

31.385

06

ИБ ВВ

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

23

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

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ
№ 23



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Ленинград • 1974

Редакционная коллегия:

Н. В. Буторин (главный редактор), *Б. А. Вайнштейн*,
М. М. Камшилов, *Ф. Д. Мордухай-Болтовской* (ответ-
ственный за выпуск), *А. Г. Поддубный*, *В. И. Романенко*,
Б. К. Штегман, *В. А. Экзерцев*

Б $\frac{21009-510}{055(02)-74}$ Без объявления

© Институт биологии внутренних вод АН СССР, 1974

26 апреля 1973 г., не дожив двух недель до 70 лет, скончался профессор, доктор биологических наук Борис Сергеевич Кузин. Его родные, друзья, Институт биологии внутренних вод АН СССР и все знавшие его энтомологи Советского Союза понесли тяжелую утрату.

Борис Сергеевич был незаурядным человеком — тонкий ум и душевная доброта сочетались в нем с широким образованием. Он свободно владел многими европейскими языками, прекрасно знал литературу (не только научную, но и художественную), отлично разбирался в живописи и был глубоким знатоком и ценителем музыки, особенно классической. Но для многочисленных учеников и сотрудников Бориса Сергеевича, пожалуй, наиболее важным было то, что он сам называл своей «главной профессией», — организация научных исследований. При этом благодаря скромности и такту руководство Б. С. Кузина никогда не ощущалось как давление, а всегда лишь как дружеский и мягкий совет.

В 1920 г. Борис Сергеевич поступил на естественное отделение физико-математического факультета Московского университета, которое закончил в 1924 г. по специальности «зоология описательная». Будучи студентом, он под руководством профессора Г. А. Кожевникова занимался систематикой насекомых и одновременно принимал активное участие в работе теоретических научных кружков. Первая его печатная работа вышла в свет в 1923 г. и была посвящена фауне водяных жуков окрестностей Мурома. Свой интерес к представителям этого отряда Борис Сергеевич сохранил на всю жизнь. Правда, с 1930 г. он занимался преимущественно жуками-нарывниками, которым, между прочим, была посвящена его докторская диссертация. Кроме жуков, Б. С. Кузин исследовал биологию червецов и бабочек-совок, описал ряд новых видов паразитических перепончатокрылых (ихневмонид) и хищных клещей (хейлетид), установил новый род и ряд подродов жуков-нарывников.

Первые 10 лет после окончания университета Борис Сергеевич поддерживал тесную связь с Зоологическим музеем МГУ,

работал сначала старшим научным сотрудником Государственного Тимирязевского института, а затем старшим научным сотрудником Зоологического института МГУ. Потом Б. С. Кузин переехал в Казахстан, где занимался преимущественно сельскохозяйственной энтомологией сначала на Шортандинской сельскохозяйственной опытной станции Казахского института земледелия, в дальнейшем на Республиканской станции защиты растений Казахского филиала ВАСХНИЛ. Здесь он выполнил фундаментальную работу по изучению биологии и разработке мер борьбы с акмолинской зерновой совкой, за что ему была присуждена ученая степень кандидата сельскохозяйственных наук (1944 г.). Эта работа имела большое хозяйственное значение, так как послужила основой для ряда практических мероприятий против важного сельскохозяйственного вредителя. Здесь же им была подготовлена диссертация (защита в 1951 г.) на соискание ученой степени доктора биологических наук.

В 1945 г. Б. С. Кузин занял должность заместителя директора по научной части Станции защиты растений в Алма-Ате, где впервые проявился его выдающийся талант научного организатора. Под его руководством Станция превратилась в первоклассное научное учреждение, впоследствии реорганизованное в институт. Под его редакцией начали выходить труды Станции, сразу привлечшие к себе внимание специалистов.

В 1953 г. директор Биологической станции АН СССР «Борок», дважды Герой Советского Союза И. Д. Папанин пригласил Б. С. Кузина на должность своего заместителя по научной части. Через 3 года станция была реорганизована в институт, и началось его бурное развитие. Содружество двух выдающихся организаторов, административного — И. Д. Папанина и научного — Б. С. Кузина, не замедлило сказаться на росте Института. Из мало кому известного учреждения он превратился в головной институт по ряду ведущих проблем, разрабатываемых Отделением биологических наук АН СССР и Госкомитетом по науке и технике при Совете Министров СССР.

Одновременно с общим руководством научной деятельностью Института Борис Сергеевич долгие годы оставался руководителем лаборатории зоологии, в которой проводились исследования по биологии, морфологии и систематике водных насекомых и клещей. Сам Борис Сергеевич продолжал живо интересоваться вопросами систематики и опубликовал в 1962 г. статью «О низших таксономических единицах».

Практическая и теоретическая работа Б. С. Кузина в области систематики снискала ему глубокое уважение специалистов, выразившееся, между прочим, и в том, что его именем названы род и несколько видов клещей и насекомых.

Под его руководством и редакцией вышло в свет 27 выпусков научного бюллетеня, 23 тома трудов Института и 9 моно-

графий, в том числе коллективная монография «Рыбинское водохранилище и его жизнь» (1972). Последняя опубликованная статья Бориса Сергеевича — «О некоторых очередных задачах гидробиологии» — продолжает служить теоретическим руководством для его многочисленных учеников и сотрудников в Институте биологии внутренних вод АН СССР.

Здесь уместно остановиться на редакционной деятельности Б. С. Кузина. Публикация научной работы — завершающий и, возможно, наиболее ответственный этап научного исследования. Между тем многие авторы, молодые — в большинстве, не уделяют должного внимания подготовке своих статей. Борис Сергеевич, будучи сам блестящим стилистом и глубоко зная содержание статьи, не только замечал все недостатки написанного, но и мог бы переписать статью значительно лучше автора. Однако он никогда не делал этого. Не ограничивался он и простым исправлением ошибок. Подолгу беседуя с каждым автором, разбирая и разъясняя его ошибки, он внимательно и терпеливо учил начинающих (и не только начинающих) сотрудников писать правильно и хорошо. Многие сотрудники Казахской СТАЗР и Института биологии внутренних вод АН СССР с благодарностью вспоминают уроки написания научных статей, деликатно преподанные Борисом Сергеевичем. И не только уроки написания. Б. С. Кузин много сил, времени и энергии уделял подготовке научных кадров. Под его прямым или косвенным влиянием вырос целый ряд успешно работающих научных сотрудников, навсегда сохранивших добрую память о нем.

Список основных научных трудов Б. С. Кузина

- Водяные жуки окрестностей Муром. — Работы Окской биол. ст., 1923, 2, 5, с. 96—105.
- Очерки по истории эволюции. — Изд. «Красная новь», М., 1924, 203 с. Соавторы Е. С. Смирнов и Ю. М. Вермель.
- К географической изменчивости в роде *Mylabris* Fabr. (*Coleoptera*, *Meloidae*). — Русск. энтомол. обозр., 1927, 21, 1—2, с. 17—26.
- О зависимости между продолжительностью питания и размерами признаков у падальной мухи *Calliphora vomitoria* Mg. Тр. Гос. Тимирязевского науч.-исслед. ин-та, 1927, экол. отд., сер. I, отд. 4, вып. 2, с. 31—58.
- Кризис преформизма. В кн.: Преформизм или эпигенезис. Изд. Гос. Тимирязевского биол. ин-та, 1928, с. 51—61.
- Über einiger von Motschulsky beschriebenen *Mylabris*-Arten — *Entomol. Mitteilungen*, 1930.
- Algunos Meloudus nuevos de Marruecos* Espanol. EOS, 1931.
- Давящие кармин насекомые в СССР и задачи их изучения. — Сов. краеведение, 1931, 6, с. 35—38.
- Развитие и образ жизни червецов рода *Margarodes*. — Бюлл. Науч.-исслед. ин-та зоол. МГУ, 1932, 1, с. 21—24.
- Über den Bau der Mandibeln die *Buistrychus capucinus*-Larve. — *Zool. Anz.*, 1933.
- Г. А. Кожевников (некролог). Зоол. журн., 1933, 12, 4, с. 3—4.

- Этюды по систематике *Mylabris* (Coleoptera, Meloidae). — Сб. тр. Зоол. музея МГУ, 1934, 1, с. 157—159.
- Биологический и морфологический параллелизм стадий развития гиперметаморфоза насекомых. — Уч. зап. МГУ, 1935.
- Этюды по систематике нарывников. I. *Mylabris calida* Pall. — Сб. тр. Зоол. музея МГУ, 1934, 1, с. 157—159.
- Новый вид рода *Psammocryptus* из Средней Азии. — Сб. тр. Зоол. музея МГУ, 1934, 1, с. 160.
- К вопросу о хранении, обработке и постановке энтомологических коллекций в музеях. — Сов. музей, 1935, 3, с. 79—82.
- Новые виды хищных клещей сем. *Cheyletidae*. — Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, 1940.
- Акмолинская зерновая совка. — Бюлл. Казахск. ин-та земледелия, 1940, 9—10, с. 29—32.
- Акмолинская зерновая совка и борьба с ней. Дисс. на соиск. уч. степ. канд. биол. наук, 1944.
- О контактном действии на насекомых мышьяковых препаратов. — Бюлл. Казахск. ин-та земледелия, 1946.
- Новые виды наездников сем. *Ichneumonidae* из Заилийского Алатау. — Изв. АН КазССР, сер. зоол., 1947.
- Новый вид наездников-паразитов яйцевых коконов пауков. Изв. АН КазССР, сер. зоол., 1948, 63, 8, с. 212—214.
- Новые виды наездников (*Hymenoptera, Ichneumonidae*). — Энтомол. обозр., 1950, 31, 1—2, с. 247—253.
- Жуки-нарывники Казахстана. — Дисс. на соиск. уч. степ. докт. биол. наук. Зоол. ин-т АН СССР, Л., 1951.
- Итоги исследовательских работ республиканской станции защиты растений Казфилиала ВАСХНИЛ по возбудителям и болезням кендыря. — Тр. совещ. при ВАСХНИЛ по борьбе с вредителями и болезнями лубяных культур, 1951. Соавтор Л. Д. Казенас.
- Жуки-нарывники Казахстана. — Тр. Респ. ст. защиты раст. Казфилиала ВАСХНИЛ, 1953, 1, с. 72—152.
- Сортные особенности цветения пшеницы в связи с ее пораженностью пыльной головней. — Тр. Респ. ст. защиты раст. Казфилиала ВАСХНИЛ, 1953, 1, с. 171—178. Соавтор Е. И. Ишпайкина.
- К познанию системы нарывников (Coleoptera, Meloidae, Mylabrini). Тр. Всесоюз. энтомол. общ-ва, 1954, 44, с. 336—379.
- Задачи биологических исследований на водохранилищах. — Вестн. АН СССР, 1955, 8, с. 20—25.
- Проблемы биологии внутренних вод. — Вестн. АН СССР, 1957, 12, с. 96—98. Соавтор В. И. Жадин.
- О низших таксономических категориях. — В кн.: Вопр. общей зоол. и мед. паразитол., М., Медгиз, 1962, с. 138—154.
- И. Д. Папанин — организатор и руководитель Института биологии внутренних вод АН СССР. Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 9 (12). Биол. процессы во внутр. водоемах, 1965, с. 5—18.
- О некоторых очередных задачах гидробиологии. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 12 (15). Планктон и бентос внутр. водоемов, 1966, с. 3—9.

Список книг, отредактированных Б. С. Кузиным

- Тр. Респ. ст. защиты раст. Казахск. филиала ВАСХНИЛ, 1953, 1.
- Тр. биол. ст. «Борок» АН СССР, 1955, 1958, 2, 3.
- Тр. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1959—1963, 1 (4)—5 (8).
- Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1963—1971, 6 (9)—21 (24).
- Тр. VI совещ. по проблемам биол. внутр. вод. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1959.

Бюлл. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1958—1962, 1—13.
Биол. внутр. вод. Информ. бюлл. АН СССР, 1—13 и 15.

- Ф. Д. М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й. Каспийская фауна в Азово-Черноморском бассейне. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1960.
- Б. В. К р а ю х и н. Физиология пищеварения пресноводных костистых рыб. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1963.
- С. И. К у з н е ц о в, В. И. Р о м а н е н к о. Микробиологическое изучение внутренних водоемов. Лабораторное руководство. М., Изд-во АН СССР, 1963.
- Материалы по биологии и гидрологии Волжских водохранилищ. Сб. статей. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1963.
- Биология дрейссены и борьба с ней. Сб. статей. М.—Л., «Наука», 1964.
- А. Г. П о д д у б н ы й. Экологическая топография популяций рыб в водохранилищах. Л., «Наука», 1971.

КООРДИНАЦИОННОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ВОДНОЙ ТОКСИКОЛОГИИ

24—26 апреля 1973 г. в Институте биологии внутренних вод АН СССР (пос. Борок) состоялось первое координационное совещание учреждений-соисполнителей задания ГКНТ СМ СССР 0.01.330-6: «Установить закономерности действия токсических веществ на экосистемы водоемов и водотоков с целью охраны чистоты воды и управления биологическими процессами в водоемах и водотоках».

В совещании участвовали представители следующих учреждений: Институт гидробиологии АН УССР (головная организация), Институт биологии внутренних вод АН СССР, Гидрохимический институт, Московский государственный университет, Петрозаводский государственный университет, Центральная лаборатория охраны природы МСХ СССР, ВНИИПРХ, Институт биологии АН ЛатвССР, Институт озероведения АН СССР, ГосНИОРХ, КаспНИРХ, АзНИРХ, ВНИИВО, Мосводоканал, Госводоинспекция Верхнего Днестра, Грузинское отделение ВНИРО, Иркутский государственный университет, Укргипроводхоз, Комиссия АН СССР по разработке проблем охраны природных вод.

Был заслушан обзорный доклад научного куратора задания кандидата биологических наук Л. П. Брагинского на тему «Основные работы институтов-исполнителей за 1971—1972 гг. по теме 0.01.330-6», сообщения представителей учреждений-соисполнителей о ходе выполнения конкретной тематики, а также 29 научных докладов.

Обсуждались следующие проблемы: 1) механизм действия токсикантов на водные организмы и популяции гидробионтов; 2) моделирование и исследование токсических эффектов на уровне экосистемы; 3) токсикологические исследования на водоемах различных природно-географических зон СССР; 4) биологическая деструкция фенола.

Выступавшие в прениях отметили значительную работу, проведенную головным институтом и учреждениями-соисполнителями.

В решении координационного совещания указывалось на большую перспективность для разработки задания 0.01.330-б работ по токсикологии фенолов, пестицидов, нефти, изучению физиолого-биохимических механизмов действия токсикантов на водные объекты, математическому моделированию действия токсикантов на водные экосистемы. Одобрение и поддержку имели работы Института биологии внутренних вод АН СССР и Института гидробиологии АН УССР, направленные на разработку методов детоксикации опасных загрязнителей в водоемах.

Были отмечены и недостатки в работе учреждений. Главнейшие из них следующие: недостаточное внимание, уделяемое проблемам биологической детоксикации загрязнителей, а также методике токсикологических исследований, ограниченность масштабов региональных исследований по токсичности загрязненных вод, слабая координация работ учреждений, занимающихся проблемой загрязнения водоемов нефтью, отсутствие исследований по влиянию на экосистемы водоемов и водотоков мощных средств. Совещание постановило обратить внимание институтов-соисполнителей раздела «б» задания 0.01.330 на необходимость усиления исследований по биологической детоксикации загрязнителей и региональному действию токсикантов на экосистемы различных природно-географических зон СССР, увязать работы по действию нефтяных загрязнений на водоемы, ведущиеся в учреждениях по указанному заданию, с исследованиями, проводящимися в учреждениях Минрыбхоза СССР.

Совещание обратилось к ряду учреждений с просьбой об оказании помощи в решении некоторых организационных, методических и кадровых вопросов.

М. М. Камшилов

Окисление фенола культурой *Ps. denitrificans*

Вариант опыта			Продолжи- тельность окисления, сутки	Процент окисленного фенола	Вариант опыта	Продолжи- тельность окисления, сутки	Процент окисленного фенола
Фенол 25 мг/л, лимонная кислота 2.5 г/л			7	44	Фенол 25 мг/л	4	100
53 »	2.5 »		7	56	53 »	4	100
94 »	2.5 »		8	97	100 »	5	100
320 »	2.5 »		8	90	185 »	8	100
320 »	5 »		11	82	375 »	8	100

ется лишь частично: 25 мг/л за 7 суток на 44%, 53 мг/л за 7 суток на 56%, 94 мг/л за 8 суток на 97%. Концентрация 320 мг/л фенола окисляется за 8 суток на 90% при наличии 2.5 г/л лимонной кислоты, 5 г/л лимонной кислоты — на 82% за 11 суток. Изменение pH среды в щелочную сторону по сравнению с контролем, а также появление нитритов и нитратов говорят о том, что деструкция органического вещества сопровождается процессом денитрификации. Изменение pH от 7.1 до 8.9 наблюдается в вариантах с 5 г/л лимонной кислоты, а также с лимонной кислотой и 320 мг/л фенола. На средах с одним фенолом происходит незначительное подщелачивание среды, не превышающее 8.0. Наиболее интенсивное образование нитритов имело место при наличии в среде одной лимонной кислоты, а также лимонной кислоты и фенола. Очевидно, в вариантах с одним фенолом денитрификация происходит менее интенсивно. Присутствие лимонной кислоты в среде замедляет окисление фенола культурой.

