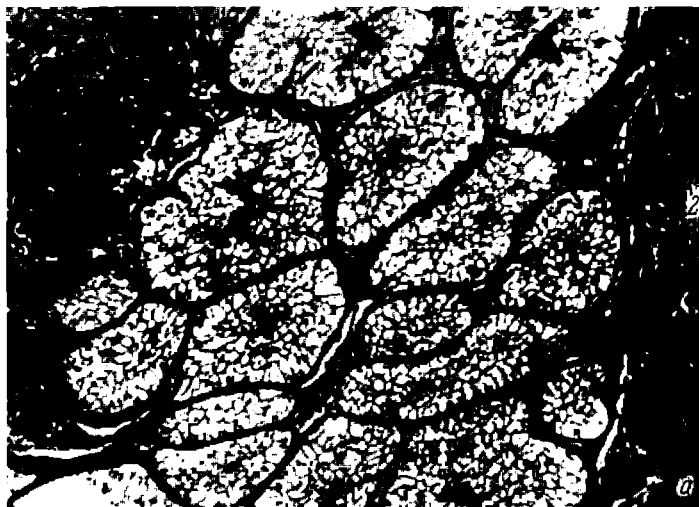


Рис. 1. Туловищная почка осетровых.

a — дольчатость интерренального тельца белуги (Буазн, гематоксилин и эозин; об. $\times 9$, ок. $\times 10$); *б* — интерренальное тельце белуги (Буазн, железный гематоксилин; об. $\times 20$, ок. $\times 10$);

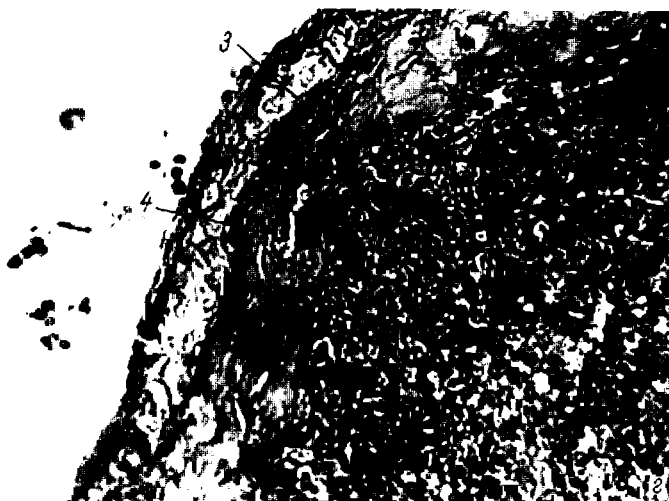
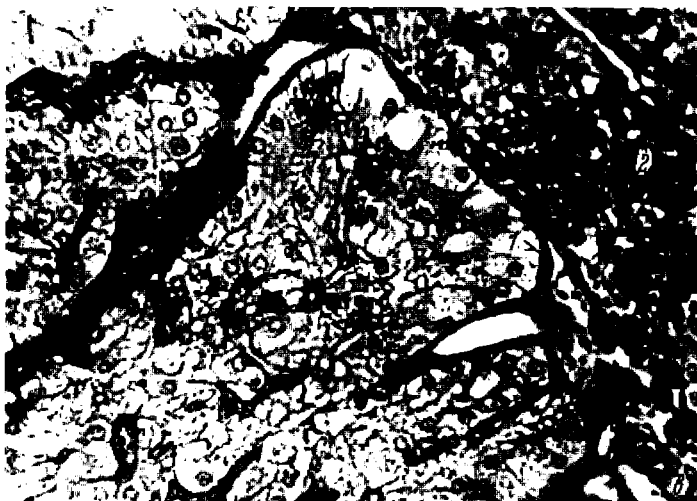


Рис. 1 (продолжение).

6 — периферическая часть интерреналового тельца ши́па (Буэн, гематоксилин и эозин; об. $\times 20$, ок. $\times 10$); 2 — хромафинные клетки в стенке посткардинальной вены ши́па (Буэн, азановый метод; об. $\times 20$, ок. $\times 10$). 1 — интерреналовое тельце; 2 — лимфоидная ткань почки; 3 — хромафинные клетки; 4 — посткардинальная вена.

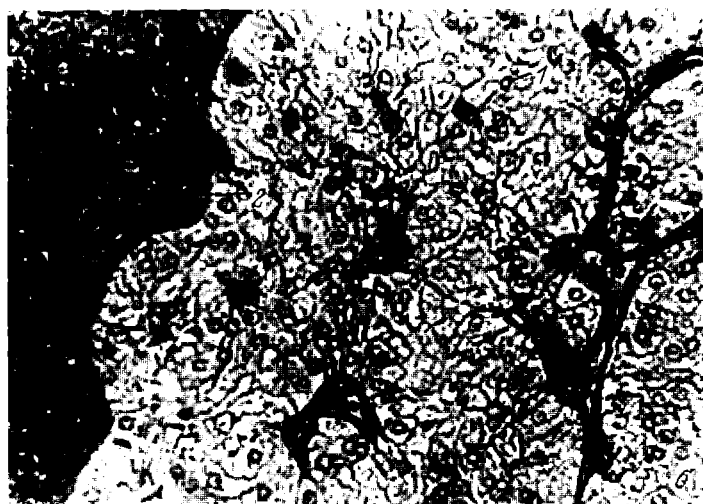


Рис. 2. Туловищная почка шипа (а, б) и стерляди (в, г).

а -- крупные доли интерреналового тельца шипа (Буэн, гематоксилин и эозин; об. $\times 9$, ок. $\times 10$); б -- полигональные интерреналовые клетки шипа (Буэн, азановый метод; об. $\times 20$, ок. $\times 10$);

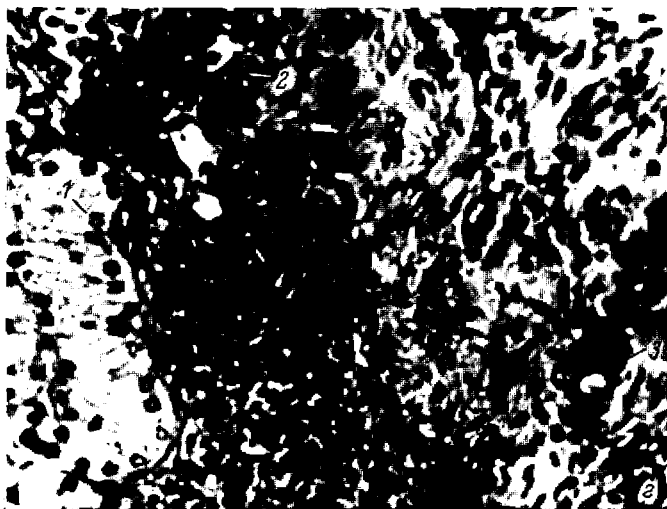
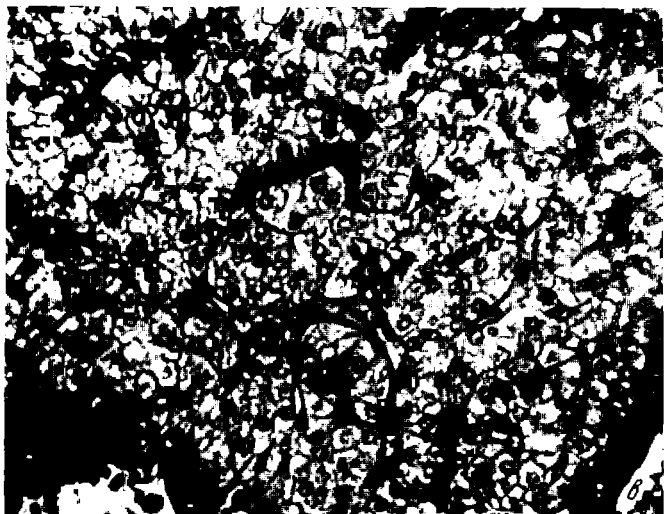


Рис. 2 (продолжение).

1 — интерренальное тельце стерляди (Бузз, железный гематоксилин; об. $\times 20$, ок. $\times 10$); 2 — ганглий в почке стерляди (Бузз, гематоксилин и эозин; об. $\times 20$, ок. $\times 10$). 1 — интерренальное тельце; 2 — лимфоидная ткань почки; 3 — ганглий.

указывает Джакомини, интерреналовая ткань расположена дорсо-медиально в почке, хорошо вакуолизированные эпителиальные клетки образуют эпителиоидные тяжи, а хромафинная ткань включена в стенки кардинальных вен. Эбоим (Aboim, 1946) и Честер Джонс (Chester Jones, 1957) отмечают, что интерреналовая ткань у хрящевых ганоидов локализована каудально на поверхности почек, а небольшие участки хромафинной ткани сопровождают почечные артерии, но отделены от интерреналовой ткани. Боурн (Bourne, 1961) показал, что у хрящевых ганоидов интерреналовые тельца палочковидной формы, желтые, сконцентрированы в задней части почек по срединной линии. Вот, пожалуй, и все литературные данные относительно этих 2 тканей у хрящевых ганоидов. Если учесть большое разнообразие по топографии и гистологическому строению этих желез у костистых рыб, то можно ожидать, что у осетровых будут также сильные видовые вариации.

В задачу настоящей работы входило изучение морфологии и топографии интерреналовой и хромафинной тканей у некоторых представителей семейства осетровых (*Acipenseridae*). Изучено 3 вида из этого семейства: белуга *Huso huso* (L.) — 4 особи, шип — *Acipenser nudipectus* Lov. — 5 особей и стерлядь — *Acipenser ruthenus* L. — 17 особей.

Материалом служили почки названных рыб, фиксируемые в жидкостях Буэна и Ценкера. Всю почку делили на дольки от начала до конца и нумеровали все кусочки по порядку. Материал проведен через метилбензоат, бензол и залит в парафин. Серийные срезы толщиной 5 мкм окрашивали гематоксилином и эозином, железным гематоксилином и азановым методом по Гейденгайну.

Белуга. Интерреналовая ткань белуги представлена тельцами, окруженными довольно мощной соединительнотканной капсулой и локализованными в паренхиме почки. От капсулы в паренхиму тельца отходят септы, которые делят все тельце на доли и дольки (рис. 1, а). Периферические доли крупные, центральные меньшего размера. Между дольками проходят крупные синусоидальные капилляры. Паренхима долек состоит из мелких полигональных клеток, цитоплазма их до некоторой степени базофильна, но почти не воспринимает кислых красителей и сильно вакуолизирована (рис. 1, б). Очевидно, вакуоли образовались в местах, из которых липидные включения экстрагировались во время проводки и заливки материала. В дольках клетки плотно прилегают друг к другу, ядра круглые, мелкие, локализируются в центре клетки. В ядрах крупные ядрышки лежат в центре ядер, а мелкие глыбки хроматина более или менее равномерно диспергированы в ядре. В почке белуги имеется много нервов и симпатических ганглиев.

Хромафинная ткань у белуги представлена островками клеток, локализованными в стенках посткардинальных вен. Хромафинные клетки полиморфны, крупнее интерреналовых клеток. Цитоплазма

их дает слабую положительную хромафинную реакцию. слабо воспринимает как основные, так и кислые красители. Ядра хромафинных клеток крупные, полиморфные, бедные хроматином, ядрышки плохо заметны.

Ш и п. Если у костистых рыб имеется головная почка, основная функция которой у большинства рыб — кроветворение, то у осетровых головная почка отсутствует. У шипа в почке сравнительно мало почечных элементов (клубочки, каналы, выводные протоки), и основную массу ее составляет гемопоэтическая ткань. Интерреналовая ткань в виде телец рассеяна в почке, причем большинство телец расположено непосредственно под капсулой на поверхности почек и видно невооруженным глазом в виде мелких белых овальных или круглых образований. Интерреналовых телец у шипа больше, чем у белуги, они также разделены на дольки (рис. 2, а, б), которые сильнее извиваются, чем у белуги (рис. 1, в). Хромафинные клетки также локализованы в стенках посткардинальных вен (рис. 1, г). В почке шипа, как и у белуги, имеется много нервов и симпатических ганглиев, которые могут располагаться в тесном соседстве с интерреналовыми тельцами.

С т е р л я д ь. У этого вида интерреналовые тельца локализуются по-разному: могут лежать возле стенки крупных сосудов, свободно в ретикуло-лимфоидной ткани или на поверхности почки непосредственно под капсулой. Деление телец на дольки у стерляди менее заметно, чем у белуги и шипа. Дольки малые, друг от друга отделены тонкими прослойками соединительной ткани, в которых проходят кровеносные сосуды. Интерреналовые тельца могут находиться в тесном соседстве с почечными элементами и даже в соединительной ткани почечной капсулы. Для стерляди характерно то, что передняя часть почки свободна от почечных элементов и состоит лишь из гемопоэтической ткани. Большинство интерреналовых телец локализовано в передней половине, лишь незначительная часть — в задней половине почки. Всего в одной почке у стерляди насчитывается 18—20 телец. Интерреналовые клетки стерляди мельче по сравнению с таковыми у белуги и шипа, цитопlasма их также сильно вакуолизирована, но вакуоли мельче (рис. 2, в). Как и у шипа, в почке стерляди много ганглиев и нервов (рис. 2, г). Хромафинные клетки локализованы в стенках посткардинальных вен в виде небольших островков, но в местах отсутствия интерреналовых телец. Хромафинные клетки у стерляди обнаружены не только в стенках сосудов, но и в симпатических ганглиях и нервных волокнах, где они могут быть одиночные или группами. Клетки мелкие, треугольной или вытянутой формы, ядра их крупнее по сравнению с величиной самой клетки, овальные или неправильно бобовидные, содержат хроматин в виде пылевидной зернистости.

Таким образом, из вышеизложенного видно, что хрящевые гангоиды представляют весьма своеобразную группу животных по

локализации и морфологии интерреналовой и хромафинной тканей и в этом отношении сильно отличаются от костистых рыб. У последних появляется тенденция к концентрации интерреналовых клеток в более компактном органе — головной почке — и к более тесному объединению интерреналовых и хромафинных клеток. Этот процесс особенно четко выражен у карповых и представителей некоторых других семейств костистых рыб.

ЛИТЕРАТУРА

- Межнин Ф. И. 1971. Гистологическое строение интерреналовой и супрареналовой желез у некоторых представителей пресноводных рыб. Архив анатомии, гистол. и эмбриол., 61.
- Abouim A. N. 1946. L'organe interrénal des cyclostomes et des poissons. Port. Acta Biol., Ser. A., 1.
- Bourne G. H. 1961. Comparative anatomy and embryology of the adrenal glands. In: The adrenal cortex ed. by H. D. Moon, P. B. Hoerber. N.-Y.
- Chester Jones I. 1957. The adrenal cortex. Cambridge Univ. press.
- Collinge W., Vincent S. 1896. On the so-called suprarenal bodies in cyclostomata. Anat. Anz., 12.
- Giacomini E. 1933. Il sistema interrenale e i corpuscoli di Stannius dei Ganoidi e dei Teleostei. Boll. Soc. ital. biol. speriment., 8.
- Nandi J. 1962. The structure of the interrenal gland in teleost fishes. Univ. Calif. Publ. Zool., 65.
- Stannius H. 1839. Über Nebenniere bei Knochenfischen. Arch. Anat. Physiol. Wiss. Med., 19.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Л. В. Трофимова и В. Р. Микряков

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ИММУНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КАРАСЕЙ ПРИ РАЗНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Влияние температуры на характер проявления иммунологических реакций у рыб изучено недостаточно. Рядом исследователей (Гончаров, 1962; Микряков, 1969) показано, что низкая температура угнетает синтез антител. Сведений о функционировании иммунологической системы рыб в целом при разных температурах в существующей литературе не имеется. Изучение этих вопросов необходимо при разработке проблем адаптации рыб к меняющимся условиям среды в плане физиологии иммуногенеза.

Настоящая работа посвящена исследованию функциональной активности иммунологической системы карасей (*Carassius vulgaris*, *C. auratus*) в случае инфицирования их организма мечеными C^{14} бактериями и содержании при различных температурах.

Функциональная активность иммунологической системы карасей оценивалась нами по интенсивности происходящих в организме процессов поглощения тканями бактерий и выведения в виде $C^{14}O_2$ продуктов распада бактерий из организма при дыхании.

Опыты ставились на карасях при температуре 8—10 и 18—20°. Всего в экспериментах использовано 68 особей. Инфицирование рыб проводили интраперитонеально с помощью меченных изотопом C^{14} бактерий из рода *Hydrogenomonas*, по 0.2 мл бактериальной суспензии, что соответствовало 1 600 000 имп./мин. и 2 млрд бактериальных клеток.

Методы получения меченных изотопом C^{14} бактерий, определение количества выделенного $C^{14}O_2$ и учет количества поглощенного тканями рыб C^{14} бактерий описаны в работах В. И. Романенко и Б. А. Флерова (1969), В. Р. Микрякова и Б. А. Флерова (1970). Параллельно с целью выявления зависимости функциональной активности защитных реакций иммунологической системы карасей от уровня происходящих в организме метаболических процессов учитывалось общее количество выделенного при дыхании CO_2 у опытных (температура воды 8—10°) и контрольных (температура воды 18—20°) рыб.

Количество поглощенного C^{14} бактерий тканями рыб с учетом коэффициента самопоглощения тканей представлено в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

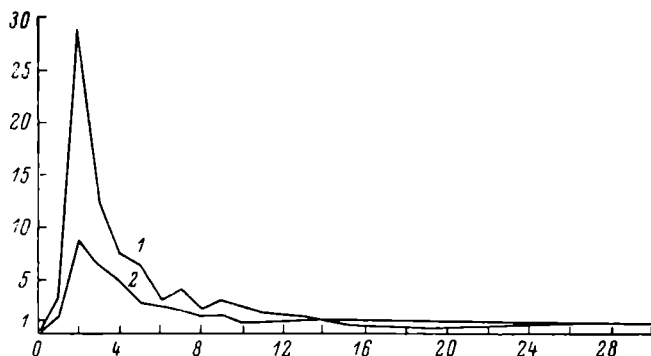
Относительное количество C^{14} бактерий в 1 мг ткани рыб, имп./мин.

Ткань и орган	При температуре 8—10°			При температуре 18—20°		
	на 1-е сутки	на 3—4-е сутки	на 5-е сутки	на 1-е сутки	на 3—4-е сутки	на 5-е сутки
Кровь	14.3	29	34	40	29	26
Желчь	51	49	59	158	104	94
Печень	48	111	130	106	151	135
Почки	23	50	65	51	107	85
Селезенка	49	56	39	57	107	77
Стенки кишечника	17	26	19	26	28	39
Мозг	3	12	13	8	25	25
Мышцы	1.4	2.4	3.4	4	10	8.6

П р и м е ч а н и е. Представлены средние данные, полученные от 10 рыб для каждого анализа.

Данные показывают (табл. 1), что низкие температуры угнетают способность тканей рыб поглощать C^{14} бактерий. Количество C^{14} бактерий в тканях контрольных рыб было в 2—3 раза большим, чем в тканях рыб, содержащихся при температуре 8—10°. На 3-и сутки эта разница несколько уменьшилась, за исключением мышц. В мышцах контрольных рыб C^{14} бактерий было в 4 раза больше, чем в мышцах опытных. На 5-е сутки количество C^{14}

бактерий в тканях рыб, находящихся при температуре $18-20^{\circ}$, уменьшилось. Очевидно, это связано с более интенсивным распадом бактерий в тканях и выведением продуктов разложения из организма (см. рисунок). В тканях опытных рыб относительное количество C^{14} бактерий на 5-е сутки по сравнению с 1-ми сутками, наоборот, увеличивается. Например, если в 1 мг крови, печени и почек активность тканей через сутки равнялась 14.3, 48 и 23 имп./мин., то через 5 суток она доходила в крови до 34, в печени до 130 и в почках до 65 имп./мин. Несмотря на обнару-



Элиминация C^{14} бактерий из организма карасей при температуре $18-20^{\circ}$ (1) и $8-10^{\circ}$ (2).

По оси ординат — количество C^{14} бактерий, мкг углерода; по оси абсцисс — время анализа, сутки.

женную разницу поступления C^{14} бактерий в ткани контрольных и опытных рыб, способность тканей и органов (за исключением крови) поглощать C^{14} бактерий у рыб, содержащихся при температуре $8-10^{\circ}$ в течение всего опыта, оставалась ниже, чем у рыб, содержащихся при температуре $18-20^{\circ}$.

Низкая температура, вызывая снижение поглотительной активности тканей рыб, угнетает процесс элиминации продуктов распада бактерий из организма карасей. Это хорошо видно на кривых динамики выделения C^{14} бактерий. Наиболее выражена разница в количестве C^{14} бактерий, выделенного из организма контрольных и опытных рыб на 2-е и 3-и сутки опыта, т. е. во время наиболее интенсивного выделения C^{14} бактерий (см. рисунок).

При сопоставлении выделенного C^{14} бактерий в составе CO_2 (см. рисунок) с данными учета общего количества выделенного при дыхании CO_2 (табл. 2) видно, что процесс элиминации продуктов распада бактерий из организма рыб зависит от уровня обменных реакций, так как у рыб, находящихся при низкой температуре, снижается интенсивность дыхания (табл. 2).

Таким образом, температура воды существенным образом влияет на функционирование иммунологической системы карасей.

Интенсивность дыхания рыб при разной температуре, мг CO_2

Температура воды, °C	Время анализа, сутки				
	1	2	3	4	5
8—10	66	60	72	71	67
18—20	190	200	195	210	217

Низкая температура, снижая уровень обменных реакций в организме, угнетает функциональную активность иммунологической системы рыб, вследствие чего процессы поглощения тканями и органами бактерий, последующее их разрушение и выведение продуктов распада бактериальных тел из организма замедляются.

ЛИТЕРАТУРА

- Гончаров Г. Д. 1962. Иммунологическая реактивность у рыб. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 12.
- Микряков В. Р. 1969. Изучение факторов иммунитета у рыб на примере карпа. Автореф. дисс. М.
- Микряков В. Р., Флеров Б. А. 1970. Распределение корпускулярного антигена в организме рыб. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 7.
- Романенко В. П., Флеров Б. А. 1969. Методика определения элиминации антигена у рыб. Информ. бюлл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 3.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Т. Г. Лосева

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПАЗАЗИТОФАУНУ ГУСТЕРЫ

Исследования сезонной динамики паразитофауны рыб (Бауер, 1959; Малахова, 1961; Кашковский, 1965; Румянцев, 1966; Куперман и Шульман, 1972, и др.) показали, что весной происходят серьезные изменения как в физиологическом состоянии самих паразитов, так и в степени зараженности ими рыб. То же подтвердили наши наблюдения над сезонной динамикой

паразитофауны густеры оз. Верхнее Врево (Лужский район Ленинградской обл.).

Известно, что в отдельные годы в зависимости от погодных условий нарастание и падение численности паразитов сдвигается на более ранние или поздние сроки. Можно предположить, что основным фактором, вызывающим столь существенные изменения паразитофауны рыб весной, служит температура воды.

Для подтверждения этого предположения нами проведен эксперимент на базе Института биологии внутренних вод АН СССР в январе—феврале 1970—1971 гг.

В качестве контроля вскрыто 15 экз. густеры, взятой из природной воды при температуре 0,2—0,4°. Шесть экземпляров густеры были посажены в аквариумы с более высокой температурой воды — 12—14° (соответствующей среднемайской). Паразитологические вскрытия этих рыб проводились в разные сроки, последовательно через 5—9 и 13 дней.