Таким образом, обе изученные культуры обладали способностью разлагать фенол как единственный источник углерода в среде, так и в присутствии других органических веществ — глюкозы для *Az. agile* и лимонной кислоты для *Ps. denitrificans*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мпшустин Е. Н., Шильникова В. К. Биологическая фиксация атмосферного азота. М., «Наука», 1968.
2. Корсакова М. П. Денитрифицирующие бактерии (обзор). — Микробиол., 1948, 17, 6.
3. Кузнецов С. И., Ромащенко В. И. Микробиологическое изучение внутренних водоемов (лабор. руководство). М.—Л., 1963.

4. Путилина Н. Т., Квитницкая Н. Н., Костовецкий Я. И. Микробный метод обесфеоливания сточных вод. Киев, 1964.
5. Pawlaczuk M. Effect of Glucose and Urea on the Rate of Phenol Degradation by *Pseudomonas fluorescens*. Acta mikrobiol. polon., 1965, 14.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А. И. Саралов, В. Я. Костяев

ИНТЕНСИВНОСТЬ ФИКСАЦИИ МОЛЕКУЛЯРНОГО АЗОТА СИНЕЗЕЛЕННЫМИ ВОДОРОСЛЯМИ И БАКТЕРИЯМИ

Литературные данные об интенсивности фиксации атмосферного азота синезелеными водорослями и бактериями разноречивы. Это объясняется тем, что применялись различные методы анализа, опыты велись в разных условиях, а также отличались принципы пересчета. Так, синезеленые водоросли за два месяца на свету могут фиксировать в среднем до 5 мг азота на 100 мл среды, большинство культур азотобактера усваивает не более 10 мг молекулярного азота, а *Clostridium* — до 5 мг азота на 1 г потребленного источника углерода [1]. Сравнительное изучение азотфиксирующих синезеленых водорослей, выделенных из разных почв СССР [4], показало, что штаммы *Stratonostac linckia*, *S. mucosum* и *Tolypathrix tenuis* обладают приблизительно одинаковой способностью к фиксации азота, но вследствие разной скорости роста абсолютное количество фиксированного азота колеблется у разных штаммов в значительных пределах. Цель настоящей работы — определение ацетиленовым методом интенсивности фиксации молекулярного азота в расчете на одну клетку в час у 16 видов и форм синезеленых водорослей и бактерий *Azotobacter chroococcum*, *Clostridium butyricum*.

Интенсивность фиксации азота атмосферы определяли у монокультур синезеленых водорослей, выделенных пами в разное время из Рыбинского водохранилища (ст. Коприно) или из аквариумов с водой из водохранилища. Эпифитная водоросль *Stratonostoc linckia* f. была выделена с поверхности листьев наяды (*Najas tenuissima*). *Oscillatoria* sp. выделялась также с наяды, но местом локализации этой водоросли были клетки корешков растения. Водоросли культивировали на безазотистой среде М [3].

Azotobacter chroococcum и *Clostridium butyricum* выделены в накопительные культуры из илов Рыбинского водохранилища. Азотобактер культивировали на среде Эшби, а *Clostridium* — на среде Виноградского.

Азотфиксирующую способность микроорганизмов определяли ацетиленовым методом, детально разработанным Харди с соавторами [6]. Этот метод основан на том, что биохимический процесс восстановления ацетилена до

этилена ведется с помощью тех же ферментов, что и процесс восстановления молекулярного азота до аммиака. В опытах использовали 7—10-дневные культуры синезеленых водорослей и 1—3-суточные культуры *Clostridium*. Азотобактер брали на анализы по стадиям его развития через 1, 5, 10, 15 и т. д. часов после посева на жидкую среду Эшби. Культуральные среды (12 мл) с бактериями или водорослями разливали в стеклянные цилиндрические сосуды объемом 42 мл с силиконовой пробкой и накручивающимся поверх нее пластмассовым колпачком, в котором высверливали два отверстия под инъекционные иглы. Через иглу сосуды вакуумировали и заполняли газовой смесью. Для водорослей и азотобактера использовали газовую смесь следующего состава: 0.1 атм C_2H_2 , 0.2 атм O_2 , 0.003 атм CO_2 и аргоном доводили до 1 атм; для *Clostridium* — 0.1 атм C_2H_2 , 0.9 атм аргона. Подготовленные таким образом склянки с водорослями выдерживали 1—4 часа в климатической камере «Feutron» при температуре 28° и освещенности в 6 тыс. лк. Склянки с бактериями выдерживали в термостате при 30°. После опытов в склянки для прекращения биохимических процессов вводили 0.2 мл насыщенного раствора сулемы. После этого отбирали 0.5 мл газовой смеси на анализ в газовом хроматографе Хром-3 с пламенно-ионизационным детектором. Колонку длиной 2 м 40 см и диаметром 6 мм заполняли твердым носителем «Полисорб-1» с 10% жидкой фазы (1,2,3-трисбетацян-этоксипропан). Температуру колонки поддерживали равной 35°, скорость азота-газосносителя составляла 30 мл/мин., скорость водорода — 30 мл/мин. По высоте пика (мв), регистрируемого на самописце хроматографа, определяли количество синтезированного этилена в наномолях. Чувствительность детектора к этилену составляла 0.04 нмоль. Учитывая, что ацетилен в 1.5 раза быстрее восстанавливается, чем свободный азот, полученную величину делили на 1.5 и переводили в мг N_2 .

Количество бактерий определяли методом прямого счета на мембранных фильтрах, численность водорослей — в камере Нажотта.

Количество фиксированного азота одной клеткой за час определяли по формуле Бьюкенена и Фульмера

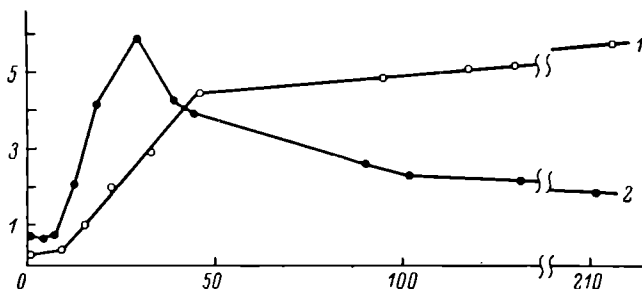
$$m = \frac{2.303 \times S \times \lg \frac{b}{B}}{t \times (b - B)},$$

где m — количество фиксированного азота одной клеткой за единицу времени, S — общее количество фиксированного азота, t — длительность фиксации, часы, B — первоначальное число клеток, b — конечное число клеток.

Харди с соавторами [6] отмечали различную активность клеток *Azotobacter vinelandii* в зависимости от возраста культуры, но величина и характер этих изменений оказались неизученными. Наши данные по интенсивности восстановления ацетиленна на различных стадиях развития азотобактера представлены на рисунке. Активность азотобактера сильно изменяется в зависимости от фазы роста. В период лаг-фазы, когда клетки увеличиваются в размерах и приобретают вид продолговатых палочек, активность процесса восстановления C_2H_2 азотобактером наименьшая, что согласуется с данными других авторов [2]. Наиболее высокие скорости биохимических процессов по восстановлению ацетиленна приурочены к периоду быстрого роста, а именно середине логарифмической фазы роста. В фазе замедленного роста азотобактера происходит спад активности восстановления ацетиленна. Величина этих изменений, вероятно, должна быть меньшей,

так как кривая роста была построена с учетом живых и мертвых клеток.

Очевидно, что противоречивость данных по величине фиксации азота, определяемых разными авторами, зависит и от того, в какой степени развития была культура азотобактера. Как мы видим, в конце логарифмической фазы роста, когда процент отмерших клеток еще не велик, а ферментный аппарат сформирован, интенсивность азотфиксации на одну клетку в час составляла 0.75×10^{-10} мг N_2 . Для анаэробного организма *Clostridium butyricum* интенсивность азотфиксации была весьма близкой к таковой азотобактера — $0.56 \cdot 10^{-10}$ мг (N_2) кл./час.



Динамика роста *Az. chroococcum* в статической культуре (1) и его активность восстанавливать ацетилен (2).

По оси ординат — количество этилена, $\times 10^{-15}$ М, инкубированного 1 кл./час и количество клеток, $\times 10^6$ в 1 мл; по оси абсцисс — экспозиция, часы.

Данные по интенсивности азотфиксации представлены ниже (см. таблицу). Необходимо отметить, что исследованные водоросли не были бактериально чистыми. Однако при выдерживании водорослей перед опытом в течение 10 час. в темноте фиксация азота не превышала 1% от светового варианта. Это говорит о том, что сопутствующая водорослям микрофлора практически не принимала участия в фиксации азота.

Водоросли, не имеющие гетероцист (*Oscillatoria* и *Synechococcus*), не обладали способностью фиксировать молекулярный азот, что согласуется с общепринятой точкой зрения. Интенсивность азотфиксации у водорослей колебалась в довольно широких пределах — $1.28—4.85 \cdot 10^{-10}$ мг (N_2) кл./час. Можно полагать, что данные по азотфиксации у водорослей при достижении оптимальных условий могут быть еще выше [5].

У *Stratonostoc linckia* f. *piscinale* была отмечена максимальная величина фиксации азота атмосферы. Однако отдельные виды *Stratonostoc* по интенсивности азотфиксации существенно отличались друг от друга. Из приведенных данных видно (см. таблицу), что нет прямой зависимости между величиной азотфикса-

ции и размером клеток водорослей. Скорее всего имеется обратная тенденция — максимальная фиксация азота отмечалась у более мелких форм (*Anabaena oscillatorioides*, *Stratonostoc linckia*).

Интенсивность азотфиксации у водорослей

Водоросли	Средние размеры клеток, мкм	Количество фиксированного азота одной клеткой за час, $\times 10^{-10}$ мг
<i>Oscillatoria Agardhii</i>	5.9×4.8	0
<i>Oscillatoria</i> sp.	5.6×4.7	0
<i>O. splendida</i>	3.4×9.3	0
<i>Synechococcus elongatus</i>	1.7×3.4	0
<i>Anabaena variabilis</i>	5.5×4.6	1.28
<i>Sphaeronostoc coeruleum</i>	6.2×6.0	1.31
<i>Calothrix braunii</i>	7.2×6.0	1.34
<i>C. elenkinii</i>	6.3×6.0	1.49
<i>Tolypothrix tenuis</i>	5.2×5.0	1.69
<i>Stratonostoc</i> sp.	6.4×4.2	1.90
<i>S. linckia</i> f. ?	4.3×4.2	2.80
<i>Hapalosiphon fontinalis</i>	9.5×8.0	3.21
<i>Amorphonostoc</i> sp.	4.5×3.7	3.25
<i>Stratonostoc linckia</i>	4.2×4.0	3.92
<i>Anabaena oscillatorioides</i> f. <i>torulosa</i>	5.0×4.3	4.48
<i>Stratonostoc linckia</i> f. <i>piscinale</i> .	4.4×4.2	4.85

Примечание. Водоросли расположены в порядке увеличения интенсивности азотфиксации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мишустин Е. Н., Шильникова В. К. Биологическая фиксация атмосферного азота. М., «Наука», 1968.
2. Работнова И. Л., Зайцева Г. Н., Минаева А. А. Изучение лаг-фазы у микроорганизмов. III. Изменение клеток азотобактера при росте на молекулярном и аммонийном азоте. — Микробиол., 1959, 28, 5.
3. Таха М. С. Влияние концентрации различных компонентов среды на рост и азотфиксацию синезеленых водорослей. — Микробиол., 1963, 32, 4.
4. Третьякова А. Н. Сравнительное исследование азотфиксирующих синезеленых водорослей, выделенных из разных почв СССР. — Микробиол., 1965, 34, 3.
5. Fogg I. E., Than-Tun. Interrelations of photosynthesis and assimilation of elementary nitrogen in a blue-green alga. — Proc. Roy. Soc. B, 1960, 153.
6. Hardy R. W., Holsten R. D., Jackson E. K., Burns R. C. The Acetylene-Ethylene Assay for N_2 Fixation. — Lab. and Field Evaluation Plant Physiol., 1968, 43.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА МОЛОЖСКОГО И ГЛАВНОГО ПЛЕСОВ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1971 г.

Продолжая начатые в 1968 г. работы по изучению годовой и сезонной динамики фитопланктона Моложского плёса, мы в период открытой воды (май—ноябрь 1971 г.) провели 11 рейсов.

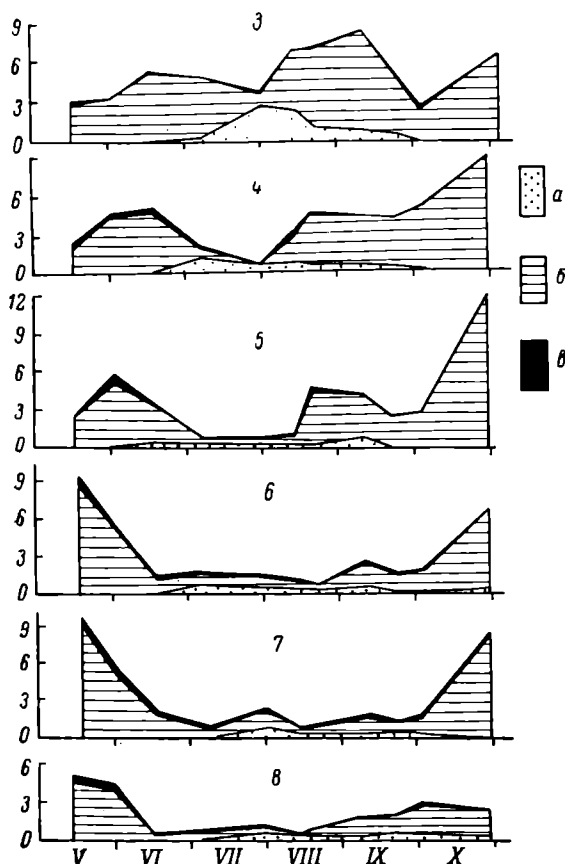
В весенний период вода исследуемой акватории характеризовалась следующими физико-химическими показателями: температура $5.2-10^{\circ}$, $pH=7.4-7.8$, прозрачность 100—160 см. Фитопланктон Моложского плёса (ст. 3—5) носил олигодоминантный характер. Ведущими формами его были *Stephanodiscus hantzschii* var. *pusillus* Grun. и *Melosira islandica* O. Müll. subsp. *islandica*. В западной и центральной частях Главного плёса (ст. 6—8) превалировала только *Melosira islandica* subsp. *islandica*, составлявшая 66—82% общей биомассы. Наибольшая в этот период биомасса фитопланктона была зарегистрирована на ст. 6 (9.1 г/м^3) и 7 (9.4 г/м^3) (см. рисунок).

В начале июня состав доминирующих форм изменился. По всему Моложному плёсу стала преобладать *Melosira italica* (Ehr.) Kütz. f. *italica* (2.0 г/м^3), ей сопутствовала *M. islandica* subsp. *islandica*, которая на нижележащих станциях еще продолжала оставаться господствующей формой, составляя до 57% общей биомассы фитопланктона. Но если на ст. 3—5 отмечалось увеличение биомассы диатомовых, то в Главном плёсе она значительно снизилась, хотя при этом и продолжала оставаться более высокой, чем на станциях Моложского плёса.

Во второй половине июня активная реакция среды была $7.6-7.9$, значительно повысилась температура воды ($14.8-17.0^{\circ}$) и прозрачность (145—200 см). Биомасса диатомовых продолжала уменьшаться, и только в мелководном Весьегонском расширении она несколько увеличилась — 5.4 г/м^3 . Почти по всей акватории планктон носил олигодоминантный характер. На всех станциях встречалась *Melosira italica* f. *italica*. Но если на ст. 3 к ней присоединялись *M. italica* subsp. *subarctica* O. Müll. и *M. ambigua* (Grun.) O. Müll., то на ст. 4—6 только *M. ambigua*.

В центральной части Главного плёса, которая в это время характеризовалась монодоминантным фитопланктонным сообществом, по-прежнему преобладала *Melosira islandica* subsp. *islandica*. Однако и здесь уже в заметном количестве встречались *M. italica* f. *italica*, *Stephanodiscus binderanus* (Kütz.) Krieg., *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh., *Tribonema affine* G. S. West.

В конце июля на короткий период синезеленые заняли доминирующее положение в планктоне. Основной фон по всей акватории создавал *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, составлявший, как и в 1969 г., примерно 30% общей биомассы, которая



Сезонная динамика фитопланктона.

3—8 — номера станций. а — синезеленые, б — диатомовые, в — прочие. По оси ординат — биомасса фитопланктона, г/м³; по оси абсцисс — месяцы.

только на ст. 3 достигала 3.7 г/м³, на всех же остальных станциях она не превышала 2 г/м³.

Во 2-й декаде августа температура воды колебалась в пределах 18.9—21.0°, рН = 7.9—8.1, а прозрачность 110—160 см. Хотя условия для дальнейшего развития синезеленых были благоприятными, они не увеличили своей биомассы. Усилившееся развитие летних форм диатомовых привело к тому, что они на всех станциях заняли господствующее положение в планктоне.