Наиболее заметные изменения, связанные с повышением температуры воды, наблюдались у моногенетических сосальщиков. В природе (оз. Верхнее Врево) начало созревания и размножения моногенетических сосальщиков из рода *Dactylogyrus* у густеры падало на апрель. Наибольшая зараженность дактилогирусами наблюдалась в июне—июле. К осени зараженность густеры этими паразитами снижалась. У контрольной группы густеры, взятой из Рыбинского водохранилища в январе—феврале, зараженность дактилогирусами невысока. Все паразиты были незрелыми.

Подопытные рыбы, вскрытые на 5-й и 6-й день, по степени зараженности дактилогирусами ничем существенным от контроля не отличались, по у самих паразитов в это время уже наблюдалось развитие желточников, яичников и семенников. Заметные изменения были отмечены лишь на 7-й день — появились первые моногенетические сосальщики со зрелыми яйцами и их личинки. В связи с этим сравнивались с контролем только 4 рыбы, вскрытые с данного срока. Хотя число контрольных экземпляров рыб более чем в 3 раза превышает количество рыб, подвергшихся воздействию повышенной температуры, общее число моногенетических сосальщиков у контрольных рыб уступает общему числу этих паразитов у подопытных экземпляров (см. таблицу).

Поскольку 32 экземпляра моногенетических сосальщиков находились на личиночной стадии развития, благодаря чему видовую принадлежность их нам установить не удалось, общее количество отдельных видов дактилогирусов почти во всех случаях (кроме *D. sphyrna* и *D. distinguendus*) оказалось несколько заниженным. Однако данные по количеству дактилогирусов, приходящихся на рыбу, неоспоримо свидетельствуют об увеличении численности всех видов этих моногенетических сосальщиков. Общее количество дактилогирусов на одну рыбу увеличилось по сравнению с кон-

Результаты опытов по влиянию температуры на моногенетических сосальщиков густеры

Паразит	Зараженность			
	в природе		в опыте	
	всего паразитов	средняя зараженность	всего паразитов	средняя зараженность
<i>Dactylogyrus cornu</i>	75	5.0	71	17.7
<i>D. cornoides</i>	27	1.8	17	4.9
<i>D. fallax</i>	66	3.7	51	12.8
<i>D. sphyrna</i>	25	1.6	33	8.2
<i>D. distiguendus</i>	6	0.4	8	2.0
<i>Dactylogyrus</i> sp. larvae	—	—	32	8.0

тродем более чем в 4 раза. Заметно изменилось и физиологическое состояние моногенетических сосальщиков у рыб после пребывания их в теплой воде. Уже через неделю мы наблюдали у них появление сформированных яиц, что не имело места в природе. Из части яиц успели вылупиться личинки и осесть на жабрах хозяина. Более того, часть личинок за время опыта стала взрослыми червями, что и послужило причиной увеличения зараженности. Именно поэтому мы на подопытных рыбах обнаружили моногеней, находящихся на различных этапах своего развития. В это время в природе почти все моногенетические сосальщики находились примерно на одном и том же уровне развития, ни у одного из них не было сформированных яиц.

Таким образом, даже сравнительно краткое пребывание рыбы в теплой воде вызывало ускорение развития и созревания моногенетических сосальщиков, что привело к размножению и увеличению их численности. Интересно отметить, что моногенетические сосальщики у более эвритермной и лучше приспособленной к низким температурам плотвы при помещении их в воду с температурой, соответствующей среднемайской в Рыбинском водохранилище, и размножались более быстрыми темпами. Так, по устному сообщению Р. М. Гуркиной, на плотве первые особи моногенетических сосальщиков со сформированными яйцами появились уже на 5-й день, а среднее количество моногенетических сосальщиков на одну рыбу увеличилось в 4 раза. И в природе у густеры массовое развитие и размножение моногенетических сосальщиков, сопровождающееся повышением численности, наступает несколько позже, чем у плотвы. Следовательно, специфическим дактилогирусам густеры требуется более высокая температура и большее количество тепла, чем специфическим дактилогирусам плотвы, т. е. они также более теплолюбивы, как и их хозяева.

Заметные изменения при повышении температуры воды нам удалось наблюдать у паразитических веслоногих раков *Ergasilus*

sieboldi, живущих на жабрах рыб. Все особи рачков, найденные нами на жабрах густеры, взятой в это время из природы, не имели яйцевых мешков и находились в основном на I стадии развития (Куперман и Шульман, 1972). Все рачки имели пустые яичники и были прозрачными. Однако уже через неделю при вскрытии рыб из опыта мы отмечали у *E. sieboldi* яйцевые мешки. Из трех обнаруженных нами раков один был на IV стадии развития — с хорошо развитыми яйцевыми мешками и с плотно уложенными в них яйцами. Два других рака находились на III стадии развития (яичники наполнены яйцами, яйцевых мешков еще нет). Количество особей с развитыми яйцевыми мешками увеличивается в последующие дни. Так, на 9-й день все найденные нами рачки *E. sieboldi* (3 экз.) имели яйцевые мешки, были на IV стадии развития. Правда, густера слабо заражена *E. sieboldi*, но и это сравнительно небольшое число обнаруженных нами паразитов подтверждает наблюдения, проведенные Б. И. Куперманом и Р. Е. Шульман (1972).

Влияние повышения температуры отмечено нами и на развитие кишечной трематоды густеры *Sphaerostoma bramae*. При вскрытии 15 контрольных рыб все обнаруженные нами трематоды (22 экз.) были на III стадии развития. Они имели хорошо развитые желточники и семенники, но количество яиц в матке у найденных особей было незначительно. У рыб, помещенных в теплую воду, все паразиты находились на последней, IV стадии развития. Они были наполнены большим количеством яиц, что несомненно явилось следствием воздействия повышенной температуры, ибо это состояние трематод в природе имеет место лишь в июне.

Таким образом, основным фактором, определяющим развитие, размножение и численность паразитов весной и в начале лета, является температура воды.

Автор благодарит Б. И. Купермана за оказанную помощь, советы и консультацию.

ЛИТЕРАТУРА

- Бауер О. Н. 1959. Экология паразитов пресноводных рыб. Изв. ГосНИОРХ, 49. Л.
- Кашковский В. В. 1965. Паразитофауна рыб Ириклинского водохранилища. Автореф. дисс. Л.
- Куперман Б. И. и Шульман Р. Е. 1972. Опыт экспериментального исследования влияния температуры на некоторых паразитов щуки. Вестн. Ленинградск. ун-ва, № 3, вып. 1, биология.
- Малыхова Р. П. 1964. Сезонные изменения паразитофауны некоторых озер Карелии (Кончозеро). Тр. Карельск. фил. АН СССР, 30. Петрозаводск.
- Румянцев Е. А. 1966. Экологическое исследование паразитофауны ряпушки и плотвы озер системы Куйто (Карельская АССР). Автореф. дисс. Л.

Лаборатория болезней рыб ГосНИОРХ

ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ ПЕРИОДА И АМПЛИТУДЫ
КВАЗИДВУХЛЕТНЕГО ЦИКЛА В СТОКЕ РЕК СССР

В статье рассматриваются изменения периода и амплитуды квазидвухлетнего цикла в стоке рек СССР с начала регулярных наблюдений до 1964 г. Для этого использованы данные по среднемесячным расходам воды на 19 реках СССР. Длина рядов составляет от 38 до 87 лет. Все стокосые ряды разбиты на 6 отдельных 17-лентий с перекрытием в 2 года. Каждый 17-лентий интервал, представляющий собой ряд из 384 значений средних месячных расходов воды, подвергнут периодограммному анализу с предварительной фильтрацией данных полосовым фильтром «13—37».

Результаты анализа (см. таблицу) показывают, что в многолетних колебаниях стока рек СССР квазидвухлентийная вариация отчетливо выражена на протяжении всех лет наблюдений. Исключением являются реки, на которых в отдельные периоды отмечается дополнительная волна длиной более 3 лет. Встречаются отдельные интервалы времени, когда искомая вариация либо очень слаба, либо вообще отсутствует. Так, у Сев. Двины в течение I, II и V интервалов времени, а у Ангары в I и VI интервале 2-лентийная вариация отсутствует. Средний период квазидвухлентийной вариации по всем рекам СССР близок к 29 месяцам. Пределы колебания длины периода заключены главным образом между 24 и 34 месяцами. Наиболее изменчива длительность периода у рр. Немана, Оки, Иртыша, Оби, Витима и Алдана, гораздо меньше у Днепра, Кубани, Чирчика, Или и Ангары.

Особый интерес представляют изменения среднего периода и амплитуды квазидвухлентийного цикла с течением времени. При этом следует заметить, что большой разброс значений длительности периода и амплитуды как для отдельных рек, так и для выбранных интервалов позволяет рассматривать полученные результаты лишь как предполагаемую тенденцию.

Временной ход осредненных по всем рекам значений периода и амплитуды квазидвухлентийного цикла свидетельствует о том, что указанные характеристики изменяются со временем в противофазе: уменьшению периода соответствует увеличение амплитуды и, наоборот, увеличению периода — уменьшение амплитуды (рис. 1). Особенно заметно эта тенденция проявилась в последние годы, когда произошло резкое уменьшение длительности периода и возрастание амплитуды квазидвухлентийного колебания в стоке рек. Высокие значения амплитуд и длительность периода, наиболее близкая к 2 годам, наблюдались также в конце прошлого — начале текущего века. В 20—30-е годы имело место уменьшение амплитуд и удлинение периода рассматриваемого цикла.

Период и амплитуда квазидвухлетнего цикла в стоке рек СССР
в отдельные отрезки времени (I—VI)

Река, створ	I 1878— 1894	II 1892— 1908	III 1906— 1922	IV 1920— 1936	V 1934— 1950	VI 1948— 1964	Сред- нее много- летнее
Неман, г. Смалянка	$\frac{32}{17}$	$\frac{28}{10}$	$\frac{34}{15}$	$\frac{28}{15}$	$\frac{29}{14}$	$\frac{23}{35}$	$\frac{29}{18}$
Сев. Двина, г. Усть-Шинег	—	—	$\frac{29}{15}$	$\frac{34}{15}$	—	$\frac{26}{13}$	—
Волга, Ярославль	$\frac{26}{12}$	$\frac{25}{13}$	$\frac{33}{11}$	$\frac{31}{18}$	$\frac{25}{11}$	$\frac{27}{14}$	$\frac{28}{13}$
Волга, Куйбышев	$\frac{32}{9}$	$\frac{25}{10}$	$\frac{30}{13}$	$\frac{34}{13}$	$\frac{33}{8}$	$\frac{25}{14}$	$\frac{30}{11}$
Ока, г. Муром		$\frac{23}{15}$	$\frac{28}{15}$	$\frac{31}{20}$	$\frac{34}{8}$	$\frac{24}{17}$	$\frac{28}{16}$
Кама, Пермь	$\frac{27}{9}$	$\frac{21}{18}$	$\frac{29}{25}$	$\frac{27}{7}$	$\frac{27}{8}$	$\frac{26}{12}$	$\frac{26}{13}$
Днепр, Киев	$\frac{30}{12}$	$\frac{30}{11}$	$\frac{28}{15}$	$\frac{28}{26}$	$\frac{24}{15}$	$\frac{30}{24}$	$\frac{28}{17}$
Дон, г. Миски		$\frac{29}{13}$	$\frac{28}{29}$	$\frac{30}{22}$	$\frac{24}{10}$	$\frac{27}{18}$	$\frac{28}{18}$
Кубань, Краснодар			$\frac{27}{22}$	$\frac{24}{11}$	$\frac{26}{12}$	$\frac{25}{14}$	$\frac{26}{15}$
Чирчик, г. Чимбайлык			$\frac{25}{9}$	$\frac{31}{11}$	$\frac{28}{4}$	$\frac{25}{13}$	$\frac{27}{9}$
Амударья, кишлак Чатлы . .					$\frac{26}{6}$	$\frac{25}{15}$	$\frac{26}{10}$
Или, ур. Канчагай			$\frac{25}{9}$	$\frac{29}{9}$	$\frac{29}{10}$	$\frac{25}{13}$	$\frac{27}{10}$
Иртыш, Тобольск		$\frac{33}{11}$	$\frac{31}{17}$	$\frac{38}{10}$	$\frac{36}{13}$	$\frac{25}{14}$	$\frac{33}{13}$
Обь, Новосибирск		$\frac{26}{31}$	$\frac{33}{10}$	$\frac{34}{13}$	$\frac{37}{13}$	$\frac{24}{19}$	$\frac{31}{17}$
Енисей, Енисейск			$\frac{27}{7}$	$\frac{33}{8}$	$\frac{34}{9}$	$\frac{33}{6}$	$\frac{32}{8}$
Витим, г. Бодайбо				$\frac{21}{12}$	$\frac{38}{12}$	$\frac{31}{12}$	$\frac{30}{12}$
Ангара, Иркутск	—	$\frac{27}{8}$	$\frac{27}{5}$	$\frac{27}{6}$	$\frac{29}{7}$	—	$\frac{28}{7}$
Алдан, г. Охотский Перевоз	—	—	—	$\frac{28}{20}$	$\frac{35}{19}$	$\frac{30}{11}$	$\frac{31}{17}$
Амур, Набаровск	—	$\frac{28}{15}$	$\frac{30}{9}$	$\frac{37}{11}$	$\frac{28}{11}$	$\frac{26}{15}$	$\frac{30}{12}$
В среднем	$\frac{29.4}{11.7}$	$\frac{26.8}{14.1}$	$\frac{29.0}{14.1}$	$\frac{31.3}{13.5}$	$\frac{30.1}{11.6}$	$\frac{26.5}{15.5}$	$\frac{28.8}{13.4}$

Примечание. В числителе — длина периода в месяцах, в знаменателе — отношение амплитуды квазидвухлетнего цикла к среднему многолетнему расходу воды на створе.

Пока трудно говорить о причинах, обуславливающих особенности в изменениях периода и амплитуды во времени, тем более что это требует подтверждения на более широком климатическом материале. Тем не менее можно высказать некоторые предположения.

По данным А. Л. Каца (1968), 6-месячные колебания зонального ветра, наблюдаемые в мезосфере, распространяются вниз; через 4—5 6-месячных интервалов под действием пока неизвест-

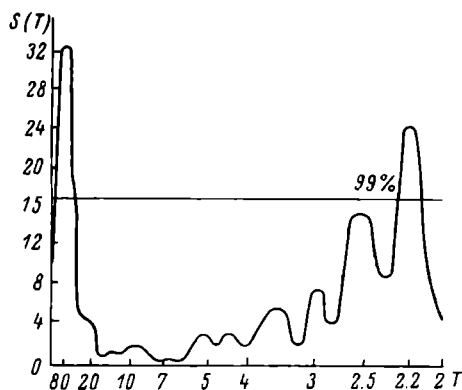
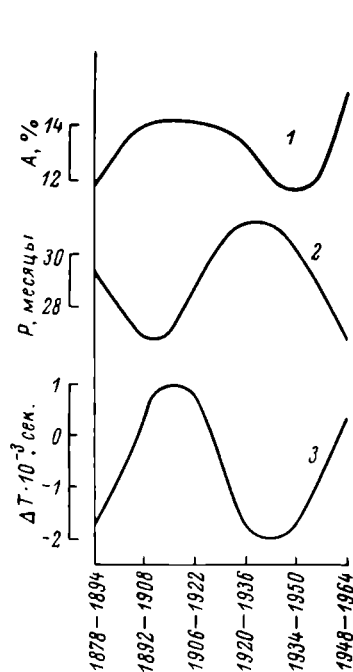


Рис. 1. Изменение средних значений амплитуды (1) и периода (2) квазидвухлетнего цикла в стоке рек СССР в сопоставлении со средними значениями отклонений продолжительности суток (3).

Рис. 2. Спектрограмма средних за год отклонений продолжительности суток (1821—1950 гг.).

По оси ординат — спектральная плотность; по оси абсцисс — годы.

ного импульса они опускаются до уровня 20—30 км. В результате этого в средней и нижней стратосфере отмечаются ветры, меняющие свое направление с квазидвухлетней периодичностью, а именно через 21—30 или в среднем через 26 месяцев.

Рассматривая природу квазидвухлетнего цикла в смене направления стратосферных ветров в экваториальной зоне, Н. А. Зайцева и Р. Ф. Усманов (1964) высказали мысль, что 26-месячные колебания ветра могут быть обусловлены долгопериодными изменениями скорости вращения Земли. Это дало основание сопоставить изменение рассматриваемых характеристик квазидвухлетнего цикла в стоке рек СССР со средними значениями отклонений продолжительности суток (Брауэр, 1959) за те же интервалы времени (рис. 1, 3). Представленное сопоставление свидетельствует в пользу гипотезы о связи квазидвухлетнего цикла в стоке

с изменениями скорости вращения Земли. При замедлении вращения создаются условия для более частотного проникновения вниз 6-месячных стратосферных циклов. Очень важно отметить, что спектральный анализ среднегодовых значений отклонений от нормы средней продолжительности суток за 130 лет (1821—1950), по данным Д. Брауэра, дает четко выраженную двухлетнюю составляющую с периодом около 2.2 года (рис. 2).

Таким образом, есть основание предполагать, что изменения в скорости вращения Земли могут являться той причиной, которая способствует или препятствует проникновению 6-месячных колебаний зонального ветра из верхней стратосферы в среднюю. При этом следует иметь в виду, что в сезонном ходе изменений скорости вращения Земли, как и в сезонных изменениях ветров в верхней стратосфере, основной составляющей является 6-месячное колебание. Эти же составляющие, 6-месячная и 2-летняя, хорошо выражены и в изменениях геомагнитного поля Земли (Калинин, 1952; Смирнов, 1965). Все это свидетельствует о возможности взаимосвязи квазидвухлетнего цикла в атмосфере с указанными геофизическими процессами.

ЛИТЕРАТУРА

- Брауэр Д. 1959. Флуктуации и вековые изменения скорости вращения Земли. Астр. журн., 36, 5.
- Зайцева Н. А., Усманов Р. Ф. 1964. Вертикальный разрез атмосферы в экваториальной зоне центральной части Тихого океана. Тр. Центр. инст. прогнозов, 137.
- Калинин Ю. Д. 1952. О некоторых вопросах изучения вековых вариаций земного магнетизма. Тр. НИИЗМ, 8 (18).
- Кац А. Л. 1968. Циркуляция в стратосфере и мезосфере. II.
- Смирнов Н. П. 1965. Изменение длины суток и вариации магнитного поля Земли. Геомагнетизм и аэронавтика, 1.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А. С. Литвинов

О РАСЧЕТЕ ДЛИНЫ И ГЛУБИНЫ КЛИНА ХОЛОДНОЙ ВОДЫ В МОШКОВИЧСКОМ ЗАЛИВЕ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В начале мая в районе сброса подогретых вод Конаковской ГРЭС происходит формирование слоя скачка плотности, при котором вверх по заливу под слоем теплой воды распространяется слой холодной, имеющий форму клина. При постоянном

расходе ГРЭС и некотором соотношении плотностей, достигнув определенного положения, поступательное движение клина прекращается и он стабилизируется.

Длина клина холодной воды (L) зависит от разности плотностей ($\Delta\rho$) теплой и холодной воды, скорости потока теплых вод (v_τ), глубины (H) и кинематической вязкости (ν), т. е.

$$L = f(\Delta\rho, v_\tau, H, \nu).$$

Для удобства анализа динамических процессов в стратифицированных жидкостях часто вводят понятие о плотностной скорости, которая определяется как

$$v_\Delta = \sqrt{\frac{\Delta\rho}{\bar{\rho}} g H},$$

где $\Delta\rho$ — разность плотностей теплой и холодной воды, $\bar{\rho}$ — средняя плотность, g — ускорение силы тяжести, H — глубина.

С физической точки зрения введение плотностной скорости оправдано тем, что ей пропорциональна начальная скорость перемещения фронта холодной воды, движущейся в спокойной воде, а также скорость распространения длинных внутренних волн, возникающих на поверхности раздела. Для случая, когда нижний слой является жидкостью, а верхний воздухом, можно принять, что $\Delta\rho \cong \bar{\rho}$, и тогда выражение для v_Δ превращается в выражение для однородного потока со свободной поверхностью, т. е. $v = \sqrt{gH}$.

После введения плотностной скорости в безразмерной форме выражение для длины неподвижного клина холодной воды может быть записано в виде

$$\frac{L}{H} = f\left(\frac{v_\tau}{v_\Delta} \cdot \frac{v_\Delta \cdot H}{\nu}\right).$$

Величина v_τ/v_Δ — по существу плотностное число Фруда, показывающее отношение сил инерции, действующих в переслоенном потоке, к силам тяжести, а $v_\Delta H/\nu$ — плотностное число Рейнольдса — отношение сил инерции к силам вязкости. Зависимости такого вида были получены при исследовании механизма вторжения соли в эстуарии рек, впадающих в моря со слабо-развитыми приливами (Keulegan, 1957). Лабораторные исследования на моделях привели к зависимости вида

$$\frac{L}{H} = A_0 \left(\frac{v_\Delta H}{\nu}\right)^m \cdot \left(\frac{2v_\tau}{v_\Delta}\right)^{-1/2},$$

где A_0 и m — некоторые числовые значения. Теоретическая оценка длины клина в каналах с шириной, во много раз превышающей глубину, и для естественных условий — при предположении, что механизм сопротивления на поверхности раздела и на дне

такой же, как и в лабораторных условиях, — показала, что $L_0=6$, а $m=1/4$, т. е.

$$\frac{L}{H} = 6.0 \left(\frac{v_{\Delta} \cdot H}{\nu} \right)^{1/4} \cdot \left(\frac{2v_T}{v_{\Delta}} \right)^{-5/2}$$

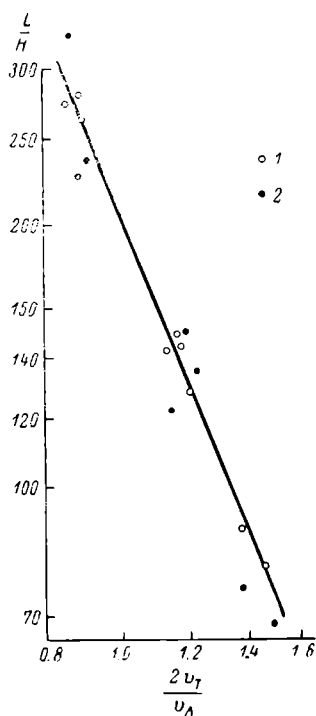


Рис. 1. Зависимость длины клина холодной воды от плотностного числа Фруда.
1 — расчетные точки; 2 — наблюдаемые точки.

Поскольку процессы формирования установившегося клина холодной воды в районе сброса подогретых вод имеют ту же природу, что и процессы образования клина солености, то эти выражения были использованы нами для вычисления длины клина холодной воды в Мошковичском заливе Иваньковского

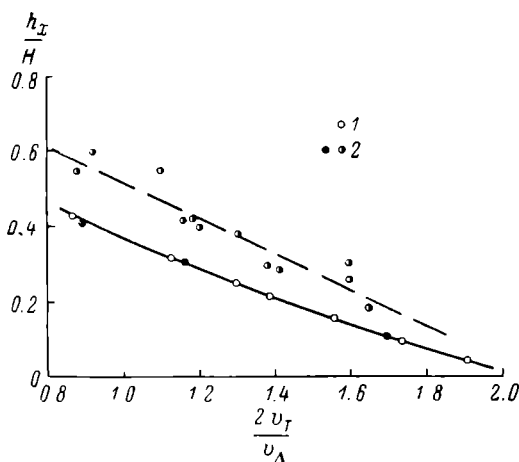


Рис. 2. Глубина клина холодной воды в устье Мошковичского залива.
1 — расчетные точки; 2 — наблюдаемые точки.