Наибольшая биомасса была зарегистрирована в Весеьгонском расширении (7.2 г/м^3), где основным фон планктона создавал *Stephanodiscus subtilis* (V. Goor) A. Cl. Содоминантными видами были *Melosira italica* f. *italica* и *Stephanodiscus binderanus*. На ст. 4 и 5 к ним присоединялась *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs. Однако в центральной части Главного плёса превалировала *Cymatopleura solea* (Breb.) W. Sm. var. *solea*, которой сопутствовали *Aphanizomenon flos-aquae* и *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend Elenk. f. *aeruginosa*.

В октябре картина резко изменилась. Прекратилось развитие синезеленых. Фитоценоз стал монодоминантным. По всей исследованной акватории, как и в предшествующие годы, безраздельно господствовал *Stephanodiscus binderanus*, составлявший 59—96% общей биомассы. В западной и центральной частях Главного плёса (ст. 6—8) в заметном количестве встречалась *Melosira islandica* subsp. *islandica*, но на нее приходилось менее 19% биомассы фитопланктона.

В целом осеннее цветение воды в Моложском плёсе было значительно мощнее весеннего. Наибольшая биомасса была зарегистрирована в расширении у Дарвинского заповедника (ст. 5) — 11.6 г/м^3 . На нижележащих станциях Главного плёса осенний пик был заметно ниже весеннего. Однако и здесь биомасса достигала 8.4 г/м^3 (ст. 7), и только на ст. 8 она не превысила 2.3 г/м^3 .

В среднем по акватории биомасса фитопланктона Моложского плёса в 1971 г. была несколько ниже, чем в 1968 г., хотя и превышала таковую 1969 г. [1, 2]. На станциях западной части Главного плёса она была меньше, чем за все предшествующие годы наблюдений.

В сезонном аспекте можно отметить значительное возрастание биомассы диатомовых в весенний и заметное снижение обилия синезеленых в летний период. Произошло некоторое перераспределение в составе диатомовых водорослей: несколько снизилась биомасса *Melosira italica* subsp. *subarctica*, в то время как роль *Stephanodiscus subtilis*, *S. hantzschii* var. *pusillus* и *Melosira ambigua* относительно возросла. Кроме того, увеличилось значение *Stephanodiscus binderanus*, который почти полностью заменил *Melosira islandica* subsp. *islandica*, ранее вызывавшую осеннее цветение воды в центральной части Главного плёса. Можно отметить также и некоторое увеличение золотистых на ст. 8, где они до этого встречались редко (см. таблицу).

Сопоставление наших данных по фитопланктону Моложского плёса с данными Е. Н. Преображенской [5], Е. И. Киселевой [4] и К. А. Гусевой [3] показывает, что значительное снижение численности и биомассы *Asterionella formosa* Hass. и выпадение ее из числа доминирующих видов обусловлено, очевидно, ходом экологической сукцессии водоема. Изменение содоминантных

**Средневзвешенная арифметическая биомасса фитопланктона
за вегетационный период 1971 г.**

Фитопланктон	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5	Ст. 6	Ст. 7	Ст. 8
Синезеленые	$\frac{0.69}{5.79}$	$\frac{0.31}{3.57}$	$\frac{0.17}{1.89}$	$\frac{0.24}{2.85}$	$\frac{0.23}{1.70}$	$\frac{0.14}{1.20}$
Золотистые	$\frac{0.04}{0.31}$	$\frac{0.03}{0.30}$	$\frac{0.02}{0.25}$	$\frac{0.05}{0.55}$	$\frac{0.04}{0.25}$	$\frac{0.04}{0.29}$
Диатомовые	$\frac{4.33}{35.43}$	$\frac{3.42}{36.87}$	$\frac{3.01}{31.94}$	$\frac{2.14}{26.29}$	$\frac{2.22}{16.30}$	$\frac{1.34}{10.41}$
Желтозеленые	$\frac{> 0.00}{0.02}$	$\frac{0.00}{0.00}$	$\frac{0.00}{0.00}$	$\frac{0.01}{0.19}$	$\frac{0.05}{0.42}$	$\frac{0.03}{0.25}$
Пирофитовые	$\frac{0.02}{0.14}$	$\frac{0.03}{0.35}$	$\frac{0.04}{0.39}$	$\frac{0.05}{0.55}$	$\frac{0.05}{0.35}$	$\frac{0.03}{0.25}$
Эвгленовые	$\frac{0.00}{0.00}$	$\frac{0.00}{0.00}$	$\frac{0.01}{0.15}$	$\frac{0.01}{0.10}$	$\frac{> 0.00}{0.02}$	$\frac{0.00}{0.00}$
Зеленые	$\frac{0.06}{0.51}$	$\frac{0.06}{0.67}$	$\frac{0.10}{1.05}$	$\frac{0.11}{1.28}$	$\frac{0.13}{0.99}$	$\frac{0.08}{0.71}$
Общая биомасса	$\frac{5.14}{42.20}$	$\frac{3.85}{41.76}$	$\frac{3.35}{35.67}$	$\frac{2.61}{31.81}$	$\frac{2.72}{20.03}$	$\frac{1.66}{13.11}$

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

видов в периоды максимумов может быть отнесено к годовым флуктуациям фитопланктона.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Балонов И. М., Кузьмин Г. В. Фитопланктон Моложского и Главного плёсов Рыбинского водохранилища в 1968 г. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, 18.
2. Балонов И. М., Кузьмин Г. В. Фитопланктон Моложского и Главного плёсов Рыбинского водохранилища в 1969 г. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, 19.
3. Гусева К. А. Фитопланктон Рыбинского водохранилища (сезонная динамика и распределение его основных групп). — Тр. биол. ст. «Борок» АН СССР, 1955, 2.
4. Киселева Е. И. Планктон Рыбинского водохранилища. — В кн.: Тр. проблем. и темат. совещ. М.—Л., 1954, 2.
5. Преображенская Е. Н. Состав и распределение планктона в Моложском плёсе Рыбинского водохранилища. — Тр. Дарвинск. гос. запов., 1960, VI.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ЗАВИСИМОСТЬ ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ОТ СОСТАВА И БИОМАССЫ ФИТОПЛАНКТОНА В РЫБОВОДНЫХ ПРУДАХ ЮЖНОГО УРАЛА

Многочисленными работами установлено, что внесение удобрений в пруды позволяет увеличить первичную продукцию и биомассу фитопланктона в несколько раз [3, 5, 8, 9]. Однако, добиваясь максимального развития фитопланктона, следует учитывать, что скорость продукционных процессов при разных его биомассах различна [1, 2, 4, 6].

Наши исследования, проводимые на выростных прудах Чесменского рыбхоза (Южный Урал) в течение летних месяцев 1968—1971 гг., позволили собрать значительный материал о первичном продуцировании при различном видовом составе и биомассе фитопланктона.

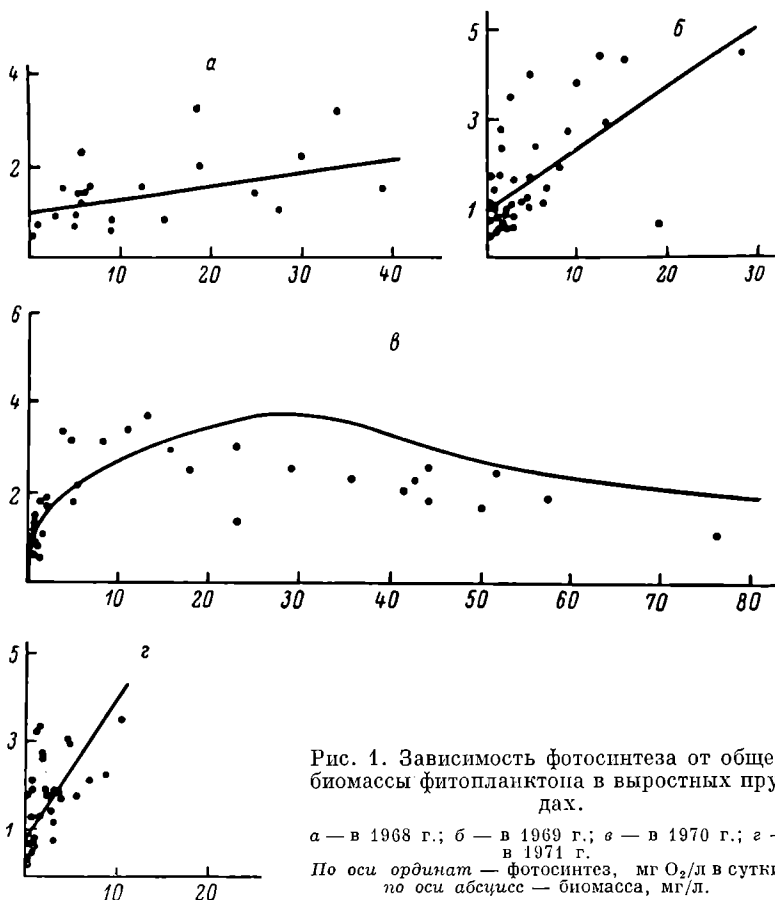
Описание исследуемых водоемов приведено в предыдущей работе [7]. Фотосинтез измеряли скляночным методом в его кислородной модификации. Для концентрирования фитопланктона применяли седиментационный метод. Подсчет клеток водорослей проводили в камере Горяева. Биомассу фитопланктона рассчитывали общепринятым способом по объему клеток водорослей.

Сопоставив величины первичной продукции с биомассой фитопланктона на оптимальной глубине, т. е. на глубине максимального фотосинтеза, мы получили, что за исследованный период колебания суточной интенсивности фотосинтеза на 1 мг биомассы фитопланктона составляли в среднем 0.33—1.65 мг O_2 в сутки. С увеличением биомассы фитопланктона интенсивность фотосинтеза на единицу биомассы снижается, что согласуется с литературными данными [4, 6]. Правда, между фотосинтезом и общей биомассой фитопланктона была подмечена лишь тенденция прямой зависимости, если последняя не превышает 40 г/м³. Такую картину в прудах мы наблюдали в течение трехлетних (1968—1971) исследований (рис. 1, а, б, в). С дальнейшим ростом биомассы фитопланктона (рис. 1, в) интенсивность фотосинтеза снижалась. Это можно объяснить снижением фотосинтетической активности фитопланктона.

В 1968—1971 гг., по данным статистической обработки, между фотосинтезом и биомассой фитопланктона существовала хотя и невысокая, но положительная корреляционная связь. Коэффициент корреляции (соответственно $r = 0.48, 0.50$ и 0.63) достоверен на 95%-м доверительном уровне. В 1970 г. была установлена более тесная связь между этими показателями, но носит она криволинейный характер.

Сопоставление максимального фотосинтеза с биомассой фитопланктона при разном его составе (рис. 2) указало на существ-

ование более выраженной прямой зависимости. Так, во время преобладания в планктоне пиропитовых, синезеленых или протоккокковых между фотосинтезом и биомассой, не превышающей соответственно 20, 40, 60 г/м³, наблюдалась положительная корреляционная связь, причем коэффициент корреляции при одно-



родном планктоне был несколько выше (соответственно $r = 0.60, 0.58, 0.64$) и достоверен на 99%-м доверительном уровне. При смешанном планктоне (удельный вес отдельных систематических групп не достигает 50%), а также в случае доминирования вольвоксовых или диатомовых связь между признаками была очень слабая, а коэффициент корреляции оказался недостоверным.

Таким образом, на основании полученных данных можно сделать вывод, что максимальный фотосинтез в выростных прудах

в условиях Южного Урала наблюдается в том случае, если фитопланктон состоит из синезеленых, протококковых или пиррофитовых водорослей, а биомасса не превышает 50—60 г/м³.

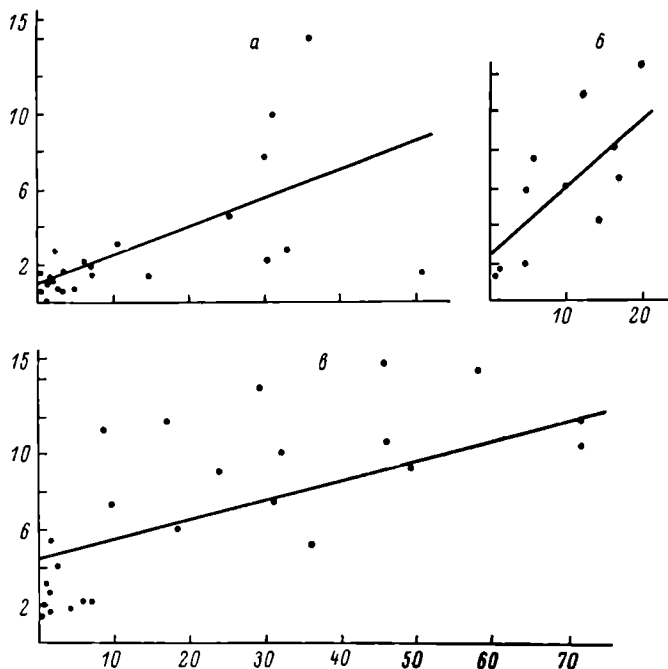


Рис. 2. Зависимость фотосинтеза от биомассы фитопланктона при разном его составе.

а — синезеленые; б — пиррофитовые; в — протококковые. Остальные обозначения те же, что на рис. 1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Винберг Г. Г. Некоторые наблюдения на гумусовых озерах (Петровские озера). К вопросу о балансе органического вещества. — Тр. Лимнол. ст. в Косине, 1937а, 21.
2. Винберг Г. Г. Наблюдения над интенсивностью дыхания и фотосинтеза планктона рыбоводных прудов. К вопросу о балансе органического вещества. Сообщ. III. — Тр. Лимнол. ст. в Косине, 1937б, 21.
3. Винберг Г. Г., Ляхнович В. П. Удобрение прудов. М., «Пищевая промышл.», 1965.
4. Михеева Т. М. Оценка продукционных возможностей единицы биомассы фитопланктона. — В кн.: Биол. продуктивность эвтрофн. озера. М., «Наука», 1970.
5. Шаларь В. М. Фитопланктон прудов Приднестровского рыбхоза. — Сб. работ молодых ученых Молдавии. Кишинев, 1966.
6. Ярошенко М. Ф., Шаларь В. М., Дымчишина-Кривенцова Т. Д. О зависимости первичной продукции от состава и биомассы фитопланктона в малых водохранилищах Молдавии. — Биол. ресурсы водоемов Молдавии, 1965, 3.

7. Ярушина М. И. О фитопланктоне выростных прудов Чесменского рыбхоза Челябинской области. — Тр. УралСибНИИРХ, 1971, 8.
8. Wrobel S. Primary production of phytoplankton and production of carps in ponds. — Polski Arch. Hydrobiol., 1970, 17.
9. Wrobel S. Production of basic communities in ponds with mineral fertilization. Ponds-fertilization and deseription. — Polski Arch. Hydrobiol., 1971, 18.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А. И. Мережко, Т. И. Шокодько

СОДЕРЖАНИЕ СВОБОДНЫХ АМИНОКИСЛОТ У НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ

Свободные протеиногенные аминокислоты — важнейшие промежуточные продукты обмена веществ в растительном организме.

Исследования, проведенные с использованием меченых атомов (C^{14} , N^{15}), показали, что большинство свободных протеиногенных аминокислот подвергается в тканях растений быстрым превращениям с образованием белковых веществ. Нарушения в синтезе свободных аминокислот приводят к определенным сдвигам в процессах белкового обмена. Увеличение или уменьшение содержания дикарбоновых аминокислот и их амидов указывает на направленность азотного обмена растений. Кроме того, показано, что количественный состав аминокислот у растений меняется не только в течение вегетации, но и на протяжении суток [1].

Изменения в количественном содержании аминокислот в тканях и органах растений указывают на процессы выделения и поглощения из среды питательных веществ. Последнее имеет значение, особенно для высших водных растений, в связи с осуществлением ими очистительной функции в водоемах.

Учитывая вышеизложенное, мы поставили цель исследовать качественный состав и количественное содержание свободных аминокислот в течение вегетации в листьях различных видов высших водных растений.

Определение протеиногенных аминокислот проводили методом бумажной хроматографии с последующей качественной и количественной обработкой хроматограмм [2].