водохранилища. Результаты этих вычислений представлены на рис. 1 — график построен в логарифмическом масштабе. Из приведенных данных видно, что один из основных факторов, определяющих район распространения холодных вод, — отношение v_T/v_{Δ} , т. е. плотностное число Фруда. Результаты вычисления длины клина холодной воды по приведенной зависимости находятся в хорошем соответствии с наблюдаемой длиной зоны проникновения холодной воды (рис. 1).

Плотностное число Фруда определяет и глубину клина холодной воды в устье залива. В безразмерной форме это может быть записано как

$$\frac{h_x}{H} = f\left(\frac{2v_T}{v_\Delta}\right),$$

где h_x — глубина клина холодной воды, а H — общая глубина. Теоретически этот вопрос был исследован Стоммелом и Фармером (Stommel and Farmer, 1952), исходя из принципа внутренних волн. Из условия для стационарных волн на границе раздела двух слоев с различной плотностью при слабом перемешивании на поверхности раздела можно получить, что

$$\frac{h_x}{H} = 1 - \frac{1}{2^{2/3}} \left(\frac{2v_T}{v_\Delta} \right)^{2/3}.$$

Эта зависимость представлена на рис. 2, где она сопоставляется с результатами наблюдений. Обе линии имеют примерно один и тот же наклон, однако точки, полученные по данным наблюдений, лежат несколько выше теоретической кривой. Аналитическое выражение зависимости, полученной по данным наблюдений, имеет вид

$$\frac{h_x}{H} = 0.987 - 0.469 \left(\frac{2v_T}{v_\Delta} \right).$$

Таким образом, приведенные зависимости позволяют вычислить длину клина холодной воды и его глубину в устье Мошкovichского залива, если известны скорость течения в заливе (расход теплых вод), температура забираемой и сбрасываемой воды и уровень Иваньковского водохранилища.

ЛИТЕРАТУРА

- Keulegan E. H. 1957. Form Characteristics of Arrested Saline Wedge. Nati. Bur. Standards (U. S.). October.
Stommel H. and Farmer H. G. 1952. Abrupt change in Wedge in Two-Layer Open Channel Flow, Sears Foundation. J. Marine Res., 11.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Г. Л. Марголина

ИНТЕНСИВНОСТЬ РАСПАДА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Для Рыбинского водохранилища процесс образования органического вещества за счет фотосинтетической деятельности водорослей разработан довольно подробно (Сорокин, 1958; Романенко, 1966; Кузнецов и др., 1971). Вопросы деструкции изу-

чены гораздо меньше, и совершенно нет работ, позволяющих судить об интенсивности этого процесса.

Задача нашей работы состояла в определении скорости распада легкоусвояемого органического вещества в различных участках Рыбинского водохранилища в течение всего навигационного периода. Такие наблюдения проделаны в 1967 г. и частично в 1962 г. на станциях стандартных рейсов.

Методика анализов сводилась к сопоставлению величин суточной деструкции и полного БПК (Марголина, 1969). Отношение БПК полное: суточная деструкция показала, за сколько дней при температурных условиях водоема разрушается растворенное в воде органическое вещество, способное к бактериальному разложению. Отбор проб производился в Волжском (ст. 1) и Центральном плёсах (ст. 7, 9).

Результаты анализов 1967 г. приведены на рисунке и в табл. 1. Обращают на себя внимание высокие величины БПК, деструкции и фотосинтеза на станциях Волжского плёса. Здесь за счет фотосинтеза водорослей в 1 л воды за сутки образуется до 1 мг органического вещества, выраженного в единицах углерода, в среднем 0.39 мг. Количество легкоусвояемого вещества, определяемого по БПК, достигает 5—6.8 O_2 /л и составляет в среднем за сезон 4.1 мг.

За одни сутки в 1 л воды во время максимального ее прогрева в июне—июле разрушается до 1 мг органического вещества, выраженного в кислородных единицах, в среднем за сезон 0.47 мг.

Т а б л и ц а 1

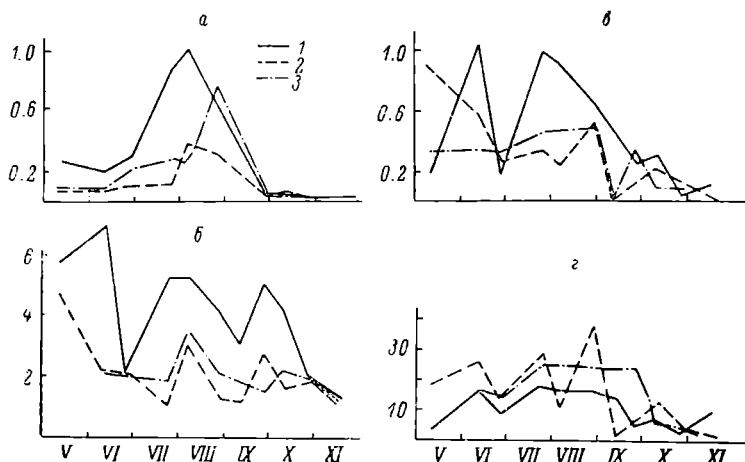
Средние величины БПК, деструкции и фотосинтеза в Рыбинском водохранилище в 1967 г.

Номер станции	БПК полное, мг O_2 /л	Суточная деструкция, мг O_2 /л · сутки	Фотосинтез,* мг C /л · сутки	Отношение БПК : деструкция
1	4.1	0.47	0.390	8.7
7	2.1	0.30	0.149	7.0
9	2.1	0.26	0.189	8.1

* По данным С. И. Кузнецова и др., 1971.

В Центральном плёсе все эти величины намного ниже. По-видимому, обильное развитие в Волжском плёсе водорослей создает здесь большое количество органического вещества, способного к бактериальному разложению. Скорость минерализации такого вещества на станциях Центрального плёса была несколько выше, чем в Волжском плёсе — не менее 5 суток, тогда как в центре в летний период распад происходил за 2.5—4 дня. Однако высокие величины суточной деструкции на ст. 1 указывают на усиленный распад здесь органического вещества.

Необходимо заметить, что количество легкоусвояемого органического вещества на каждой станции колеблется незначительно в течение всего периода наблюдений. Обычно оно больше в начале летнего прогрева и несколько снижается только осенью. Процессы распада наиболее интенсивно идут в летний период и резко замедляются осенью при понижении температуры воды в водоеме. Можно полагать, что зимой, когда процессы деструкции замед-



Интенсивность образования и распада органического вещества в Рыбинском водохранилище в мае—ноябре 1967 г.

а — фотосинтез, мг С/л·сутки; *б* — БПК полное, мг O_2 /л; *в* — суточная деструкция, мг O_2 /л·сутки; *г* — процент деструкции от БПК. 1 — ст. 1; 2 — ст. 7; 3 — ст. 9.

лены, в водохранилище происходит накопление легкодоступного органического вещества. Кроме того, как показали наши лабораторные опыты, зимой, вероятно, идет постепенный распад и труднодоступной фракции органического вещества (Марголина, 1969). Все это ведет к накоплению к весне легкоусвояемого органического вещества, которое летом интенсивно разрушается вместе с вновь образующимся за счет фотосинтеза водорослей органическим веществом.

В 1962 г. в конце мая мы наблюдали более высокие темпы разрушения, доходившие до 2 суток (табл. 2). По-видимому, 1962 г. отличался и более высоким уровнем продуцирования органического вещества, и более высокими темпами его минерализации. На более сильное загрязнение воды водохранилища в 1962 г. легкоразрушаемыми органическими веществами указывают С. И. Кузнецов и Н. С. Карпова (1966) на основании повышения отношения общего количества бактерий к числу сапрофитных.

Интенсивность распада легкоусвояемого органического вещества
в Рыбинском водохранилище в 1962 г.

Показатель	Номер станции	Температура воды, °C		
		8 V	28 V	28 VIII
		5	13,5—15,5	15
Суточная деструкция, мг O ₂ /л·сутки	1	0.1	2.94	0.14
	7	0.05	1.80	0.19
	9	0.01	0.62	0.20
БПК полное, мг O ₂ /л	1	6.7	5.6	1.8
	7	3.5	4.0	1.7
	9	5.0	2.4	1.7
Отношение БПК пол- ное: суточная де- струкция	1	67	1.9	13
	7	70	2.2	8
	9	500	3.9	8.5

Таким образом, наши наблюдения показали, что существуют сезонные колебания как общего содержания легкоусвояемого органического вещества, так и темпов его минерализации. Отдельные участки водохранилища отличаются по этим показателям, что может быть связано с различным уровнем первичного продуцирования, характером подтока вод, более или менее богатых аллохтонным органическим веществом, и гидрологическими особенностями районов.

ЛИТЕРАТУРА

- Кузнецов С. И., Карпова Н. С. 1966. Динамика численности бактерий в Рыбинском водохранилище в 1961 и 1962 гг. Тр. Инст. биол. внутр. вод, 13 (16).
- Кузнецов С. И., Романенко В. И., Карпова Н. С., Романенко В. А. 1971. Численность бактерий и продукция органического вещества в Рыбинском водохранилище в 1967 г. Тр. Инст. биол. внутр. вод, 21 (24).
- Марголина Г. Л. 1969. Интенсивность процессов бактериального разрушения органического вещества в водохранилищах. Автореф. дисс. М.
- Романенко В. И. 1966. Характеристика микробиологических процессов образования и разрушения органического вещества в Рыбинском водохранилище. Тр. Инст. биол. внутр. вод, 13 (16).
- Сорокин Ю. И. 1958. Первичная продукция органического вещества в водной толще Рыбинского водохранилища. Тр. Биол. ст. «Борок» АН СССР, 3.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА НА РАЗРУШЕНИЕ ФЕНОЛА В ПРИРОДНОЙ ВОДЕ

Спуск фенольных вод в водоемы резко меняет их санитарное состояние. Однако фенольные соединения в природных водоемах подвергаются биохимическому и химическому процессам распада. Интенсивность и направление процесса окисления фенолов зависят от ряда факторов, основные из которых — температура воды, величина рН, начальная концентрация фенолов, а также содержание солей азота и фосфора (Каплин и др., 1964).

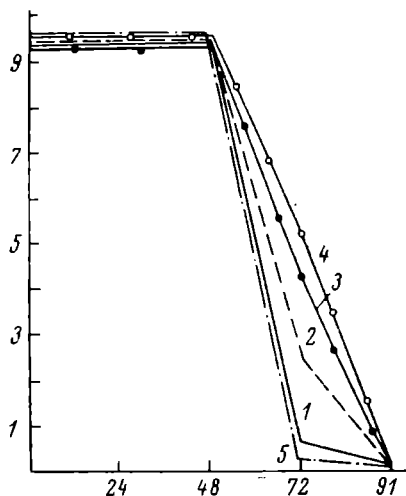


Рис. 1. Скорость разрушения фенола при различных дозах нитратного азота.

1 — контроль; 2 — 3.29 мг N/л; 3 — 6.58 мг N/л; 4 — 9.87 мг N/л; 5 — 6.58 мг N—NH₄/л. По оси ординат — содержание фенола, мг/л; по оси абсцисс — время, часы.

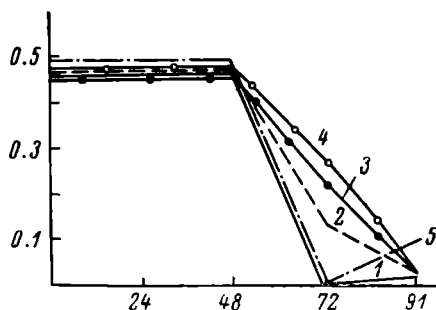


Рис. 2. Скорость поглощения кислорода при различных дозах минерального азота.

По оси ординат — содержание кислорода, мг/л. Остальные обозначения те же, что на рис. 1.

В ряде работ изучалась скорость распада фенола в природной воде (Клюнков и др., 1954; Жуков и др., 1957; Каплин и Фесенко, 1961; Юргенсон, 1962; Каплин и др., 1965), однако вопрос о роли различных концентраций биогенных элементов в этом процессе освещен слабо.

Нами изучалось влияние различных доз нитратного азота на разрушение фенола в природной воде.

Для опыта к свежееотобранной воде из р. Суноги добавляли жидкость из фенольного аквариума № 7,¹ содержащего 625 мг фенола/л, в количестве

¹ См. работу М. М. Кампилова и др., 1973.

4 мл на 10 л, после чего воду несколько дней выстаивали при комнатной температуре. Исходное содержание биогенов в природной воде составляло: $N-NO_3 = 0.6$, $P-PO_4 = 0.022$ мг/л. Затем воду разливали в нескольких повторностях в литровые колбы с добавлением во все варианты фенола по 9.4 мг/л и фосфора KH_2PO_4 по 0.65 мгP/л. Азот в виде KNO_3 вносили в различных дозах по следующей схеме: 1-й вариант — природная вода (контроль), 2-й — 3.29 мгN/л, 3-й — 6.58 мг N/л, 4-й — 9.87 мгN/л, 5-й — 6.58 мг/л аммонийного азота в виде соли $(NH_4)_2SO_4$. После добавления солей и фенола колбы закрывали ватными пробками и ставили в темноту. Содержание фенола, кислорода, биогенов и pH определяли ежедневно. Полученные результаты представлены на рис. 1—3.

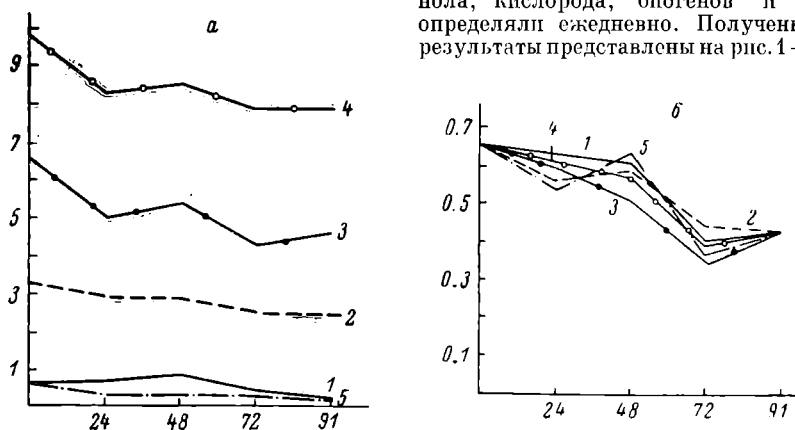


Рис. 3. Изменения в содержании биогенов.

По оси ординат: а — содержание нитратного азота, мг/л, б — содержание минерального фосфора, мг/л. Остальные обозначения те же, что на рис. 1.

Сопоставление данных по содержанию фенола и кислорода (рис. 1, 2) указывает на полную корреляцию между изменениями в содержании этих компонентов. В течение 48 час. их количество оставалось на одном уровне, к 72-му часу наблюдается резкое снижение как концентрации фенола, так и содержания кислорода. Самое низкое содержание фенола к 72-му часу отмечено в 1-м и 5-м вариантах, т. е. в природной воде и в присутствии аммонийной формы азота. Увеличение концентрации нитратного азота (варианты 2—4), вопреки ожиданиям, замедляло процесс распада фенола. Количества нитратного азота, находящегося в природной воде (0.6 мг/л), по-видимому, было вполне достаточно для активной работы бактерий, разрушающих фенол, а более высокие концентрации его, возможно, в какой-то степени угнетали их деятельность; pH в течение опыта держалась на уровне 7.6—7.9.

Количество азота во 2—4-м вариантах (рис. 3, а), куда он был добавлен, снизилось примерно на 30% от исходного. Аналогичная картина снижения первоначального уровня наблюдалась и в отношении фосфора (рис. 3, б). Содержание его к концу опыта составило 0.37 мг/л.

Таким образом, увеличение дозы нитратного азота не ускоряет разрушение фенола в природной воде, а, наоборот, несколько его замедляет, хотя к концу опыта и наблюдается значительное потребление биогенных элементов.

ЛИТЕРАТУРА

- Жуков А. И., Калабина М. М., Роговская Ц. И. 1957. К вопросу об очистке фенольных сточных вод. Гигиена и санитария, 5.
- Камшилов М. М., Костяев В. Я., Лаптева Н. А., Жуков Б. Ф., Горячева Н. В., Микрякова Т. Ф., Уморин П. П., Баронкина Л. А., Захарова Л. И. 1973. Изучение деструкции фенола в модельных биоценозах. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, 25 (28).
- Каплин В. Т. и Фесенко Н. Г. 1961. К вопросу о скорости и механизме процесса «самоочищения» водоемов от фенольных соединений. Тез. докл. гидрохим. совещ. по микрокомпонентам состава натуральных и загрязненных вод. Новочеркасск.
- Каплин В. Т., Фесенко Н. Г., Бабешкина Э. М. и Симеренко В. И. 1964. К вопросу о влиянии температуры на скорость распада одноатомных фенолов в природной воде. Гидрохим. матер., 37.
- Каплин В. Т., Панченко С. Е., Фесенко Н. Г. 1965. О скорости самоочищения природных вод, содержащих одноатомные фенолы в больших концентрациях в зависимости от температуры. Гидрохим. матер., 40.
- Клюнков В. В., Роговская Ц. И., Шнеерсон Л. И. 1954. К вопросу обесфеноливания сточных вод коксохимических заводов путем применения чистых культур фенолразрушающих микробов. Гигиена и санитария, 7.
- Юргенсон И. А. 1962. Исследования влияния промышленных сточных вод на открытые водоемы Эстонской ССР. В кн.: Биол. внутр. водоемов Прибалтики. М.—Л.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В. Е. Синельников, Ю. В. Ершов
и А. Н. Ширшова

ВЫДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПЕНЫ, ОБРАЗУЮЩЕЙСЯ ПРИ ЭКСТРАКЦИИ 4-ХЛОРИСТЫМ УГЛЕРОДОМ

При экстракции 4-хлористым углеродом, хлороформом или эфиром группы веществ, растворяющихся в этих органических растворителях, в делительной воронке между экстрагентом и водой образуется слой иногда весьма устойчивой пены. При обработке сточных вод или вод, отобранных на участках рек ниже выпусков стоков, весь органический растворитель

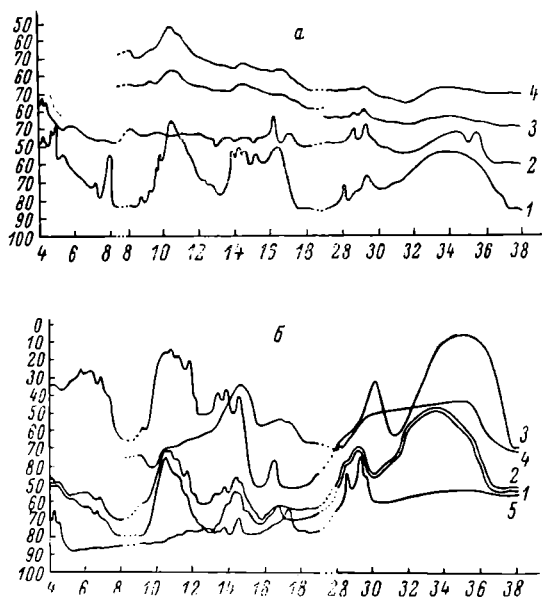
может быть вовлечен в образование пены, так что отделение слоя растворителя от водного слоя даже при многосуточном отстаивании становится невозможным. Пена образуется при наличии в воде поверхностно-активных веществ. Она представляет собой концентрат органических и минеральных веществ (Драчев, Былинкина, 1970). Однако определения отдельных соединений в пене, собранной у берегов и на поверхности воды, не могут быть отнесены к конкретному объему воды. При экстракции же органических веществ в делительной воронке пена образуется в конкретном объеме воды и появляется возможность оценки концентрации извлеченных таким образом веществ.

Пробы отбирали на Волжском плесе Рыбинского водохранилища (Углич, пос. Коприно) и на участках Волги у Рыбинска и Ярославля. Экстракцию проводили в день отбора пробы. Для извлечения веществ, концентрирующихся в пене, проводили последовательную экстракцию из 5—20 л воды в делительной воронке объемом 1 л. Пену отделяли, а растворитель использовали для экстракции следующего объема воды. Объем воды, взятой для экстракции, зависел от интенсивности пенообразования. Общий объем использованного для экстракции CCl_4 составлял 150—450 мл. Для возможно большего пенообразования при экстракции необходимы резкие, сильные встряхивания. О полноте экстракции судили по значительному уменьшению пенообразования после 10-минутного встряхивания воды с органическим растворителем. Каждый объем воды обрабатывали растворителем трехкратно. Все количество использованного растворителя вместе с пеной замораживали, а затем оттапливали. Однократное, а в некоторых случаях двух- и трехкратное замораживание приводило к полному разрушению пены и расслоению ее на пенную жидкость и 4-хлористый углерод. Пенная жидкость имела желтоватый, а при большом содержании поверхностно-активных и окрашенных веществ золотисто-коричневатый цвет. В ней обнаружилось 2 слоя: плотный слой (твердая фаза), в котором концентрировались сгустки коллоидных, взвешенных, а иногда волокнистых веществ, и водный слой. После испарения растворителя регистрировали инфракрасный спектр поглощения каждой фракции. Инфракрасные спектры суммы веществ, сконцентрированных в пене, и отдельных фракций в различных образцах заметно отличались. Здесь приведены их наиболее общие характеристики.

Вес сухого остатка пенной жидкости составлял 1.45—7.9 мг/л. Около половины веществ, выделенных из пены, не растворялось в использованных растворителях, $1/3$ — $1/5$ часть растворялась в щелочи. Отнесение полос к отдельным элементам структуры молекул такой сложной смеси затруднено, поэтому ее разделяли избирательными растворителями. Для веществ, концентрирующихся в пене, характерно присутствие в их молекуле большого количества гидроксильных групп: полоса поглощения в области 3000—3600 см^{-1} (см. рисунок *а, б, 1*). Эти полосы могут быть связаны и с присутствием в сухом остатке гидратов Ca и Mg^{++} . Метильные и метиленовые группы были представлены в несколько меньшем количестве по сравнению с гидрофобными соединениями, экстрагируемыми 4-хлористым углеродом.

Если группа OH не ассоциирована, то полоса располагается в области 3670—3580 см^{-1} . Полоса 3700—3200 см^{-1} в наших спек-

трах весьма широкая (см. рисунок, а, 1; б, 2), что обусловлено межмолекулярной водородной связью. В этой же области поглощает соединения азота группа NH ($3500-3300\text{ см}^{-1}$). Отдельные группы гидрофильных соединений содержат ароматические кольца, что проявляется в скелетных колебаниях группы $-C=C-$ (по-



Инфракрасные спектры поглощения веществ, концентрирующихся в пене из воды.

а — у Рыбинска: 1 — плотный остаток пены, 2 — метанолная фракция, 3 — хлороформная фракция, 4 — нерастворимый остаток; б — у пос. Коприно: 1 — сумма веществ, 2 — волокнистая часть, выделенная из плотного остатка, 3 — целлюлоза, взятая для сравнения, 4 — щелочная фракция, 5 — гидрофобные вещества, растворимые в 4-хлористом углеороде. По оси ординат — поглощение, %; по оси абсцисс — частота, $\text{см}^{-1} \cdot 10^2$.