Полученные результаты показали, что в листьях тростника обыкновенного (*Phragmites communis* Trin.) содержится 16 аминокислот, в том числе моноаминокарбоновые кислоты — аланин, валин, глицин, лейцин; алифатические оксиаминокислоты — серин, треонин; дикарбоновые аминокислоты — аспарагиновая

Содержание свободных аминокислот в листьях тростника обыкновенного (*Phragmites communis*) и сусака зонтичного (*Butomus umbellatus*)

Аминокислоты	<i>Ph. communis</i>					
	26 VI		27 VII		19 VIII	
	I	II	I	II	I	II
Цистеин	Следы	—	Следы	—	Следы	—
Лизин+гистидин . .	75.51±3.29	12.7	65.08±2.11	11.3	66.56±4.76	8.7
Аспарагин	Следы	—	Следы	—	Следы	—
Аспарагиновая кислота+серин+глицин	66.32±0.42	11.3	61.71±1.81	10.5	122.33±3.64	16.0
Глутаминовая кислота+треонин . .	127.29±1.45	21.4	88.15±4.77	15.0	145.22±1.60	19.0
Аланин	105.48±3.27	17.7	120.23±3.36	20.4	91.04±1.74	11.9
Тирозин	126.17±4.07	21.2	151.14±5.81	25.5	197.14±3.41	25.8
Триптофан	23.95±1.06	4.0	15.51±0.53	2.6	19.85±0.81	2.6
Валин+метионин . .	30.31±1.74	5.1	32.27±1.23	5.5	57.90±2.23	7.6
Лейцин+фенилаланин	38.88±0.49	6.6	55.12±4.49	9.2	63.57±3.86	8.4
Сумма	593.90		589.21		763.61	

Т а б л и ц а 1 (продолжение)

Аминокислоты	<i>B. umbellatus</i>					
	27 VI		27 VII		19 VIII	
	I	II	I	II	I	II
Цистеин	—	—	—	—	—	—
Лизин+гистидин . .	—	—	—	—	—	—
Аспарагин	—	—	—	—	—	—
Аспарагиновая кислота+серин+глицин	89.26±3.27	16.9	83.01±2.67	18.2	130.50±2.01	19.2
Глутаминовая кислота+треонин . .	142.38±1.93	27.0	134.93±4.23	29.5	139.17±5.94	20.5
Аланин	51.15±2.38	9.7	56.20±1.50	12.3	78.47±3.02	11.5
Тирозин	85.66±2.12	16.3	Следы	—	105.01±5.96	15.4
Триптофан	21.22±1.07	4.0	19.92±1.21	4.4	44.61±3.87	6.6
Валин+метионин . .	72.76±2.69	13.8	73.35±4.17	16.1	101.92±1.62	15.0
Лейцин+фенилаланин	64.86±0.00	12.3	89.19±3.35	19.5	79.93±1.33	11.8
Сумма	527.29		456.60		679.61	

П р и м е ч а н и е. I — мг на сухой вес, II — процент от суммы.

Содержание свободных аминокислот в камыше озерном (*Scirpus lacustris*) и в листьях гречихи земноводной (*Polygonum amphibium*)

Аминокислоты	<i>P. amphibium</i>						<i>S. lacustris</i>			
	26 VI		27 VII		19 VIII		27 VII		19 VIII	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Цистеин	Следы	—	Следы	—	87.56±5.23	11.7	—	—	—	—
Аспарагиновая кислота + +серия + глицин	49.43±1.48	14.9	52.80±1.82	20.8	151.32±4.57	20.2	63.51±1.35	17.8	67.30±2.77	12.4
Глютаминовая кислота + +треонин	117.57±3.17	35.4	116.87±3.74	46.0	237.80±2.79	31.8	100.23±2.27	28.2	172.07±2.95	31.6
Аланин	49.12±3.71	14.8	21.80±0.82	8.6	101.00±1.42	13.5	44.89±2.85	12.6	89.45±2.43	16.4
Тирозин	43.82±19.0	13.2	15.97±0.00	6.3	23.00±0.00	3.1	—	—	—	—
Триптофан	11.78±0.57	3.5	8.38±0.44	3.3	24.99±1.82	3.3	35.02±0.92	9.8	57.25±4.91	10.5
Валин + метионин	34.42±2.09	10.4	13.76±0.00	5.4	88.62±3.92	11.8	50.78±2.35	14.3	87.72±0.69	16.1
Лейцин + фенилаланин	26.06±0.34	7.8	24.47±0.82	9.6	34.40±0.50	4.6	61.66±2.60	17.3	71.13±4.94	13.0
Сумма	332.20		254.05		748.69		356.09		544.92	

Примечание. I — мг на сухой вес, II — процент от суммы.

и глутаминовая; основные аминокислоты — лизин, гистидин; серусодержащие аминокислоты — цистеин, метионин; ароматические аминокислоты — фенилаланин, тирозин, триптофан, а также амиды — аспарагин и глутамин (табл. 1).

В отличие от тростника обыкновенного в листьях сусака зонтичного (*Butomus umbellatus*) не обнаружено цистеина, лизина, гистидина и аспарагина.

Качественный состав свободных аминокислот у камыша озерного (*Scirpus lacustris*) мало отличается от такового сусака зонтичного, за исключением того, что в камыше озерном не обнаружено тирозина (табл. 2).

В листьях гречишки земноводной (*Polygonum amphibium*) обнаружено 13 аминокислот.

У всех исследуемых объектов количественное содержание свободных аминокислот не постоянно, а изменяется в течение вегетации.

Наименьшее количество аминокислот в исследуемых растениях наблюдается в период наиболее интенсивного роста и развития, что, вероятно, объясняется их активным включением в процесс синтеза белка [1, 3].

К концу вегетации исследуемые растения характеризуются более высоким содержанием свободных аминокислот, что обусловливается возрастным состоянием растений, старением тканей листа, в которых происходит гидролитический распад белка, сопровождающийся увеличением фонда свободных аминокислот.

Таким образом, содержание свободных аминокислот в водных растениях зависит от вида, его физиологического состояния и периода вегетации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева Т. Ф. Фотосинтез и азотный обмен листьев. М., «Наука», 1969.
2. Зайцева Г. К., Тюленева К. И. Количественное определение аминокислот на хроматограммах посредством образования медных производных с нингидрином. — Лабор. дело, 1958, 3, 24.
3. Ситник К. М., Дудинский Я. А., Медведев А. А. Аминокислотный обмен в клетках сердцевинной паренхимы в течение их онтогенеза. — Укр. ботан. ж., 1971, 28, 1.

Институт гидробиологии АН УССР

БЕСЦВЕТНЫЕ ЖГУТИКОНОСЦЫ В ПЛАНКТОНЕ ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

При современных гидробиологических исследованиях водоемов недостаточно внимания уделяется огромной группе простейших, особенно бесцветным жгутиконосцам (*Zoomastigophorea* Calkins). До настоящего времени данные о бесцветных жгутиконосцах (видовой состав, численность, динамика) имеются лишь для Рыбинского водохранилища [1, 2].

В июне—июле 1972 г. с целью изучения этой группы простейших был совершен рейс по каскаду Волжских водохранилищ, который охватил участок р. Волги от Калинина до Волгограда. Пробы отбирались в основном по фарватеру, ниже и выше городов. В некоторых участках брались прибрежные пробы. В Волгоградском водохранилище отобраны пробы по глубине через каждый метр. Обычно же пробы отбирались батометром с трех горизонтов: с поверхности (0—1 м), из среднего слоя (в зависимости от глубины) и из придонного слоя воды. Определение и подсчет жгутиконосцев проводились по возможности сразу после взятия проб на борту судна. Пробы определенного объема разливались тонким слоем в чашки Петри и подсчитывались прямым методом под микроскопом МБИ-3 при окуляре $\times 7$ и объективе $\times 10$. За время рейса изучены пробы 36 станций.

Во всех исследованных водохранилищах и на участках собственно Волги видовой состав бесцветных жгутиконосцев оказался однообразным. В планктоне Волги и ее водохранилищ обнаружены представители трех отрядов — *Choanoflagellida* Kent, *Bicosoecida* Grasse et Deflandre и *Kinetoplastida* Honigberg. Особо необходимо упомянуть жгутиконосцев неопределенного систематического положения таких родов, как *Monas* и *Oicomonas* (отряд *Protomonadida*). Из трех отрядов жгутиконосцев наибольшее видовое разнообразие приходится на *Kinetoplastida*, но основную численность дают отряды *Bicosoecida* и *Choanoflagellida*, а также представители родов *Monas* и *Oicomonas*. За время рейса обнаружено 28 видов жгутиконосцев.

Отряд *Choanoflagellida* Kent

Monosiga ovata Kent
M. fusiformis Kent
M. varians Skuja
Codonosiga furcata Kent
C. botrytis Kent
Salpingoeca vaginicola Stein
Protospongia Haeckeli Kent
Stelaxomonas dichotomata Lackey

Отряд *Bicosoecida* Grasse u. Deflandre

Bicoeca lacustris Clarke

Отряд *Kinetoplastida* Honigberg

Bodo saltans Ehrenberg
B. minimus Klebs
B. angustatus (Stein) Bütschl

B. repens Klebs
B. globosus Stein
B. caudatus (Duj.) Stein
B. spora Skuja
B. nasutus Skuja
B. mutabilis Klebs
B. rostratus (Kent) Klebs
B. uncinatus (Kent) Klebs
Pleuromonas jaculans Perty

Rhynchomonas nasuta (Stokes) Klebs
Amastigomonas caudata Zhukov
Phyllomitus apiculatus Skuja
Cercobodo simplex (Moroff) Lemm.
C. longicauda (Duj.) Stein

Отряд *Protomonadida* Blochmann

Monas sp.
Oicomonas sp.

Численность и биомасса бесцветных жгутиконосцев по станциям
на участке Калинин—Волгоград

Станция	Численность, тыс. экз./л	Биомасса, г/м ³
Иваньковское водохранилище		
Нижне Калинина	519	0.04
Корчева	745	0.06
Мопковичский зал.	587	0.05
Угличское водохранилище		
Выше Углича	680	0.04
Рыбинское водохранилище		
Нижне Углича	587	0.05
Переборы	452	0.06
Горьковское водохранилище		
Нижне Рыбинска	587	0.04
Выше Ярославля	520	0.03
Ярославль	745	0.06
Нижне Ярославля	813	0.06
Нижне Костромы	588	0.05
Выше Кинешмы	972	0.08
Нижне Кинешмы	972	0.10
Трасса Чебоксарского водохранилища		
Выше Горького	362	0.06
Нижне Горького	678	0.06
Нижне Козьмодемьянска	814	0.05
Куйбышевское водохранилище		
Нижне Чебоксар	813	0.05
Нижне Зеленодольска	814	0.07
Выше Казани	678	0.04
Нижне Казани	452	0.03
Устье р. Камы	384	0.03
Выше Ульяновска	520	0.03
Нижне Ульяновска	294	0.02
Предплотинный плёс Куйбышевской ГЭС	361	0.02

Станция	Численность, тыс. экз./л	Биомасса, г/м ³
Саратовское водохранилище		
Выше Куйбышева	482	0.05
Ниже Куйбышева	610	0.04
Ниже Сызрани	746	0.05
Выше Балакова	384	0.03
Волгоградское водохранилище		
Ниже Балакова	565	0.03
Устье р. Б. Иргиз	600	0.04
Выше Саратова	519	0.03
Ниже Саратова	450	0.02
Выше Камышина	570	0.03
Ниже Камышина	680	0.03
Предлотиный плёс Волгоградской ГЭС	520	0.03
Выше Волгограда	420	0.03

Примечание. Приведены усредненные данные по трем горизонтам.

Наиболее обычны во всех обследованных участках Волги и ее водохранилищ жгутиконосцы *Monosiga ovata*, *M. fusiformis*, *Codonosiga furcata*, *Bicoeca lacustris*, а также *Monas* sp. и *Oicomonas* sp.

Следует отметить довольно равномерное распределение жгутиконосцев в потоке воды: ни в поверхностных, ни в придонных пробах не обнаруживается заметной разницы ни в видовом составе, ни в численности. Прибрежные пробы также практически не отличаются от русловых (по фарватеру). Такое однообразие может быть связано с тем, что большинство из обследованных водохранилищ русловые с довольно значительными скоростями течения и сильным перемешиванием воды.

Численность жгутиконосцев по станциям различается также незначительно — от 294 до 972 тыс. экз./л (см. таблицу). Максимальные значения численности приходятся на Горьковское и Иваньковское водохранилища.

Биомасса в общих чертах соответствует численности и колеблется от 0.02 до 0.1 г/м³. Максимальные значения биомассы, так же как и численности, наблюдаются в Горьковском и Иваньковском водохранилищах. Наименьшие значения характерны для Саратовского и Волгоградского водохранилищ. Хотя многие бесцветные жгутиконосцы и являются организмами-индикаторами загрязнений, существенных различий в видовом составе и численности данных организмов на станциях выше и ниже городов не обнаружено.

1. Жуков Б. Ф. Определитель бесцветных свободноживущих жгутиконосцев подотряда *Vodonina* Hollande. — В кн.: Биол. и продуктивность пресноводных организмов. Л., 1971.
2. Жуков Б. Ф. Бесцветные жгутиконосцы в планктоне Рыбинского водохранилища. — Гидробиол. журн., 1972, 6.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

О. Н. Трунова, Б. Ф. Жуков

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ПРОСТЕЙШИХ И БРУЦЕЛЛ В ВОДНОЙ СРЕДЕ

Работами многих исследователей доказано, что очищение водоемов и сточных вод от патогенных микробов осуществляется под влиянием многих биологических факторов: микробов-антагонистов, бактериофагов, вибриона Штольпа и Старра. Имеется также много данных по антибиотическому действию одноклеточных водорослей. Немаловажную роль в очистке воды от патогенной микрофлоры играют одноклеточные представители зоопланктона [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Однако, несмотря на большое количество работ по воздействию биологических факторов самоочищения на различные виды патогенных микробов в водной среде, данных по ее стерилизации от возбудителей бруцеллеза почти нет.

Для проведения экспериментов по уточнению степени и качества влияния *Protozoa* на возбудителей бруцеллеза в водной среде нами были использованы чистые культуры простейших из классов *Ciliata* (*Paramecium caudatum* Ehrenb., *Colpidium colpoda* Stein, *Uronema marina* Duj., *Chilodon cucullulus* Müller) и *Mastigophora* (*Bodo caudatus* Stein и *Pleuromonas jaculans* Perty). Культуры инфузорий были выделены из парковых прудов г. Саратова, а культуры бесцветных жгутиконосцев — из Рыбинского водохранилища. Штаммы бруцелл (*Brucella abortus* и *B. melitensis*) получены в лаборатории по изучению бруцеллеза Саратовской НИВС. В опытах использовались культуры инфузорий с исходной численностью 8000 экз./мл, бесцветных жгутиконосцев — 120 тыс. экз./мл и культуры бруцелл с концентрацией примерно 5 млн кл./мл.

Методика опытов сводилась к следующему. Смыв агаровых культур *Brucella abortus* и *B. melitensis* доводился по оптическому стандарту до 100 млн мт/мл (мт — микробное тело) и добавлялся по 0.5 мл в пробирки с 4.5 мл культуры простейших. Затем делались три последовательных разве-

дения на стерильном физиологическом растворе (для освобождения от сапрофитной микрофлоры). Контролем служили те же концентрации патогенных микробов на водопроводной воде, но без простейших. Все опыты проводились в трех повторностях. Через 24, 48 и 72 часа из всех контрольных и опытных пробирок делались высевы на агар «Д». Опыты проводились в термостате при 37°. Через сутки после посева учитывались выросшие колонии с последующим пересчетом количества бруцелл на 1 мл. Численность простейших определялась в конце опыта, т. е. через 72 часа. При этом численность инфузорий достигала 10—11 тыс. экз./мл, а жгутиконосцев — 190—200 тыс. экз./мл.

Влияние простейших на бруцелл в водной среде (млн/кл. в 1 мл)

Виды простейших	Время контакта, часы					
	24	48	72	24	48	72
	<i>B. abortus</i>			<i>B. melitensis</i>		
<i>P. caudatum</i> . . .	0.38	0.01	0	0.43	0.12	0
<i>C. colpoda</i> . . .	0.56	0.08	0	0.33	0.06	0
<i>U. marina</i> . . .	0.88	0.16	0.001	0.94	0.18	0
<i>Ch. cucullulus</i> . .	0.46	0.03	0	0.32	0.08	0
<i>B. caudatus</i> . . .	3.2	0.33	0.03	4.2	0.3	0.08
<i>P. jaculans</i> . . .	3.6	0.22	0.5	3.2	0.42	0.19

Из приведенных данных явствует (см. таблицу), что простейшие обладают большой фагирующей активностью в отношении бруцелл. В культурах с инфузориями уже через 72 часа происходит их полное исчезновение. В культурах с бесцветными жгутиконосцами явление выедания бруцелл наблюдается также достаточно четко. Следует отметить, что бруцеллы обоих штаммов во всех случаях фагируются примерно с одинаковой интенсивностью. Контрольные цифры численности бруцелл в таблицу не внесены, так как во всех случаях количество патогенных микробов, высеваемых из контрольных пробирок, давало на бактериологических чашках сплошной рост (6×10^7 — $7 \cdot 10^7$ кл./мл).

Проведенные модельные опыты — убедительное доказательство активного участия простейших в снижении числа возбудителей бруцеллеза в естественных условиях пресноводных водоемов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриевская Н. А. К вопросу о роли простейших в процессе самоочищения водовместилищ от патогенной микрофлоры. — Архив биол. наук, 1930, 30.
2. Золотарева Н. С. Санитарное значение простейших в снижении бактериальных загрязнений при очистке сточных вод. — Бюлл. Моск. о-ва испыт. природ., отд. биол., 1965, 70, 2.
3. Золотарева Н. С. К вопросу о роли простейших в снижении бактериальных загрязнений в процессе окисления жидкой фазы городских

- сточных вод в аэротенках и контактных биологических прудах. — Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы, отд. биол., 1966, 77, 4.
4. Т р у н о в а О. Н. Простейшие — антагонисты патогенной микрофлоры водной среды и компонент кормовой биомассы. — Гидробиол. ж., 1972, 8, 4.
5. S t o k v i s. Protozoen und Selbstreinigung. — Arch. Hyg. und Bakteriол., 1909, 71.
6. S p i e g e l Н. Über die Vernichtung von Bakterien im Wasser durch Protozoen und über die Fähigkeit der Bodonaceen, Bakteriafilter zu durchdringen. — Arch. Hyg. und Bakteriол., 1913, 80.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Н. В. М а м а е в а

К ИЗУЧЕНИЮ ИНFUЗОРИЙ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

С начала возникновения Иваньковского водохранилища, которое существует с 1937 г., специального изучения инфузорий не проводилось. Некоторые данные по инфузориям водохранилища приводятся Е. С. Неизвестновой-Жадиной [3]. В планктонных пробах ею были обнаружены 4 вида инфузорий и 1 вид раковинных амёб. Э. Д. Мордухай-Болтовская [2] в работе по зоопланктону Иваньковского водохранилища приводит численность и биомассу для 6 видов простейших, не указывая видовых названий.

Материалом для данной работы послужили сборы планктонных простейших в 5 рейсах по Иваньковскому водохранилищу — в мае, июне, июле — августе, сентябре и октябре 1972 г. На 30 станциях было собрано и обработано 200 планктонных проб. Отбор проб производился главным образом на русловых станциях батометром системы А. В. Фраппе по горизонтам, после чего пробы перемешивались в ёмкости, из которой отбиралась вода для исследования. Пробу воды объемом 0.5 л концентрировали путем фильтрования на мембранном фильтре № 6. Более подробно методы отбора и обработки проб описаны ранее [1].

В результате обработки полученного материала удалось выяснить следующее. Фауна планктонных простейших оказалась довольно разнообразной и была представлена 1 видом солёничников и 54 видами инфузорий. Из них 29 видов инфузорий относились к *Holotricha*, 14 — к *Spirotricha*, 10 — к *Peritricha*, 1 вид — к *Suctorina*. Указанное количество видов безусловно не исчерпывает всего видового состава инфузорий, который будет пополнен в процессе дальнейшей работы на водохранилище.

Средняя численность (экз./л) наиболее распространенных видов инфузорий в 1972 г.

Вид	Май	Июнь	Июль—август	Сентябрь	Октябрь
<i>Tintinnidium fluviatile</i> Stein, 1833	396	262	254	363	481
<i>Codonella cratera</i> Leidy, 1877	114	298	138	201	13
<i>Strobilidium velox</i> Fauré-Fr., 1924	8	56	55	34	5
<i>Strombidium viride</i> Stein, 1859	80	122	95	75	0
<i>Coleps hirtus</i> Nitzsch, 1817	0	952	105	438	249
<i>Tintinnopsis cylindrata</i> Kof.-Cam., 1892	0	183	105	113	4
<i>Mesodinium pulex</i> Clap. u. L., 1858	69	0	120	60	0
<i>Stokesia vernalis</i> (Wang, 1928) Wenrich, 1929	14	0	0	0	8
<i>Vorticella anabaena</i> Still., 1940	0	998	24	0	0
<i>Epistylis rotans</i> Sveg, 1897	0	121	64	0	0
<i>Amphileptus trachelioides</i> Zach., 1893	6	0	0	0	4
<i>Phascolodon vorticella</i> Stein, 1859	1015	0	0	0	0
<i>Vorticella natans</i> Fauré-Fr., 1924	80	0	0	0	0
<i>Dileptus anser</i> O. F. Müll., 1786	0	0	0	0	0

Список наиболее часто встречающихся инфузорий с указанием средней численности по месяцам представлен в табл. 1. С мая по октябрь фауна инфузорий заметно изменялась в качественном и количественном отношении. Наибольшее видовое разнообразие (35 видов) отмечено в мае. В большом количестве развивались в этот период весенние виды: *Phascolodon vorticella*, численность которого в районе влияния подогретых вод Конаковской ГРЭС составляла 3200 экз./л, *Stokesia vernalis*, *Strombidium viride* и *Tintinnidium fluviatile*. В июне состав инфузорий заметно изменился. Совершенно исчезли *Phascolodon vorticella*, *Stokesia vernalis*, *Vorticella natans*, уступив место *Coleps hirtus*, *Vorticella anabaena* (эпобионт на синезеленых водорослях), *Epistylis rotans* и другим видам. Наибольшего развития в июне достигал *Coleps hirtus* в районе водозабора Конаковской ГРЭС, где численность его была 3364 экз./л. В Шосинском плёсе в большом количестве (до 3000 экз./л) развивалась *Vorticella anabaena*. В июле—августе количество и разнообразие инфузорий заметно снизились. В это время отмечено 22 вида инфузорий, из них только *Tintinnidium fluviatile* имел значительную численность. В сентябре состав фауны инфузорий мало изменился относительно предыдущих летних месяцев. Численность некоторых видов (*T. fluviatile*, *Codonella cratera*, *Coleps hirtus*) была в этом месяце несколько выше, чем в июле—августе. В октябре отмечено только 17 видов. Произошло изменение видового состава. Вновь, как и весной, были обнаружены *Stokesia vernalis*, *Amphileptus trachelioides* и *Di-*

leptus anser. В большом количестве развивался в октябре *Tintinnidium fluviatile* (до 2220 экз./л) в районе влияния подогретых вод.

Наблюдения за сезонными изменениями фауны инфузорий позволяют выделить некоторые экологические комплексы инфузорий Иваньковского водохранилища. Некоторые виды (*Tintinnidium fluviatile*, *Codonella cratera*, *Strobilidium velox* и *Strombidium viride*) следует, по-видимому, отнести к эвритермным формам, так как они в значительном количестве развивались с мая по октябрь. Только весной и осенью встречались *Phascolodon vorticella*, *Stokesia vernalis*, *Amphileptus trachelioides*, *Vorticella natans*, *Dileptus anser*. Это холодолюбивые виды весеннего и осеннего сезонов. К числу теплолюбивых летних форм следует отнести *Coleps hirtus*, который в районе подогретых вод продолжал развиваться и осенью, *Tintinnopsis cylindrata*, *Vorticella anabaena*, *Epistylis rotans*. Эпибионтный комплекс был представлен тремя видами эпифитных инфузорий, поселяющихся на водорослях, и 1 видом эпизойных. *Vorticella sphaerica* — эпифит диатомовых водорослей — обнаружен на 8 станциях в мае и октябре. В августе на *Melosira* sp. была отмечена *Vaginicola crystallina*. В период цветения синезеленых (в июне) в большом количестве развивалась *Vorticella anabaena*. Эпизойная инфузория *Vorticella conochili* на *Conochilus unicornis* была отмечена на 2 станциях Иваньковского водохранилища.

Средняя численность и биомасса инфузорий по отдельным плёсам водохранилища представлены ниже (табл. 2). Наибольшая численность по средним данным наблюдалась в Шошинском и Иваньковском плёсах, наименьшая — в Верхне-Волжском плёсе. По этой таблице можно проследить влияние подогретых вод Конаковской ГРЭС на численность и биомассу инфузорий Иваньковского плёса водохранилища.

В мае наибольшая численность инфузорий была в Иваньковском плёсе за счет усиленного развития инфузорий в зоне влияния подогретых вод, а в июне — в Шошинском плёсе за счет развития эпибионтов на синезеленых водорослях. В Иваньковском плёсе численность была ниже средней величины за месяц. В июле — августе при самых высоких температурах инфузории лучше развивались в Верхне-Волжском плёсе, а в Иваньковском и Нижне-Волжском численность была самая низкая. В сентябре количество инфузорий в Иваньковском плёсе мало отличалось от среднего по водохранилищу за месяц, а в октябре оно было заметно выше средней величины за счет резкого подъема численности инфузорий в зоне влияния подогретых вод. Средние значения биомассы инфузорий в общем отражают ту же закономерность, что и численность.

Изучение вертикального распределения инфузорий в русловой части водохранилища показало, что они распределялись

Средняя численность и биомасса планктонных инфузорий
в отдельных плёсах Иваньковского водохранилища

	Численность, тыс. экз./м ³					Биомасса, мг/м ³				
	Верхне-Волжский	Шошинский	Нижне-Волжский	Иваньковский	Средняя по водохранилищу	Верхне-Волжский	Шошинский	Нижне-Волжский	Иваньковский	Средняя по водохранилищу
Май	66	930	1513	2123	1422	10.2	87.8	161.9	159.8	106.9
Июнь	1040	3852	2100	2100	2387	83.7	224.3	105.8	48.7	115.6
Июль—август . .	1284	800	271	288	425	46.8	44	10.7	12.9	28.6
Сентябрь	794	563	1450	977	922	31.2	15.1	36.4	25.6	27.1
Октябрь	21	249	256	953	680	4.6	8.4	16.5	52.1	20.4
Средняя численность и биомасса по отдельным плёсам	641	1279	1118	1288	1167	35.3	75.9	66.2	59.8	59.3

довольно равномерно с некоторым преобладанием в среднем слое весной и осенью и в верхнем — летом. По сапробности Иваньковское водохранилище может быть причислено к β -мезосапробным водоемам, так как наиболее распространенные и многочисленные виды инфузорий по общепринятым методам оценки [4] относятся к β -мезосапробам.

Таким образом, результаты работы сводятся к следующему:

- 1) предварительно выяснена фауна планктонных инфузорий в водохранилище, в составе которой найдено 54 вида инфузорий и 1 вид солнечников;
- 2) определены численность и биомасса инфузорий по отдельным плёсам в период с мая по октябрь 1972 г.;
- 3) степень сапробности Иваньковского водохранилища по составу и численности инфузорий оценивается на уровне β -мезосапробных водоемов.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. М а м а е в а Н. В. К изучению простейших р. Волги. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, 21.
2. М о р д у х а й - Б о л т о в с к а я Э. Д. Зоопланктон Иваньковского и Угличского водохранилищ в 1955—1956 гг. — Тр. Ин-та биол. водохр., 1959, 1 (4).
3. Н е и з в е с т н о в а - Ж а д и н а Е. С. Планктон Иваньковского водохранилища в 1937—1938 гг. — Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1941, 7.
4. У н и ф и ц и р о в а н н ы е м е т о д ы исследования качества вод. Часть VI, раздел 3. М., 1966.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

К ФАУНЕ МАЛОЩЕТИНКОВЫХ ЧЕРВЕЙ

(*OLIGOCHAETA*)

РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА. СООБЩЕНИЕ II.

TUBIFICIDAE

Тубифициды в Рыбинском водохранилище изучены довольно хорошо благодаря работам ряда авторов [2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12].

В монографии «Рыбинское водохранилище» Т. Л. Поддубной [10] приведен список тубифицид, состоящий из 18 видов. Это широкораспространенные и часто встречающиеся в Волжском бассейне виды.

В 1969—1972 гг. найдено несколько видов тубифицид, ранее не известных для Рыбинского водохранилища, — *Rhyacodrilus coccineus* (Vejd.), *Potamothrrix heuscheri* (Bretsch.) и *P. vej dovskiyi* (Нг.).

Rhyacodrilus coccineus (Vejd.) найден в прибрежной зоне Волжского и Моложского плёсов на глубине до 1 м. Особенно часто встречался в 1970—1971 гг. в защищенном (зарастающем) мелководье в районе пос. Борок. Дважды отмечен (на глубине 0.4 м) на заиленном песке у с. Брейтово и пос. Легково (на глубине 1 м). В 1972 г. в результате чрезвычайно низкого уровня участки местонахождений этого вида не затоплялись и грунты сильно просыхали. Здесь отмечена массовая гибель беспозвоночных уже в июне 1972 г., в том числе и олигохет.

Rh. coccineus хорошо переносит промерзание грунта [11]. Отдельные особи были найдены в апреле в оттаявшем грунте после промерзания его зимой (в феврале) 1971 г. до -12° (ст. 2 и 3 у пос. Борок). Если учесть, что этот вид глубже 1 м не был ранее пайден, то в связи с полным обсыханием грунтов в 1972—1973 гг. в районах местонахождений этого вида возможно исчезновение его вовсе из фауны Рыбинского водохранилища.

Широко распространен в водоемах СССР.

Potamothrrix heuscheri (Bretsch.) впервые обнаружен в Рыбинском водохранилище у г. Вьесегонска на сером илу на глубине 7.5 м. В Волжском бассейне этот вид был впервые отмечен В. В. Изосимовым [1] в Куйбышевском водохранилище. Ранее указывался для Западной Европы, в Понто-Каспии [13] и в Прибалтике [16].

Длина червей без нескольких задних сегментов 7 мм, число сегментов 35 (неполное). В брюшных пучках 4, редко 5 щетинок (длина 104 мкм), в спинных — 4—5 верхних щетинок (длина 110 мкм) с 4—5 промежуточными зубчиками и 4—5 волосных длиной до 290 мкм.

Potamothrrix vej dovskiyi (Нг.) в последние годы (1969—1972) часто встречался единичными экземплярами в Волжском плёсе у с. Коприно на глубине 9—12 м на сером илу. Единичное нахождение было отмечено и в Моложском плёсе против г. Вьесегонска, в озеровидной лагуне за размытым береговым валом, на глубине 0.5 м на отмершей растительности. До сих пор вид из Волжского бассейна указывался только в Куйбышевском и Саратовском водохранилищах [4]. Там он стал массовым видом, хотя ранее был известен лишь из Западной Европы, Понтокаспийского бассейна и Прибалтики [13, 14, 15]. В 1971—1972 гг. вид обнаружен в Горьковском водохранилище. Найденные нами черви несколько отличались по габитусу и уменьшенным размерам щетинок от червей, описанных Грабье [15] и В. А. Любиным [4]: брюшных ще-

типок 4—6 в пучке (длина 91—110 мкм), спинных двузубчатых — 4—5 (длина 91—110 мкм), волосных — 3—5 (длина до 162 мкм), сперматекальных щетинок по 1 в пучке (длина 147 мкм), длина тела 8—10 мм без нескольких задних сегментов, число сегментов — более 30, поперечник тела в области пояса 0.48 мм.

Проникновение *P. heuscheri* и *P. vej dovskiyi* в Волжские водохранилища связано несомненно с судоходством между Каспийским, Азовским, Черным и Балтийским морями.

Из видов, ранее известных для Рыбинского водохранилища, *Limnodrilus claparedeanus* Ratz. найден в массе в прибрежной зоне на глубине 0—0.3 м. В середине мая 1971 г. *L. claparedeanus* был найден в грунте (дерновина полевицы) еще до залиitia водой. В предшествующие годы ((1969—1970) при достаточно высоком уровне, близком к НПУ и даже выше его (в 1970 г. 102.4), участки местонахождений *L. claparedeanus* заливались водой и обнажались лишь осенью. Этот вид, развивавшийся в массе, выдерживал промерзание влажных грунтов. Грунт в зимнее время здесь промерзал до -12° и черви выживали. В 1971 г. в результате сравнительно низкого уровня (до 101.4) и быстрого его спада грунты к концу июля обсохли. Половое созревание червей проходило нормально на глубине 30 см и температуре до 24° . Коконь откладывались, но молодь появилась к моменту обсыхания частично, а затем на обсохших участках наблюдалась массовая гибель олигохет, в том числе и *L. claparedeanus*. В августе они уже почти полностью отсутствовали в пробах. Таким образом, обсыхание грунта оказалось для этого вида губительным.

Данный вид не характерен для временных водоемов, к каким условно можно отнести прибрежную зону Рыбинского водохранилища с периодическим обсыханием и промерзанием. В качестве некоторой особенности червей этого вида на мелководье следует отметить сравнительно недлинные (800—820 мкм) хитиновые пениальные трубочки.

ЛИТЕРАТУРА

1. И з о с и м о в В. В. Малоцетинковые черви Куйбышевского водохранилища. — Матер. докл. на Пятой Межвузовской зоогеогр. конф. (Влияние антропогенных факторов на формирование зоогеогр. комплексов) 30 сентября—2 октября 1970 г., ч. II. Изд. Казанского ордена Трудового Красного Знамени гос. ун-та им. В. И. Ульянова-Ленина, 1970.
2. И о ф ф е Ц. И. Формирование донной фауны Рыбинского водохранилища. — Тр. проблем. и тематич. совещ. Зоол. ин-та АН СССР, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1954, 2.
3. Л о к ш и н а И. Е. К познанию малоцетинковых червей Рыбинского водохранилища. — Уч. зап. Моск. городск. пед. ин-та, 1957, 15.
4. Л ю б и н В. А. О нахождении *Euityodrilus vej dovskiyi* (*Oligochaeta, Tubificidae*) в волжских водохранилищах. — Зоол. ж., 1971, 50, 10.
5. М а л е в и ч И. И., З е в и п а Г. Б. Материалы по фауне малоцетинковых червей (*Oligochaeta*) Рыбинского водохранилища. — Тр. биол. ст. «Борок» АН СССР, 1958, 3.