лосы поглощения 1500 см^{-1} и 1600 см^{-1}). Для суммы соединений, извлеченных из пены (см. рисунок, а, 1; б, 4), характерно интенсивное поглощение в области $1020-1060\text{ см}^{-1}$. В этой области поглощают сульфоксиды. Для группы S—O характерны полосы в области $1060-1040\text{ см}^{-1}$. Таким образом, в результате пенообразования концентрируется группа веществ, представленных соединениями, содержащими углеводородный радикал, одну или несколько кислород-, азот- или серусодержащих групп и гидроксильные радикалы.

Группа веществ, растворимых в 4-хлористом углеороде, была представлена неполярными соединениями, содержащими метиль-

ные и метиленовые группы в виде цепочек (1370 см^{-1} , 1465 см^{-1}), частично в окисленной форме, о чем свидетельствуют полосы поглощения в области 1700 см^{-1} (карбонильная группа $\text{C}=\text{O}$) (см. рисунок, б, 5).

Особый интерес представляло изучение волокнистой части, которая была отделена от остального плотного остатка (см. рисунок, б, 2). Ее спектр совпал со спектром целлюлозы (см. рисунок, б, 3). В обоих спектрах совпадает поглощение серии полос в области $700\text{—}500\text{ см}^{-1}$ и $1250\text{—}1000\text{ см}^{-1}$. Последняя область характерна, в частности, для валентных колебаний групп C—O—N . Наличие полярной связи C—O вызывает появление интенсивной полосы поглощения в интервале $1000\text{—}1200\text{ см}^{-1}$, вызванной участием этой группы в скелетных колебаниях. Их анализ наряду с колебаниями, характерными для сульфонов и сульфоксидов, подтверждает данные С. М. Драчева и соавторов (Драчев и др., 1964; Драчев, Былинкина, 1970) о том, что в пене концентрируется значительное количество поверхностно-активных веществ.

Метанольная фракция пены содержала группу жирных кислот, которые выделены соосаждением с помощью хлорида бария. Неосаждающаяся часть представляла собой сложные эфиры этих кислот. Они легко омылялись и затем также соосаждались хлоридом бария. В ИК-спектре метанольной фракции обнаружались полосы, не связанные с жирными кислотами: полоса 3550 см^{-1} , 3400 см^{-1} , интенсивная полоса в области 1600 см^{-1} . Возможно, некоторые из этих полос (3400 см^{-1} , 1600 см^{-1}) связаны с соединениями азота. Хлороформная фракция включала поверхностно-активные вещества, для которых характерна сложноэфирная группа ($1150\text{—}950\text{ см}^{-1}$). Нерастворимый остаток состоял в большей мере из минеральных соединений терригенной взвеси. В его спектре обнаруживались соединения, содержащие гидроксильную группу, и интенсивная полоса поглощения 1100 см^{-1} , связанная, как показали дополнительные спектры свидетелей, с группой Si—O (гидрат окиси кремния).

ЛИТЕРАТУРА

- Драчев С. М., Былинкина А. А., Гаршенин В. Ф. 1964. Поверхностно-активные вещества в водоемах и их значение. Сб. хим.-технол. инст. в Праге. Технол. воды, VIII, 1.
- Драчев С. М., Былинкина А. А. 1970. Исследование пены как метод обнаружения минеральных и органических веществ, содержащихся в природных водах в малых количествах. В кн.: Химические ресурсы морей и океанов. М.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ПОЛНОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЗВЕСЕЙ
ИЗ ПРИРОДНЫХ ВОД

Условно принято считать ту часть органического вещества (ОВ), которая имеет размеры ≤ 0.5 мкм, взвешенной его фракцией — взвесями (Parsons, Strickland, 1959; Суцения, 1968).

При пользовании мембранными фильтрами обычно применяют минеральные накладки для облегчения съема взвесей с тела фильтра и предупреждения загрязнения собранных взвесей ОВ фильтра. С этой целью применяют углекислый магний ($MgCO_3$), который наносят на мембранный фильтр с размерами пор 0.45 мкм (Parsons, Strickland, 1959; Strickland, Parsons, 1968), размельченное кварцевое стекло, тальк, которые наносят на мембранный фильтр № 6 (Суцения, 1961; Остапеня и др., 1968). Преобладающий размер частиц этих накладок составляет 10—15 мкм (Strickland, Parsons, 1968; Финенко, Остапеня, 1971).

Нами применены накладки из $MgCO_3$ и двуокиси кремния (SiO_2), представляющие собой достаточно однородные порошки; преобладающие размеры частиц были ≈ 20 мкм. Содержание органического углерода (С), определенное по Л. П. Крыловой (1957), составляло в среднем 0.5 мкг/мл в 1%-й суспензии SiO_2 .

Проведенные опыты на природных водах с разным содержанием взвесей и разной цветности показали, что в случае применения мембранного фильтра № 5 параллельные определения значительно различались и при фильтрации удвоенного объема воды «выход» взвешенного С был меньше, чем при одинарном объеме; таким образом, имел место «проскок» взвесей. Кроме того, фильтр был окрашен, что указывало на неполную задержку накладкой взвешенных частиц. В случае пользования мембранным фильтром № 2 параллельные результаты были близкими и вышеуказанного «проскока» взвесей практически не наблюдалось. Однако и в данном случае тело фильтра было окрашенным. Полученные результаты дали основание полагать, что порошок SiO_2 с частицами размером порядка 20 мкм не может обеспечить выделение из воды мельчайших взвешенных частиц, поэтому была приготовлена суспензия SiO_2 , содержащая частицы размером 2—3 мкм. Для этого нагретый при 700° (для освобождения от ОВ) порошок SiO_2 помещали в мерные цилиндры с притертой пробкой объемом 0.5 л по 20 г в каждый. Цилиндры заполняли бидистиллированной водой, суспензию перемешивали, и после суточного отстаивания верхнюю половину суспензии сифонировали в такой же цилиндр. Для окисления остаточного ОВ в суспензию добавляли несколько крупинок перекристаллизованного персульфата калия (Бикбулатов и др., 1969). Частицы SiO_2 полученной суспензии преимущественно имели размер 2—3 и не более 5 мкм. Содержание С в 20 мл

этой суспензии не превышало 5 мкг. На разных водах проведены опыты по выделению взвешенного вещества на таких частицах SiO_2 (см. таблицу).

Из приведенных данных следует (см. таблицу), что практически все органические взвеси задерживаются на накладке SiO_2 с частицами 2—3 мкм; фильтр остается белым. Наблюдаемая убыль цветности, составляющая около 20% от исходной, по-видимому, обусловлена осаждением окрашенных гумусовых частиц на порошке SiO_2 . Данное соображение подтверждается следующим: а) при фильтрации цветных вод через мембранный фильтр № 2 с накладкой и без нее убыль цветности и С одинаковы; при последующем промывании фильтра 20 мл вымывание ОВ незначительно; б) повторная фильтрация цветных вод через новую порцию SiO_2 практически не изменяет цветности первого филътрата; в) при фильтрации разных объемов вод и при использовании разных количеств SiO_2 цветность филътратов практически одинакова.

Оценки полноты выделения взвешенного вещества путем фильтрации через мембранный филътр № 2 с накладкой SiO_2 с частицами 2—3 мкм, мг С/л

Исследуемая проба	Торфяная вытяжка, цветность 78, град.		Торфяная вытяжка, цветность 40, град.		Вода Рыбинского водохранилища, цветность < 15, град.		Вода талого снега	
	50	100	50	100	50	100	50	100
С в исходной воде	31.3	31.3	25.3	25.3	5.6	5.6	3.7	3.7
С в филътрате	24.1	24.4	21.6	20.5	4.4	4.1	1.7	1.7
С во взвеси на SiO_2	8.6	7.6	3.6	3.8	1.2	1.2	1.8	2.1
С в филътрате и во взвеси на SiO_2	32.7	32.0	25.2	24.3	5.6	5.3	3.5	3.8
С во взвеси, задержанной мембранным филътром	—1.4	—1.1	0.1 (0%)	1.0 (4%)	0.0 (0%)	0.3 (5%)	0.2 (5%)	—0.1
Цветность филътратов в градусах	61	61	34	33				
и процентах от исходной	78	78	86	83				

В заключение отметим, что подсушенная в бьюксах, предохраняемых от попадания пыли, при комнатной температуре в течение 1—2 час. накладка SiO_2 со взвесью легко отслаивается от мембранного филътра и ее сторона, обращенная к филътру (как и

сам фильтр), не окрашивается. Мембранный фильтр после обычной подготовки можно повторно использовать. Фильтрация с накладкой SiO_2 проходит быстрее, чем при одном мембранном фильтре. Как показал микроскопический анализ фильтрата, основная масса частиц, находящихся в нем, не превышает 0.2—0.4 мкм.

Таким образом, предлагаемый способ гарантирует полноту выделения взвешенного вещества, размеры частиц которого больше 0.4 мкм, и оно не обогащается ОВ самого мембранного фильтра. Судя по уменьшению цветности в фильтратах, имеет место некоторая задержка гумусовых частиц на SiO_2 ; к сожалению, еще нет ясного представления об их размерах (Christman, 1967).

ЛИТЕРАТУРА

- Бикбулатов Э. С., Скопинцев Б. А., Бикбулатова Е. М. 1969. Определение органического углерода в пресных водах персульфатным методом. В кн.: Матер. к совещ. по прогнозированию содержания биогенных элементов и органического вещества в водохранилищах. Рыбниск.
- Крылова Л. П. 1957. Определение углерода органического вещества природных вод методом сухого сжигения. Гидрохим. матер., 26.
- Остапеня А. П., Павлютин А. П., Бабицкий В. А., Инкина Г. А. 1968. Трансформация энергии пищи некоторыми видами планктонных ракообразных. Журн. общей биол., 29, 3.
- Сущенко Л. М. 1961. Некоторые данные о количестве сестона в водах Эгейского, Ионического и Адриатического морей. Океанол. I. 4.
- Сущенко Л. М. 1968. Детрит и его роль в продукционном процессе в водоемах. Гидробиол. журн., IV, 2.
- Финенко З. З., Остапеня А. П. 1971. Вертикальное распределение взвешенного органического вещества в тропических водах южного полушария Тихого океана. В кн.: Функционирование пелагических сообществ тропических районов океана. М.
- Christman R. F. 1967. Report of Research Committee on Color Problems. J. Amer. Water Works Assoc., 59, 8.
- Parsons T. R., Strickland I. D. H. 1959. Proximate Analysis of Marine Standing Crops. Nature, 184, 4704.
- Strickland I. D. H., Parsons T. R. 1968. A practical handbook of Seawater Analysis. Fish. Res. Board Canada. Ottawa.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А. М. Смирнов и А. С. Литвинов

ЗОНД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ И ГЛУБИНЫ ВОДОЕМА

При вычислении теплового баланса водоемов, исследовании их химического и газового режимов, биологических процессов, перемешивания и целого ряда других вопросов необходимо знание вертикальной структуры вод водоема. Детальное же

исследование структуры температурного поля возможно только при применении автоматизированных регистрирующих систем, позволяющих с наименьшей затратой времени производить регистрацию вертикального распределения температуры воды. С этой целью в Институте биологии внутренних вод АН СССР в 1971 г. изготовлен специальный зонд, позволяющий производить одно-временную запись температуры и глубины водоема.