6. Митропольский В. И. К распределению бентоса Рыбинского водохранилища. — Матер. по биол. и гидр. волжских водохр., М.—Л., Изд-во АН СССР, 1963.
7. Мордухай-Болтовской Ф. Д. Распределение бентоса в Рыбинском водохранилище. — Тр. биол. ст. «Борок» АН СССР, 1955, 2.
8. Поддубная Т. Л. Состояние бентоса Рыбинского водохранилища в 1953—1955 гг. — Тр. биол. ст. «Борок» АН СССР, 1958, 3.
9. Поддубная Т. Л. О динамике популяций тубифицид (*Oligochaeta, Tubificidae*) в Рыбинском водохранилище. — Тр. Ин-та биол. водохр. АН СССР, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1959, 2 (5).
10. Поддубная Т. Л. Малощетинковые черви (*Oligochaeta*). — В кн.: Рыбинское водохранилище. Приложение. Л., «Наука», 1972.
11. Семерной В. П. Зимовка водных олигохет в промерзающем грунте. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1971, 9.
12. Соколова Н. Ю. Бентос Шекснинского отрога Рыбинского водохранилища. — Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва, 1957, 8.
13. Фигогелова Н. П. Малощетинковые черви Советского участка Дуная и придунайских водоемов. — Зоол. ж., 1968, 47, 7.
14. Чекаловская О. В. Олигохеты прибрежных районов Балтийского моря. — Тр. Атлант. науч.-исслед. ин-та морск. рыбн. х-ва и океаногр., 1965, 14.
15. Hrabě S. K posnani dunajských Oligochaet. — Acta Soc. sci. Naturalium Moraviae, 1941, 13, 12.
16. Timm T. On the fauna of the Estonian Oligochaeta. Pedobiologia, 1970, 10.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

З. Н. Чиркова

О РАСПРОСТРАНЕНИИ И ЭКОЛОГИИ ВИДОВ РОДА *ILYOCRYPTUS* (*CLADOCERA*, *MACROTHRICIDAE*) В ВОДОЕМАХ БАСЕЙНА ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ

Видовой состав *Macrothricidae* Волги впервые был приведен А. Л. Бенингом [1] — *Ilyocryptus sordidus* (Lievin), *I. agilis* Kurz, *I. acutifrons* Sars и *Macrothrix laticornis* (Jurine). После зарегулирования Верхней Волги найдены еще *Ophryoxus gracilis* Sars, *Lathonura rectirostris* (O. F. Müller), *Macrothrix rosea* (Jurine), *M. hirsuticornis* Norman et Brady, *Streblocerus serricaudatus* (Fischer), *Drepanothrix dentata* Eurén и *Ilyocryptus cornutus* Mordukhai-Boltovskoi et Chirkova. Из найденных *Macrothricidae* массовыми являются только виды рода *Ilyocryptus*.

В водоемах бассейна Верхней Волги соотношение видов рода *Ilyocryptus* различно. В Рыбинском и Горьковском водохранилищах преобладают *I. acutifrons* и *I. sordidus*, соответственно составляющие 55—58% и 25% общего количества рачков этого рода. В озерах Вологодской обл. — Белом и Северо-Двинского

канала — водится преимущественно *I. acutifrons*, а также *I. sordidus*, судя по личным раковинам, найденным в образцах грунта. В Ивановском водохранилище среди илиокриптов доминирует один вид — *I. sordidus*, составляющий 99% их общей численности летом и 90% среднегодовой. Численность *I. acutifrons* низка — 3%.

I. acutifrons — наиболее стенобионтный и оксифильный вид среди палеарктических видов этого рода, его высокая численность может служить показателем благоприятных кислородных условий в придонном горизонте. *I. sordidus* — эвритопный вид с тенденцией к троглофилии.

Численность доминирующих видов определяет и общую численность видов рода *Ilyocryptus*, составляющую в Ивановском водохранилище 5600 экз./м² (среднегодовая за 1971—1973 гг.), Рыбинском — 2400 (среднегодовая за 1966—1970 гг.) и Горьковском водохранилище — 1200 экз./м² (средняя за июль и октябрь 1961 г., октябрь 1967 и 1968 гг.). По высоким показателям *Macrothricidae* Ивановское водохранилище отличается от других водоемов бассейна Верхней Волги. Это соответствует более богатой продуктивности, в частности бентосу данного водоема [4, 5].

В Ивановском водохранилище обнаружены существенные различия в численности *Macrothricidae* 1972 и 1973 гг. В этом водоеме *Macrothricidae* в пробах были представлены только видами рода *Ilyocryptus*, численность которых составляла 817 экз./м², а их эфиппиев — 1035 экз./м² в марте 1972 г., соответственно 1760 и 1520 экз./м² в марте 1973 г. Численность других ветвистоусых из подотряда *Anomopoda* также существенно различалась в эти годы. Представление о ней можно составить по численности эфиппиев, отложенных гамогенетическими самками в летне-осенний период 1971 г. и найденных в конце зимы следующего года. Численность эфиппиев *Anomopoda* составила 3640 экз./м² в марте 1972 г. и 23 950 экз./м² в марте 1973 г., из них на долю эфиппиев донных *Cladocera* соответственно приходилось 1460 и 7700 экз./м².

В затопленном русле Волги Ивановского плёса Ивановского водохранилища летом 1972 г. численность *I. sordidus* была чрезвычайно высокой — 158 000—165 000 экз./м². До настоящего времени наиболее высокая численность *I. sordidus* (38 700 экз./м²) отмечалась для р. Вааль Южно-Африканского Союза [8]. Обычно в водоемах Европы численность видов рода *Ilyocryptus* колеблется в пределах, установленных нами для Рыбинского и Горьковского водохранилищ.

Каковы причины необычно высокой численности *I. sordidus* в Ивановском водохранилище летом 1972 г.? Вероятно, сильный прогрев грунтов оказал благоприятное влияние на процесс размножения донных ветвистоусых. В этом водоеме летом 1972 г. придонные слои воды прогревались до 21—23°, что на 2—4° выше

их обычного прогрева летом. При этом в 1972 г. высокая температура держалась в течение длительного времени. Указанная температура близка к оптимальной температуре размножения илиокриптов.

Наблюдениями за размножением видов рода *Ilyocryptus* установлено, что диапазон температуры, которую выносят илиокрипты в опытах, составляет от близкой к 0 до 31°, а оптимальная температура равна 17—21° для *I. sordidus* и 20.5—22.5° для *I. agilis*. При оптимальной температуре у *I. sordidus* наблюдалась наименьшая продолжительность жизни, составляющая в среднем 70 дней, а абсолютная плодовитость достигала наибольших величин — в среднем 72 яйца. У *I. agilis* средняя продолжительность жизни и средняя абсолютная плодовитость соответственно составили 42 дня и 43 яйца.

Сильный прогрев поверхностных слоев воды (до 27.5—30.0°) вызвал и резко выраженную стратификацию кислорода, при которой в придонных горизонтах русловых участков Иваньковского плёса содержание кислорода составляло 2—3% насыщения или доходило до аналитического нуля (по данным В. Ф. Ронцунко). Здесь, в затопленном русле Волги, на участке от Мошковичского залива до приплотинного плёса и был обнаружен *I. sordidus* в массовом количестве.

Способность *I. sordidus* жить и размножаться в условиях низкого содержания кислорода была выявлена нами и ранее в Рыбинском водохранилище [6]. Илиокрипты живут на границе вода—ил в зоне резкого падения окислительно-восстановительного потенциала. Последний бывает достаточно высоким только в самом поверхностном слое воды и в наилке, в который при циркуляции воды проникает кислород, в толще же ила он падает. В исследованных нами водоемах величина окислительно-восстановительного потенциала серых илов составляет 18—25 для Рыбинского и Горьковского водохранилищ, 18—23 для Белого озера Вологодской обл. и 7—15 для Сиверского озера системы Северо-Двинского канала. Это значит, что в илах исследованных водохранилищ и Белого озера преобладают окислительные условия и имеется некоторый небольшой запас кислорода, а в илах Сиверского озера, эвтрофного по типу, доминируют восстановительные процессы, так что в условиях летней и зимней стагнации растворенный кислород здесь отсутствует [3].

При изучении вертикального распределения партеногенетических самок рода *Ilyocryptus* в грунтах Рыбинского водохранилища выяснено, что илиокрипты проникают в толщу грунта до 10—15 см. *I. sordidus* проникает в толщу донных отложений в большем количестве (13%), чем *I. agilis* (9.4%) и *I. acutifrons* (4.3%).

Во влажных мягких илах мелководий, обнажающихся при падении уровня воды, где содержание кислорода значительно

снижается вплоть до минимальных значений, могут жить и размножаться *I. sordidus* и *I. cornutus* [6].

I. sordidus способен выживать и давать высокую численность в загрязненных водоемах с низким содержанием кислорода. Рачок заселяет активный ил, вынесенный из очистных сооружений в реку Москву на участке впадения в нее очищенных сточных вод г. Москвы. Это — единственный вид донных *Cladocera*, при этом в массовом количестве найденный на данном участке реки, где, по материалам Н. М. Козловой [2], содержание кислорода низкое. На этом же участке р. Москвы, а также в Иваньковском водохранилище в массе водятся и олигохеты, среди которых доминирует один вид — *Limnodrilus hoffmeisteri* [2, 4].

Способность илиокриптов обитать в условиях низкого содержания кислорода связана со способностью гемолимфы животного отдавать или поглощать кислород в зависимости от его содержания в среде [7]. Все илиокрипты, зарывшиеся в толщу донных отложений (особенно живущие во влажных грунтах), имеют большие скопления гемолимфы в отдельных частях тела — конечностях, антеннах II и на внутренней поверхности створок раковины.

В пробах рачков из Иваньковского водохранилища и р. Москвы популяция *I. sordidus* была представлена партеногенетическими самками: от новорожденных длиной 0.3 мм до предельно старых размером около 1 мм. Молодые неполовозрелые особи длиной 0.3—0.5 мм составляют около 80%, из них на новорожденных приходилось около 20% общего количества рачков. Высокая численность молоди в популяции *I. sordidus* свидетельствует об исключительно интенсивном размножении партеногенетических самок этого вида в данных условиях.

Таким образом, среди водоемов бассейна Верхней Волги Иваньковское водохранилище характеризуется наиболее высокой численностью (до 165 000 экз./м²) видов рода *Ilyocryptus*. *I. sordidus* может развиваться в массовом количестве в условиях низкого содержания кислорода — в пределах 2—3% насыщения или снижающегося до аналитического нуля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бенинг А. Л. К изучению придонной жизни Волги. Моногр. Волжской биол. ст. Саратов, 1924.
2. Козлова Н. М. Характеристика донных отложений Москва-реки в нижнем ее течении. — В кн.: Технология очистки питьевой и сточной воды. Упр. водопроводно-канализационного хоз-ва. Мосводоканализационный проект, М., 1972.
3. Кузнецов С. И. Микрофлора озер и ее геохимическая деятельность. Л., «Наука», 1970.
4. Поддубная Т. Л. Донная фауна Иваньковского водохранилища в районе сброса теплых вод Копяковской ТЭС. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1971, 21 (24).

5. Ф е н ю к В. Ф. Донная фауна Иваньковского водохранилища и Угличского. — Тр. Ин-та биол. водохр. АН СССР, 1959, 1 (4).
6. Ч и р к о в а З. Н. Состояние популяции илиокриптов (*Cladocera, Macrothricidae*) при обысках грунтов. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, 17.
7. F o x H. M. The effect of oxygen on the concentration of haem in invertebrates. — Proc. Roy. Soc. B. 1955, 143.
8. H a r r i s o n A. D., K e l l e r D., L o m b a r d W. A. Hydrobiological studies on the Vaal river in the Verrening area. — Acta Hydrobiologia, Hydrographica et Protistologica, 1963, 21, 1—2.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А. И. Ш и л о в а

СРОКИ ЛЁТА И КОЛИЧЕСТВО ГЕНЕРАЦИЙ МАССОВЫХ ВИДОВ ХИРОНОМИД В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Лёт хирономид в районе Рыбинского водохранилища начинается 28 апреля—2 мая. В это время появляются некоторые виды, развитие которых проходит в ручьях и временных лужах, — *Micropsectra contracta* Reiss, *Lapposmittia parvibarba* Edw. Лёт видов, развивающихся в прибрежной зоне водохранилища, начинается 5—10 мая. Обычно в это время многие участки прибрежной зоны хорошо прогреваются днем. Первыми летят *Chironomus pilicornis* F., *Anatopynia plumipes* F., *Acricotopus lucidus* (Staeg.). Основной лёт хирономид, развивающихся в этой зоне, происходит с середины или конца мая и достигает максимума к середине июня. С конца мая—начала июня начинают лёт виды, личинки которых развиваются на глубинах от 2 до 15—18 м. Затем видовой состав летящих хирономид становится беднее, однако их лёт продолжается в течение всего лета вплоть до первых чисел сентября. В начале сентября в водоеме иногда встречаются единичные куколки хирономид, а в воздухе — крайне редко — единичные же имаго (*Ablabesmyia monilis* L., *Cricotopus silvestris* F.), но роения комаров не наблюдается.

Число генераций установлено почти для 70 видов хирономид. Моноцикличны следующие 13 видов.

Chironomus anthracinus Zett.
Ch. pilicornis Fabr.
Pseudochironomus prasinatus Staeg.
Parachironomus kuzini Shilova
Pentapedilum uncinatum Goetgh.
Polypedilum bicrenatum Kieff.
Stictochironomus crassiforceps (Kieff.)

Tanytarsus sylvaticus v. d. Wulp.
Trissocladius megastylus Shilova
Lapposmittia parvibarba Edw.
Anatopynia plumipes F.
Telmatopelopia nemorum (Goetgh.)
Bryophaenocladus aestivus Brund.

Из них восемь обитают в водохранилище. Они заселяют преимущественно участки прибрежной зоны с глубинами 1—1.5 м. Моноцикличность этих видов, по-видимому, закреплена наследственно. Всюду, на всем протяжении ареала, независимо от внешних условий они дают одно поколение в год. Личинки некоторых моноциклических видов (*Ch. pilicornis*, *A. plumipes*) зимуют совершенно зрелыми, готовыми к окукливанию. Перенесенные в теплое помещение в начале или в середине периода зимовки, они не развиваются, так как находятся в состоянии диапаузы, для выхода из которой и дальнейшего развития им необходимо длительное промерзание [1]. Четыре моноциклических вида (*L. parvibarba*, *Trissocladius megastylus*, *Parachironomus kuzini*, *Telmatopelepis nemorum*) обитают во временных водоемах или лесных лужах.

Их жизненный цикл длится от двух недель до месяца. Эти виды зимуют и диапаузируют в ранних личиночных возрастах (у *P. kuzini* зимуют личинки II возраста). Диапауза снимается промерзанием. Моноциклический *Bryophaenocladus aestivus* встречается только в почве.

Почти все моноциклические виды летят либо ранней весной, либо в конце весны—начале лета. Их личинки встречаются на всех глубинах. Перед зимовкой они еще не совсем готовы к окукливанию. Однако и у них осенью наблюдается диапауза, что подтверждено нашими наблюдениями над *Stictochironomus crassiforceps* [1].

Виды второй большой группы хирономид полициклические. Заселяя самые разнообразные биотопы и районы водохранилища с разными глубинами, они могут дать одну-две, а немногие даже три-четыре генерации в год в зависимости от условий развития их личинок.

В Рыбинском водохранилище к этой группе относятся следующие виды.

Chironomus plumosus L.
Ch. cingulatus (Mg.)
Ch. dorsalis (Mg.)
Camptochironomus tentans F.
C. pallidivittatus Malloch.
Lipiniella arenicola Shilova
Endochironomus albipennis (Mg.)
E. tendens F.
E. impar (Walk.)
Glyptotendipes glaucus Mg.
G. gripekoveni Kieff.
G. paripes Edw.
Microtendipes pedellus (de Geer)
Limnochironomus nervosus (Staeg.)
L. lobiger Kieff.
L. pulsus (Walk.)
Parachironomus arcuatus Goetgh.

P. biannulatus (Staeg.)
P. frequens Joh.
P. vitiosus Goetgh.
Paratendipes albimanus (Mg.)
Pentapedilum sordens (v. d. Wulp.)
Polypedilum nubeculosum (Mg.)
Acricotopus lucidus (Staeg.)
Corynoneura celeripes Winn.
Cricotopus silvestris F.
Odontomesa fulva (Kieff.)
Psectrocladius psilopterus Kieff.
Ablabesmyia monilis (L.)
A. phatta (Eggert)
Procladius choreus (Mg.)
P. nigriventris (Kieff.)
P. ferrugineus (Kieff.) и ряд других видов.

Большинство их дает в прибрежной зоне на глубине до 2 м два поколения в год, а в районах с глубинами свыше 2 м — одно. Следует отметить также, что у многих особенно крупных видов второй раз завершает развитие не вся популяция. Часть личинок старшего возраста остается зимовать в водоеме. При этом *Campptochironomus tentans*, *Chironomus plumosus* и *Polypedilum nubiculosum* имеют диапаузу, которая в лабораторных условиях снимается длинным фотопериодом. В районе Рыбинского водохранилища лёт дициклических видов сильно растянут. Как правило, первая генерация заходит на вторую. Максимум первого лёта наблюдается в конце мая—июне, а второго — в августе. Обычно первый лёт бывает более обильным, чем второй. Это объясняется тем, что у части особей второго поколения личиночное развитие тормозится какими-то факторами и не заканчивается.

Некоторые мелкие *Tanytarsini* (*Stempellinella minor*, *Cladotanytarsus wexionensis*, *Cladotanytarsus mancus*, *Tanytarsus lestagei*, *T. holochlorus*), полициклические в прибрежной зоне на глубине до 1.5 м, могут дать три, а иногда, возможно, и четыре генерации в год. Зимуют у этих видов, по-видимому, не только личинки IV возраста, но также ларвулы и яйца. В грунте, взятом из прибрежной зоны водохранилища и предварительно промытом через газ № 32, в лаборатории при комнатной температуре (18—19°) развивались личинки *Cl. wexionensis*, *Cl. mancus*, *T. lestagei* и *T. holochlorus*. Через месяц после взятия пробы грунта из водоема они заканчивали свое развитие. В прибрежной зоне водохранилища лёт *Cl. wexionensis* начинается с конца мая и продолжается до конца августа непрерывно. Поскольку в лаборатории развитие этого вида протекает в течение одного месяца, можно предположить, что в естественных условиях в прибрежной зоне водохранилища он имеет три, а возможно — и четыре генерации. Трехкратный лёт *St. minor* наблюдался нами в районе р. Шумовки близ Борка.