Зонд представляет собой текстолитовое основание, на котором укреплены датчик температуры и датчик глубины (рис. 1). Датчик температуры — электрический термометр сопротивления из мед-

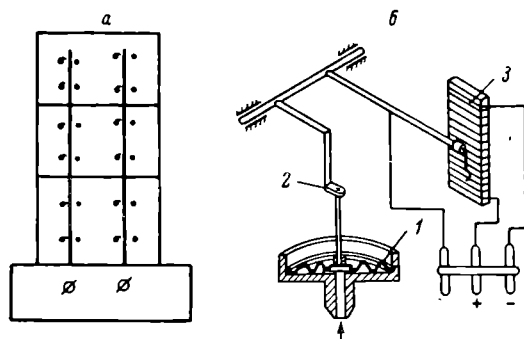


Рис. 1. Принципиальные схемы датчиков.

а — для измерения температуры воды; б — для измерения глубины водоема. 1 — чувствительный элемент; 2 — множително-передаточный механизм; 3 — потенциометр.

ной проволоки диаметром 0.01 мм. Вследствие малого диаметра проволоки инерционность датчика невелика: его постоянная времени не превышает 0.1 сек. Датчик рассчитан на диапазон измерения от 0 до 50° при собственном электрическом сопротивлении 69 ом и допустимом токе 2 ма. Габаритные размеры датчика 18×30×40 мм, вес 25 г. Точность измерения температуры составляет 0.1°.

Датчик глубины водоема — манометрический потенциометрический датчик гидростатического давления типа МДД-0-2. Чувствительный элемент датчика — металлическая мембрана. Собственная частота колебаний подвижной системы датчика составляет 50—60 гц. Вследствие этого датчик не вносит динамических искажений в результаты измерений при относительно небольших скоростях его погружения и подъема. Датчик состоит из следующих основных элементов: чувствительного элемента для превращения изменения глубины в изменения деформации мембраны; множително-передаточного механизма для усиления деформации центра мембраны и потенциометра, служащего преобразователем деформации мембраны в изменение электрического сопротивления.

Диапазон измерения датчика 0—20 м. Электрическое сопротивление потенциометра равно 1600 ом при изменяемой части около 1000 ом. Вес датчика равен 100 г, а габаритные размеры — 30×60 мм. Точность датчика равна 2%.

Регистрирующая система зонда состоит из мостовых измерительных схем и серийного многоканального светолучевого осциллографа типа К12-21. Для питания измерительных схем применен полупроводниковый стабилизатор напряжения постоянного тока типа ПСН-6, который преобразует напряжение питания в $27.5 \pm \pm 2.75$ в выходное напряжение величиной 6 ± 0.015 в. Наибольший выходной ток стабилизатора равен 400 ма при потребляемом токе в 0.7 а. Габаритные размеры стабилизатора $177 \times 108 \times 86$ мм, его вес 1.9 кг. Тарировка комплекса измерительной системы произведена в лабораторных условиях.

Описанный зонд применен при исследованиях на Иваньковском водохранилище в районе сброса подогретых вод Конаковской ГРЭС в июле 1971 г. Опускание зонда производилось при помощи гидрологической лебедки с гидравлическим приводом. Запись температуры и глубины осуществлялась с помощью осциллографа. Конструкция лебедок позволяла производить опускание зонда со скоростью от 2 до 30 м/мин. Для выяснения влияния скорости опускания зонда на качество получаемых результатов произведены записи температуры и глубины на всем диапазоне скоростей с борта судна, стоящего на двух якорях в точке с глубиной в 14 м. Одновременно с этим производились измерения температуры воды через каждый метр глубины с помощью обычно применяемых в лаборатории гидрологии приборов. Расшифровка

Сопоставление данных наблюдений за температурой воды с помощью зонда и термистора ММТ-4

Но- мера стан- ций	Тип прибора	Глубина, м									
		1	2	3	5	6	7	8	9	10	
1	Зонд	20.3	20.3	20.2	19.7	19.2					
		20.3	20.3	20.3	19.6	19.1	—	—	—	—	
	Термистор . . .	20.4	20.3	20.2	19.9	19.3		—	—	—	
		19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.4	19.3	19.0	18.8	
2	Зонд	19.5	19.5	19.5	19.5	19.4	19.4	19.4	19.1	18.8	
		19.6	19.6	19.5	19.5	19.6	19.5	19.5	19.2	18.9	
	Термистор . . .	19.2	19.2	19.2	19.1	19.2	19.0	18.9	18.0	17.8	
		19.2	19.2	19.2	19.1	19.2	19.0	18.7	18.1	17.7	
3	Зонд	19.4	19.3	19.3	19.1	19.0	19.0	18.6	18.1	17.9	
		19.4	19.3	19.3	19.1	19.0	19.0	18.6	18.1	17.9	

Примечание. В числителе — при опускании зонда, в знаменателе — при подъеме зонда.

записи показала, что в указанном диапазоне скоростей опускания зонда никаких изменений в получаемых результатах измерения температуры не наблюдается, а сопоставление с результатами измерения другими приборами дало хорошую сходимость данных (см. таблицу).

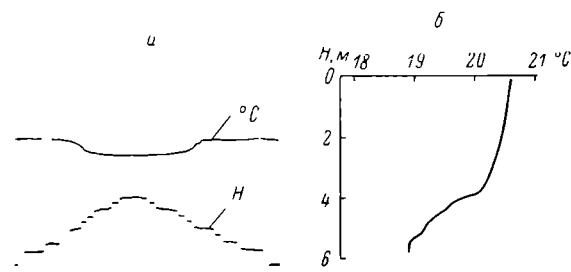


Рис. 2. Образец записи температуры воды ($^{\circ}\text{C}$) и глубины водоема (H) на ленте осциллографа (а) и ее расшифровка (б).

При работе зондом запись температуры и глубины ведется дважды — во время опускания и подъема. Это исключает возможность появления случайных ошибок в измерении температуры. Образец записи, получаемой с помощью зонда, и его расшифровка представлены на рис. 2. Во время проводимых исследований зонд работал надежно и случаев потерь информации не было. Применение зонда значительно ускорило процесс выполнения термической съемки исследуемого участка, а наличие непрерывной записи на каждой станции позволило выявить некоторые особенности в структуре температурного поля.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ИНФОРМАЦИЯ

Пятое совещание участников работ по Международной биологической программе секции пресных вод (Г. Г. Вишберг и И. М. Распопов)	3.
---	----

СООБЩЕНИЯ

В. И. Романенко, Н. А. Пантева. Развитие бактерий на воде с минимальным содержанием органического вещества, полученной после облучения ультрафиолетом	6
Л. М. Чердынцев. Общее количество бактерий в водохранилищах на р. Маныч	9
И. М. Балон и Г. В. Кузьмин. Фитопланктон Моложского и Главного плёсов Рыбинского водохранилища в 1969 г. Сообщение II	11
В. И. Романенко. Связь между интенсивностью фотосинтеза при равномерном распределении водорослей в толще воды и прозрачностью по диску Секки	15
В. А. Экзерцев. О растительности Куйбышевского водохранилища	18
В. М. Садырин. Данные по бентосу р. Вятки	22
Б. Ф. Жуков. <i>Amastigomonas caudata</i> sp. n. (подотряд <i>Bodonina</i> Holl., отряд <i>Kinetoplastida</i> Honingberg, класс <i>Zoomastigophorea</i> Calkins, <i>Protozoa</i>)	25
Е. Б. Павельева. Эффективность потребления жгутиковых <i>Pleuromonas</i> некоторыми ракообразными	26
А. И. Шилова. Об идентичности видов <i>Fleuria lacustris</i> Kieff. и <i>F. nigra</i> Kieff. (<i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i>)	29
В. Е. Матей. Восстановление функций центральной нервной системы гуппи после действия фенола	33
Ф. И. Межнин. Интерреаловые тельца и хромафинная ткань осетровых	37
И. В. Трофимова и В. Р. Микряков. Функционирование иммунологической системы карасей при разной температуре	44
Т. Г. Лосева. Экспериментальные исследования влияния температуры на паразитофауну густеры	47
О. Ф. Кондрацова и Н. П. Смирнов. Об изменениях периода и амплитуды квазидвухлетнего цикла в стоке рек СССР	51
А. С. Литвинов. О расчете длины и глубины клина холодной воды в Мошковичском заливе Иваньковского водохранилища	54
	73

Г. Л. Марголина. Интенсивность распада органического вещества в Рыбинском водохранилище	57
Т. Ф. Микрякова и Н. П. Клайн. Влияние различных доз минерального азота на разрушение фенола в природной воде	61
В. Е. Синельников, Ю. В. Ершов и А. Н. Ширшова. Выделение органических веществ из пены, образующейся при экстракции 4-хлористым углеродом	63
Ю. В. Ларионов и Б. А. Скопинцев. Полное выделение органических взвесей из природных вод	67
А. М. Смирнов и А. С. Литвинов. Зонд для измерения температуры воды и глубины водоема	69

I N F O R M A T I O N

The fifth meeting of the participants of the IBP, fresh water section (G. G. Vinberg and I. M. Raspopov)	3
---	---

A R T I C L E S

V. I. Romanenko, N. A. Lapteva. Development of bacteria on water with minimal content of organic matter obtained after irradiation with ultraviolet	6
L. M. Cherdyntseva. Total number of bacteria in the Manych reservoirs	9
I. M. Balonov and G. V. Kuzmin. The phytoplankton of the Molozhsky and the Main parts of the Rybinskoe reservoir. Communication II	11
V. I. Romanenko. A connection between the intensity of photosynthesis and transparency measured by the Secchi disc by uniform vertical distribution of algae	15
V. A. Eksertsev. The vegetation of the Kuibyshevskoe reservoir	18
V. M. Sadyrin. Data on the benthos of the Vyatka river	22
B. F. Zhukov. <i>Amastigomonas caudata</i> sp. n. (suborder <i>Bodonina</i> Holl, order <i>Kinetoplastida</i> Honingberg, class <i>Zoomastigophora</i> Calkins, <i>Protozoa</i>)	25
E. B. Pavelieva. The efficiency of consuming the flagellates <i>Pleuromonas</i> by some crustaceans	26
A. I. Shilova. On the identity of the species <i>Fleuria lacustris</i> Kieff. and <i>F. nigra</i> Kieff. (<i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i>)	29
V. E. Matei. Restoration of functions of central nervous system in <i>Lebistes reticulatus</i> Pet. after influence of phenol	33
F. I. Mezhnin. Interrenal bodies and chromaphine tissue in sturgeon fishes	37
L. V. Trofimova and V. P. Mikryakov. Functioning of immunologic system of <i>Carassius carassius</i> at different temperatures	44
T. C. Loseva. An experimental study of the influence of temperature on the parasites of <i>Blicca bjoerkna</i>	47
O. F. Kondratsova and N. P. Smirnov. On changes of period and amplitude of pseudobiennial cycle in the flow of the USSR rivers	51
A. S. Litvinov. On calculation of length and depth of the cold water wedge in the Moshkovichski bay of the Ivankovskoe reservoir	54
	75

G. L. Margolina. Intensity of decomposition of organic matter in the Rybinskoe reservoir	57
T. F. Mikryakova and N. P. Klain. The influence of various doses of mineral nitrogen on decomposition of phenol in natural water	61
V. E. Sinelnikov, Yu. V. Ershov and A. N. Shirsheva. Isolation of organic substances from foam, formed when extracting with a help of carbon tetrachloride	63
Yu. V. Larionov and B. A. Skopintsev. Complete isolation of organic suspensions from natural waters	67
A. M. Smirnov and A. S. Litvinov. A sound for measuring water temperature and depth	69

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 19

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

Редактор издательства Л. М. Маковская
Технический редактор Н. И. Каплунова
Корректор Л. В. Субботина

Сдано в набор 8/X 1974 г. Подписано к печати 29/I 1975 г. Формат бумаги 60×90¹/₁₆. Бумага № 2. Печ. л. 4³/₄ = 4³/₄ усл. печ. л. Уч.-изд. л. 4.90. Изд. № 6016. Тип. зак. № 1530. М-33537. Тираж 800. Цена 33 коп.

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