Суммируя данные по изучению циклов развития хирономид, можно прийти к заключению, что темп их продуцирования в Рыбинском водохранилище невысок, так как на 78% его акватории обитают виды, дающие всего одно поколение в год. Лишь в прибрежной зоне, занимающей 21% всей площади водоема, хирономиды дают два, немногие виды мелкого размера — три-четыре поколения. У ряда крупных видов (*Ch. plumosus*, *C. tentans*), определяющих основную биомассу хирономид, второе поколение дает не вся популяция. Часть ее остается зимовать, кроме того, и некоторые моноциклические виды вылетают ранней весной или в начале лета и их личинки отсутствуют в водоеме по крайней мере до августа.

1. Шилова А. И., Зеленцов Н. И. Влияние фотопериодизма на диапаузу у хирономид. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1972, 13.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

О. Г. Б о б р о в, М. М. К а м ш и л о в

КЛЕЩИ В СООРУЖЕНИЯХ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Клещи относятся к одной из самых многочисленных и приспособленных к различным условиям существования групп организмов. Большинство клещей ведет сапрофитный образ жизни. Многие являются вредителями сельскохозяйственных культур и пищевых продуктов при их длительном хранении, некоторые переносят опасные заболевания человека и животных.

В сооружениях по биологической очистке сточных вод различного состава обитает значительное количество клещей [1, 2, 3, 4, 7], однако их экология мало изучена, а имеющиеся сведения явно недостаточны и часто противоречивы.

Чтобы изучить экологию и значение клещей, развивающихся в сооружениях биологической очистки сточных вод, мы проводили лабораторные исследования на моделях биофильтров, вторичных отстойниках, метантенках и иловых площадках.

Четыре биофильтра, изготовленные из органического стекла (высотой 2 м и объемом 12 л), были заполнены по всей высоте шлаком с размером частиц 35—40 мм. На фильтрах 1 и 2 очищался моделированный сток производства салициловой кислоты, содержащий 10 мг/л фенола, 250 мг/л салициловой кислоты и биогенные соли — 15 мг/л в виде $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и 5 мг/л фосфора в пересчете на K_2HPO_4 . Гидравлическая нагрузка составляла три объема промстока на один объем шлака в сутки. В очищаемой воде активно протекали процессы нитрификации, количество нитратов на выходе из биофильтра составляло 4—5 мг/л, концентрация фенола и салициловой кислоты, определенная суммарно, не превышала 0.1 мг/л. На биофильтрах 3 и 4 исследовался процесс детоксикации дифенилолпропана, и био пленка адаптировалась к постепенно нарастаемому его концентрациям. К моменту исследований на очистку подавался сток, содержащий 150 мг/л дифенилолпропана и биогенные соли. Гидравлическая нагрузка была такой же, как и на фильтрах 1 и 2, нитрификация протекала слабо. В очищенном стоке содержалось до 5 мг/л дифенилолпропана. Для снабжения аэробных микроорганизмов кислородом воздуха, а также для удаления из образующейся в процессе жизнедеятельности микроорганизмов углекислоты в нижнюю часть биофильтров подавался воздух — 20—25 л/л очищенной воды. Избыточная био пленка, выходящаяся с очищенной водой во вторичные отстойники после 1.5-часового отстаивания, загружалась в лабораторные метантенки, помещен-

ные в термостат, и сбраживалась анаэробно при температуре 32°. Гидробиологический состав биопленки изучался по стандартной методике [4].

По нашим наблюдениям, во всех биофильтрах развиваются клещи подотряда *Sarcoptiformes*, сем. *Acaridae*, надсем. *Acaroidea*, рода *Histiogaster*, в основном одного вида, по-видимому *Histiogaster bacchus* Zachvatkin. Вид был описан А. А. Захваткиным [5] по экземплярам, собранным в Предкавказье (совхоз Абрау-Дюрсо), встречается в дубовых бочках из-под вина. Постоянное присутствие в сооружениях, очищающих сточные воды от различных органических загрязнителей, указывает на то, что условия биофильтров также благоприятны для его развития. Жизненный цикл этих клещей в биофильтрах при комнатной температуре занимает около недели. Из яйца вылупляется мелкая шестиниговая личинка (0.1-0.2 мм), превращающаяся в протонимфу, которая часто, минуя фазу дейтонимфы (гипопуса), становится тритонимфой, а последняя — теленимфой (взрослой особью). Гипопусы — переживающая фаза, образуются под действием неблагоприятных условий — недостатка пищи и кислорода, снижения влажности. Они не питаются, имеют пониженный обмен веществ и способны переносить действие различных ядов, низкие и высокие температуры, высокие дозы ионизирующей радиации, смертельные для других организмов [6]. Покоящиеся гипопусы остаются в субстрате и выжидают благоприятных условий для самосохранения. Они лишены ротовых придатков, ноги укорочены, внешне похожи на яйцо или цисту.

Наибольшее число животных находится в атмосфере высокой влажности на поверхности фильтрующей загрузки нижних слоев биофильтров, содержащей небольшое количество минерализованной, легко смываемой биопленки, хорошо вентилируемой воздухом. На 1 см² отдельных участков шлака насчитывалось до 180 личинок и нимф клещей различного возраста, активно питающихся гифами грибов (*Fusarium* sp., *Aspergillus* sp.) и детритом, богатым микробными клетками.

В верхней части биофильтров 1 и 2, загрузка которых покрыта густой студенистой слизью, в основном состоящей из зооглейных скоплений бактерий и гифов грибов, клещи не развивались. Это объясняется высокой энзиматической активностью бактериальных зооглей и дефицитом кислорода, возникающим здесь время от времени в результате высокого прироста биомассы биопленки и пульсирующего характера выноса ее избыточных количеств. В биофильтрах 3 и 4, содержащих небольшое количество биопленки в верхнем слое, клещи развиваются по всей высоте моделей и питаются личинками и куколками бабочницы *Psychoda alternata* (Say) — типичного и наиболее многочисленного насекомого, живущего в верхних слоях биофильтра. Таким образом, клещи как детритофаги не оказывают сколько-нибудь существенного влияния на процессы заиливания биофильтров, которые

начинаются в верхних слоях и никогда не идут вниз, где клещи находятся в наибольшем количестве.

Развитие биопленки на фильтрующей поверхности лабораторных биофильтров в результате длительного орошения ее искусственными стоками, приготовленными на водопроводной воде, свидетельствует о формировании биоценоза очистных сооружений за счет организмов, находящихся в воде водоемов. Для определения возможности расселения клещей из сооружений биологической очистки нами изучалось распространение их с помощью насекомых, очищаемой воды и избыточных количеств биопленки, выносимых во вторичные отстойники, водоемы и иловые площадки. На поверхности биофильтров отловлено 300 бабочниц, которые просмотрены под бинокуляром. На 5 бабочницах обнаружено 7 клещей. Сравнительно небольшое количество клещей, расселяющихся таким образом, — следствие большой подвижности бабочниц и отсутствия клещей в верхних слоях биофильтров с достаточно высокой концентрацией очищаемых загрязнителей. В 1 мл пробы биопленки, отобранной из вторичных отстойников после 1.5-часового отстаивания, постоянно находилось 48—72 личинки, нимфы и до 500 яиц клещей.

Помещенные в аквариумы с хорошо аэрируемой водой клещи жили на протяжении месяца, активно питались личинками и куколками бабочниц и не проявляли видимых признаков снижения активности. С ухудшением кислородного режима в воде, например при загрязнении биопленки в отстойниках, все активные формы клещей погибали.

Таким образом, основной путь распространения клещей при очистке сточных вод — вынос их с очищенной водой и избыточным количеством биопленки, содержащей большое количество яиц, личинок и нимф.

В процессе анаэробного сбраживания личинки и нимфы клещей погибают уже в первые часы пребывания в метантенках. При подсыхании сброженной биопленки на иловых площадках на ее поверхности создается плотный слой, препятствующий доступу кислорода воздуха и сохраняющий анаэробные условия в ее толще, что служит непреодолимым препятствием для развития клещей из гипопусов.

Учитывая, что многие виды надсем. *Acaroidea* — серьезные вредители зерна, муки и других продуктов при их хранении, мы поставили опыты на зернах пшеницы, зараженных клещами *H. bacchus*, взятыми из биофильтров. При постоянных влажности зерна (18% и более) и комнатной температуре (18—22°) наблюдалось массовое размножение клещей, проникающих через поврежденные оболочки внутрь зерна и пожирающих эндосперм и зародыш. Помимо непосредственного уничтожения зерна, клещи засоряют его своими экскрементами, шкурками и трупиками, заражают плесенью. Все это приводит к склеиванию зерен. Не менее

интенсивно развиваются клещи во влажной почве, засеянной в эксикаторе зернами пшеницы. При прорастании зерна, кроме эндосперма и зародыша, клещи поражают корневую систему. Высыхание субстрата или извлечение клещей из влажной среды приводит их к гибели.

Некоторые из акароидных клещей патогенны для человека. Попадая в организм человека с пищей, они могут вызывать острые желудочно-кишечные заболевания, а при вдыхании — катар верхних дыхательных путей и астматические явления. Известны случаи возникновения своеобразных дерматитов на руках у лиц, работающих с продуктами, зараженными этими клещами [5].

Все это диктует необходимость тщательного изучения биологии клещей, развивающихся в сооружениях биологической очистки, поскольку их экологические возможности как потенциальных вредителей совершенно не известны.

Авторы благодарят Б. А. Вайнштейна за ценные указания и советы.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Б р ы з г а л о в Л. И. Очистка сточных вод. М., «Лесная промышленность», 1972.
2. В е б е р И. Ф., О с т р о в с к и й А. М. Методика проведения технологического контроля работы очистных сооружений городских канализаций (под общей редакцией О. Т. Болотина). М., Стройиздат, 1971.
3. Р о г о в с к а я Ц. И. Биохимический метод очистки производственных сточных вод. М., Стройиздат, 1967.
4. Р о г о в с к а я Ц. И., К о с т и н а Л. М. Рекомендации по методам производства анализов на сооружениях биохимической очистки промышленных сточных вод. М., Стройиздат, 1970.
5. З а х в а т к и н А. А. Тироглифоидные клещи (*Tyroglyphoidea*). — В кн.: Фауна СССР. Паукообразные. Изд. Зоол. ин-та АН СССР, М.—Л., «Наука», 1941, 6, 1.
6. Л а н г е А. Б. Подтип Хелицеровые (*Chelicerata*). — В кн.: Жизнь животных, М., «Просвещение», 1969, 3.
7. F e l d m a n A. E. Biota associated with sewage filtration. — *Sewage and Industr. Wastes*, 1957, 29, 5.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

**ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИ
ВЫЗВАННЫХ ОТВЕТОВ В ОБОНЯТЕЛЬНОМ НЕРВЕ
И ЛУКОВИЦЕ ЛЯГУШКИ
ПРИ СНИЖЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ**

Настоящее сообщение посвящено проблеме влияния температуры на функциональную активность нервной системы пойкилотермных животных.

В условиях электрофизиологического эксперимента регистрировались вызванные ответы в проводящем (обонятельный нерв) и центральном (обонятельная луковица) отделах обонятельного анализатора при различных температурах. Это позволило выяснить и сравнить степень воздействия температурного фактора на возбудимость и проводимость нервных структур двух уровней анализатора.

В работе использованы лягушки (*Rana temporaria* L.). До опыта животных содержали в течение месяца при температуре 19—20°. В опыте температуру тела лягушки постепенно снижали до 5—6°, используя снег. Чтобы проверить обратимость наблюдаемых явлений, температуру повышали до значений, близких к исходным. Температуру измеряли с помощью термосопротивления, которое помещали под кожу животного вблизи головного мозга. У зондированных животных обнажали дорсальную поверхность обонятельных луковиц, обонятельные нервы и обонятельную выстилку. Для электростимуляции рецепторных аксонов раздражающий концентрический платиновый электрод помещали в центре обонятельной выстилки. Прямоугольный импульс от электростимулятора поступал на раздражающий электрод с частотой 0.1 имп./сек. и силой, вызывающей максимальный ответ. Отводящим электродом служила стеклянная пипетка, заполненная раствором Рингера с атаром и через Ag—AgCl соединенная со входом катодного повторителя [1]. Индифферентный электрод (Ag—AgCl) помещали на кожу животного. Электрические ответы фотографировали с экрана осциллографа С1-19. Скорость распространения потенциала действия (V) рассчитывали по уравнению $V = \frac{D}{T}$, где D — расстояние между раздражающими и

отводящими электродами, T — время, прошедшее между артефактом раздражения и началом потенциала действия (ПД).

Продолжительность абсолютного рефрактерного периода определяли методом парного раздражения при различных интервалах.

Стимуляция обонятельного эпителия вызывала ответ в обонятельном нерве, состоящий из двухфазного потенциала, соответствующего суммарному ПД нерва, и однофазного постсинаптического потенциала, соответствующего ответу обонятельной луковицы. Постсинаптическую часть ответа можно заблокировать, нанося на дорсальную поверхность луковицы кристалл гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК). В этом случае регистрируется только суммарный двухфазный ПД обонятельного нерва (рис. 1). Некоторые характеристики ПД, зарегистрированного при разных температурах, приводятся ниже.

Температура, °C	Амплитуда ПД, мВ	Латентный период T, мс	V, мс	Абсолютный рефрактерный период, мс
17	0.5	35	0.12	30
10	0.5	55	0.08	70
6	0.33	70	0.06	100

При понижении температуры до 9—10° амплитуда ПД остается стабильной продолжительное время. Однако действие более низких температур вызывает быстрое уменьшение амплитуды ответа. Латентный период в диапазоне температур 6—17° возрастает примерно в 2 раза; соответственно скорость проведения по нерву при 6° в 2 раза ниже, чем при 17°. Способность обонятельного нерва отвечать на

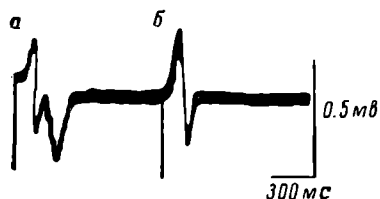


Рис. 1. Устранение постсинаптической части ответа, зарегистрированного в обонятельном нерве.

а — ответ до действия ГАМК; б — ПД после действия ГАМК. Здесь и на рис. 2, 3 отклонение луча вниз от нулевой линии соответствует негативному колебанию потенциала, вверх — позитивному.

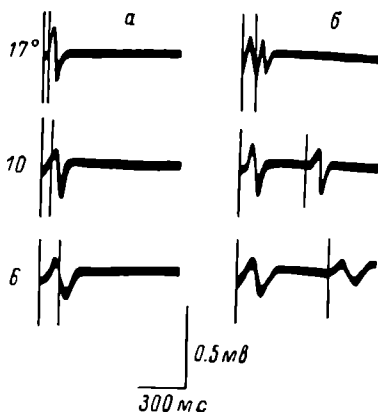


Рис. 2. Уменьшение амплитуды ПД нерва при охлаждении.

а — увеличение длительности абсолютного периода, б — относительного рефрактерного периода.

парные стимулы также зависит от температуры. Даже при 17° обонятельный нерв обладает очень длительным абсолютным рефрактерным периодом (до 30 мс). Его длительность значительно возрастает при охлаждении (рис. 2). Из приведенных ответов нерва на парные стимулы при трех температурах видно, что амплитуда ответа на второй стимул для каждого значения температуры составляет 0.9 амплитуды ответа на первый стимул (рис. 2). С уменьшением температуры задержка между стимулами должна увеличиваться для сохранения этого соотношения, что свидетельствует об увеличении длительности относительного рефрактерного периода при охлаждении. Все описанные изменения ПД, наблюдаемые при снижении температуры, обратимы.

От дорсальной поверхности обонятельной луковицы при стимуляции обонятельного эпителия можно зарегистрировать суммарный ответ, состоящий из нескольких волн (рис. 3, 10°). Волна

a обусловлена ПД нерва, *b* соответствует вызванному постсинаптическому потенциалу, *e* обусловлена синхронным разрядом нейронов второго порядка, *г* соответствует возбуждению полисинаптических структур [2]. При охлаждении происходят изменения формы ответа (рис. 3).

Температура, °С	Амплитуда ответа, мВ	Продолжительность постсинаптической волны, мс
17	1.8	80
10	1.3	120
6	0.6	300

Амплитуда ответа (максимальное отклонение от нулевой линии) при 17° в 3 раза превосходит амплитуду ответа, зарегистрирован-

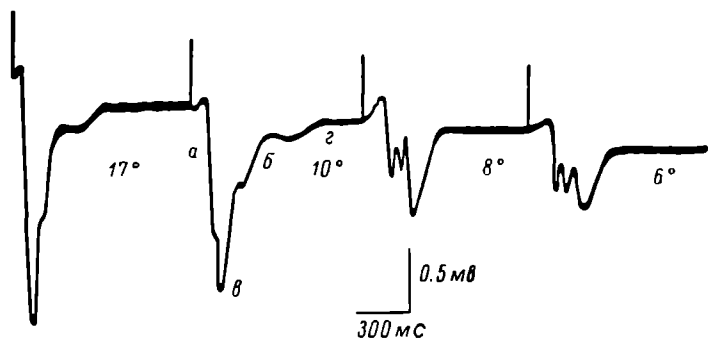


Рис. 3. Изменение суммарного ответа обонятельной луковицы при снижении температуры.

a—г — волны ответа луковицы при разных температурах.

ного при 6°. Однако уменьшение общей амплитуды ответа обусловлено уменьшением волн *b* и *e*, тогда как волна *a* уменьшается в меньшей степени (рис. 3). Четвертая волна *г*, отчетливо проявляющаяся в ответах, зарегистрированных при 17 и 10°, полностью исчезает при 7—8°. Продолжительность постсинаптических волн *b* и *e* значительно возрастает при снижении температуры, что свидетельствует о снижении скорости синаптического и постсинаптического проведения при охлаждении.

Вследствие снижения скорости проведения в синапсах и постсинаптических структурах четко вычлениаются волны в суммарном ответе, зарегистрированном при низких температурах (рис. 3, 6 и 8°). Это явление может быть использовано при изучении компонентного состава суммарных электрических вызванных ответов в различных отделах нервной системы.

Все описанные эффекты, кроме холодного блока волны *г*, соответствующей активности полисинаптических структур, имеют обратимый характер. При повышении температуры волна *г* либо не восстанавливается, либо появляется в измененном виде.

Полученные результаты свидетельствуют о различной степени подавления активности нервных структур периферического и центрального отделов обонятельного анализатора лягушки при понижении температуры. Так, скорость синаптического проведения в большей степени зависит от температуры, чем скорость проведения по нерву.

В работах на нервно-мышечных системах [3, 4] также было показано, что синапсы более чувствительны к холоду и теплу, чем проводящие механизмы нерва и мышцы. Холодовой блок в постсинаптических структурах обонятельного анализатора лягушек наступает при сравнительно высоких температурах (8° для животных, акклиматизированных к 20°), что соответствует данным, полученным для электрических ответов в мозжечке при стимуляции параллельных волокон [5]. Различная степень обратимости эффектов охлаждения на электрическую активность периферических аксонов и полисинаптических структур, на наш взгляд, также отражает различную степень чувствительности двух уровней обонятельного анализатора к изменению температуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бызов А. Л., Бонггард М. Катодный повторитель для работ с микроэлектродами. — Физиол. ж. СССР, 1959, 45.
2. Флерова Г. И. Электрофизиологические исследования обонятельного анализатора пизших позвоночных. Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. биол. наук. М., 1970.
3. B a t t e e H. I. Effect of extreme temperatures on muskle and nerve tissues in marine fishes. — Trans. Roy. Soc. Canada. Sec. III, 1926, 20.
4. L i C. L., G o u s s P. Effect of cooling on neuromuscular transmission in frog. — Amer. J. Physiol., 1958, 192.
5. P e t e r s o n R. H., P r o s s e r C. L. Effect of cooling in electrical responses of goldfish (*Carassius auratus*) central nervous system. — Compt. Biochem. Physiol., 1972, 42A.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А. С. Л и т в и н о в

КОРОТКОПЕРИОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ТЕРМОКЛИНА В МОШКОВИЧСКОМ ЗАЛИВЕ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

При взаимодействии циркуляционного расхода Конаковской ГРЭС с водами Иваньковского водохранилища формируется четко выраженный термоклин, положение которого не остается постоянным в пространстве и во времени [1, 2]. Спектр глубины его залегания изменяется от нескольких часов до несколь-

ких десятков секунд. В рассматриваемом случае анализируются только короткопериодные колебания термоклина. Поскольку механизм таких колебаний определяется главным образом вертикальной термической стратификацией, то для их анализа были использованы записи колебаний температуры в термоклине.

В качестве датчиков для регистрации короткопериодных колебаний температуры использовались термометры сопротивления типа П-8-2 с диапазоном измерения температуры от 0 до 50° и постоянной времени около 0.1 с. Точность измерения температуры составляла 0.1°. Регистрация показаний датчиков производилась на серийном светолучевом осциллографе типа К12-21 со скоростью протяжки фотобумаги 3 мм/с.

Измерения производились с борта лодки в устье Мошковичского залива. Продолжительность каждой серии наблюдений составляла 10—15 мин. При обработке материалов показания датчика снимались с ленты самописца через каждые две секунды, т. е. длина анализируемых рядов колебалась от 300 до 450 членов.

Наблюдения выполнялись при слабом ветре. Температурные условия на разрезе характеризовались квазиоднородным слоем до глубины 3 м с температурой 25.6—25.2°, затем резким понижением ее до горизонта 4.5 м. В полуметровом придонном слое температура воды составляла 20.9°. Таким образом, термоклин располагался на глубине от 3 до 4.5 м. Средний градиент температуры в нем около 0.029°С/см. Распределение градиента по отдельным более тонким слоям представлено ниже.

Толщина слоя, м	Градиент температуры, °С/см	Толщина слоя, м	Градиент температуры, °С/см
0.0—0.8	0.0012	3.0—3.4	0.0475
0.8—1.2	0.0025	3.4—3.7	0.0470
1.2—1.6	0.0025	3.7—4.1	0.0125
1.6—2.0	0.0000	4.1—4.5	0.0125
2.0—2.7	0.0000	4.5—4.9	0.0000
2.7—3.0	0.0033		

Из приведенных данных видно, что максимальный градиент наблюдался в слое 3.0—3.7 м, где разность температур достигала 3.3°. Скорость течения составляла от 0.20—0.25 м/с в верхнем квазиоднородном слое до 0.02 м/с и менее у дна. Учитывая это, датчик температуры располагался на горизонте 3.6 м. Кроме того, выполнены записи на горизонтах 3.0 и 4.5 м. Образец записи температуры в слое скачка показан на рис. 1, а. Как амплитуда колебания температуры, так и период этих колебаний изменяются в широких пределах (рис. 1). При этом максимальная амплитуда колебания температуры достигает 1.5°.

Относительная ограниченность длины рядов не позволила применить спектральный анализ для исследования структуры этих колебаний. В связи с этим при выделении периодов колебаний

был использован метод периодограмм-анализа. Результаты проведенных вычислений (рис. 1, б) показывают, что колебания температуры с максимальной амплитудой имеют период 134 с (τ_4). Вероятность появления случайной амплитуды с данным периодом колебаний для приводимого случая очень мала и равна 0.002. На периодограмме также выделяются колебания с периодами в 50 (τ_1), 68 (τ_2) и 82 (τ_3) с. Однако вероятность появления случайной амплитуды с этими периодами значительно возрастает и изменяется от 0.24 (τ_1) до 0.34 (τ_2).

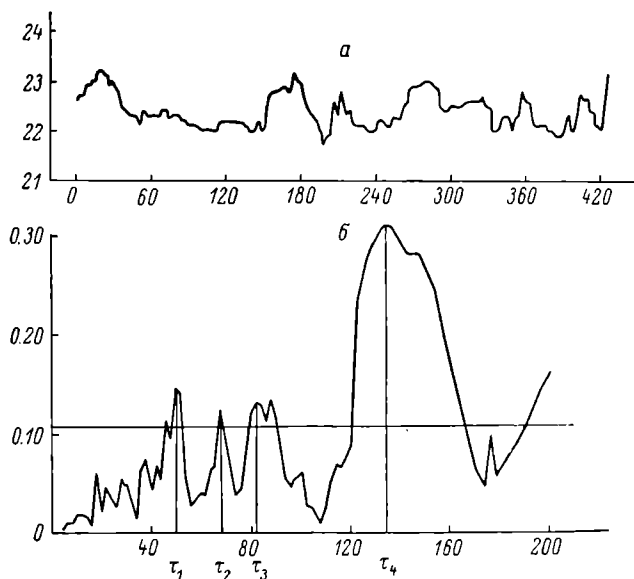


Рис. 1. Колебания температуры в термоклине (а) и периодограмма этих колебаний (б).

По оси ординат: а — температура, °С, б — амплитуда колебаний температуры, °С; по оси абсцисс — время, с.

Колебания температуры с периодом в 2 мин. 14 с, на наш взгляд, являются собственными колебаниями всего термоклина. Действительно, всякий объем жидкости, имеющий устойчивую плотностную стратификацию, представляет собой некоторую колебательную систему. Частота собственных колебаний такой системы, или частота Брента—Вяйсяля [3], определяется выражением

$$N = \left(-\frac{g}{\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial z} \right)^{1/2},$$

где g — ускорение силы тяжести, ρ_0 — в первом приближении может быть принято равным средней плотности на поверхности,

а $\frac{\partial \rho}{\partial z}$ — градиент плотности. Соответствующий этой частоте период, равный $2\pi/N$, может изменяться от десятков секунд в термоклине до многих часов в районах с практически безразличной стратификацией.

Распределение величины N по вертикали в районе наблюдений представлено на рис. 2, а. Здесь также показано (рис. 2,

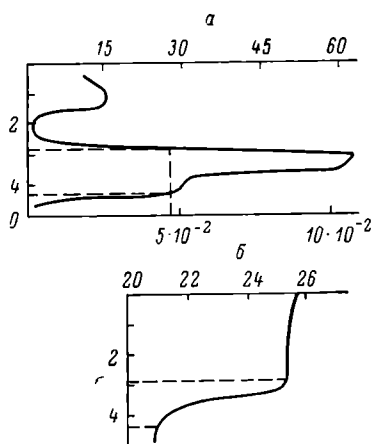


Рис. 2. Профиль частоты Брента—Вайсяля (а) и вертикальное распределение температуры (б).

По оси ординат — глубина, м; по оси абсцисс: а — значение частоты Брента—Вайсяля (внизу — рад./с, вверх — цикл/час), б — температура, °С.

б) вертикальное распределение температуры воды. Если мы нанесем на график распределение величины N , значение основного выделенного периода колебаний (τ_4), спроектировав точки его пересечения с профилем N на шкалу глубин, то полученные точки будут как раз ограничивать термоклин. Отсюда следует, что сделанное ранее предположение справедливо. Колебания с более короткими периодами ($\tau_1 - \tau_3$), выделенные на периодограмме, могут быть обусловлены собственными колебаниями более тонких слоев, расположенных внутри термоклина. Как видно из профиля частоты Брента—Вайсяля, минимально возможный период колебаний внутри термоклина при сложившейся ситуации может быть около одной минуты. Все более

высокочастотные колебания, очевидно, уже могут рассматриваться как турбулентные образования разных масштабов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Литвинов А. С. О динамике сбросных вод в Мошковичском заливе Ивановского водохранилища. — Матер. межвузовской научн. конф. по вопр. изуч. влияния водохр. на природу и хозяйство окружающих территорий. Калинин, 1970.
2. Литвинов А. С. О расчете длины и глубины клина холодной воды в Мошковичском заливе Ивановского водохранилища. — Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1973, 19.
3. Филлипс О. Динамика верхнего слоя океана. М, 1969.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА Р. СОЛОНИЦЫ В ЗОНЕ ПОДПОРА

Создание на территории Ярославской обл. крупных водохранилищ существенно изменило гидрологический режим впадающих в них рек. Это хорошо видно на примере р. Солоницы, впадающей в Горьковское водохранилище между Ярославлем и Костромой. Гидрологический режим этой реки типичен для малых рек Ярославского поволжья, однако в связи с особенностями гидрогеологического строения долины Солоницы химический состав ее вод имеет некоторые индивидуальные особенности.

Длина Солоницы 138 км, 53 ее притока собирают воду с площади 1470 км². Ширина реки в среднем течении от 20 до 60, в зоне подпора 120—150 м, глубина 3—6 м. Солоница берет начало в Писцовских болотах Ивановской обл., лежащих на высоте около 190 м. В верхнем и нижнем течении река пересекает всхолмленную равнину основной морены, сложенную моренными суглинками, в низовьях петляет по плоской Ярославско-Костромской низине и рассекает погребенную депрессию, днище которой находится на 12 м ниже уровня моря [2].

Средний многолетний расход реки равен 5 м³/с, в половодье он возрастает до 116, а в летнюю и зимнюю межень падает до 1.0 м³/с. Многолетний наименьший расход составляет 0.22 м³/с. Скорость течения реки изменяется от 0.6 м/с в половодье до 0.02 м/с в межень. В зоне подпора скорость и направление течения зависят от попусков воды через волжские плотины, но, как правило, летом и зимой скорость течения менее 0.05 м/с. Ледостав на реке длится от 137 до 160 дней, средняя толщина льда в начале и конце сезона составляет 25—60 см.

Воды Солоницы характеризуются гидрокарбонатно-кальциево-сульфатным составом; общая минерализация изменяется от 500 в межень до 90—100 мг/л в половодье. Минерализация вод реки увеличивается от верховьев к нижнему течению, достигая максимума в районе выхода минеральных источников у с. Малые Соли. Ниже его в связи с распресняющим воздействием проникающих сюда волжских вод минерализация вод Солоницы падает.

В годовом колебании уровня, скорости течения и температуры воды этого небольшого потока, как и в крупных водоемах, четко выделяются четыре гидрологических сезона. Начало гидрологической весны приходится в среднем на середину апреля. За 3—4 дня река очищается от льда, уровень воды в это время достигает наивысших отметок. Наибольшие весенние расходы реки приблизительно совпадают с началом интенсивного подъема уровня Горьковского водохранилища, а спад половодья происходит еще до момента наполнения его до нормального подпорного уровня.

Ранней весной приустьевая часть русла Солоницы, как и более крупных рек, интенсивно промывается водами половодья. В период наполнения Горьковского водохранилища его воды проникают вверх по реке на 2—5 км, распространяясь преимущественно в поверхностных слоях. Неоднородность водной толщи в подпертой зоне реки прослеживается как по температуре воды, так и по некоторым химическим показателям. Разность температуры воды на поверхности и у дна в середине мая достигает 3° , вертикальный температурный градиент составляет $0.5\text{--}0.8^{\circ}$ на 1 м. В начале массового снеготаяния общая минерализация вод Солоницы составляет 170—260 мг/л при содержании гидрокарбонатов 1.5—2.8 мг-экв/л, общей жесткости 0.9—3.0 мг-экв/л и цветности 40 град. В пик половодья общая минерализация минимальна — 95—140 мг/л, содержание гидрокарбонатов падает до 0.95—1.3 мг-экв/л, уменьшается общая жесткость (0.7—1.6 мг-экв/л) и цветность (28 град.). При спаде половодья за счет увеличения почвенно-грунтового стока происходит постепенное повышение минерализации речных вод. К середине мая общая минерализация придонного слоя повышается до 170—200 мг/л, содержание гидрокарбонатов — до 1.5—1.75 мг-экв/л, увеличивается общая жесткость (до 2.1—2.5 мг-экв/л) и цветность (до 50 град.). В поверхностном слое, который представляет собой водную массу водохранилища, минерализация воды на 8—12% ниже, чем в придонном.

Гидрологическое лето наступает приблизительно в 15—20 числа июня, к этому времени заканчивается весенний прогрев вод и устанавливается относительное постоянство уровня водоема. В связи с блокированием вод Солоницы водами водохранилища проточность ее в значительной степени определяется режимом работы Рыбинского и Горьковского гидроузлов. Скорость потока, как правило, не превышает 0.02 м/с, при встречных ветрах иногда наблюдается разнонаправленное движение воды: у дна к водохранилищу, на поверхности — вверх по течению реки. В условиях замедленного водообмена воды нижнего участка Солоницы приобретают черты, свойственные водным массам озерного типа.

Химические характеристики воды в летнюю межень определяются преобладанием подземного питания. За счет последнего постепенно повышается минерализация воды (до 400—500 мг/л) и увеличивается содержание гидрокарбонатов — до 4.3—5.3 мг-экв/л. При дождевых паводках общее содержание ионов понижается до 300—350 мг/л, цветность возрастает до 40—50 град. и вода в реке приобретает буро-коричневатый оттенок. Наблюдается неоднородность химического состава воды в поперечном сечении реки: у правого берега в связи с выходом высокоминерализованных источников общая минерализация на 40—100 мг/л выше, чем у левого, заметно увеличено содержание ионов SO_4 и Cl . В местах выхода особо мощных источников образуются

очаги гидрокарбонатно-хлоридно-кальциевых и хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатных вод с общей минерализацией до 800—1500 мг/л.

В сентябре—октябре с возрастанием доли поверхностно-склонового притока минерализация вод Солоницы уменьшается в 1.7—2.5 раза. Заканчивается гидрологическая осень выхолаживанием водной массы по всему водному сечению до 0.2°, и 15—19 ноября обычно наступает ледостав.

Особенность гидрологической зимы, которая длится около пяти месяцев,— переход реки почти исключительно на подземное питание. В это время вновь отчетливо проявляется неоднородность водной массы по глубине и акватории в нижнем течении Солоницы: у дна скапливаются более минерализованные и более теплые воды, вверху — менее минерализованные и более холодные. Концентрация растворенных веществ в придонном слое достигает максимума: общая минерализация в зависимости от водности года изменяется от 440 до 500 мг/л, содержание карбонатов составляет 5.0—6.0 мг-экв/л, общая жесткость повышается до 5.2—5.7 мг-экв/л. Цветность вод в этом сезоне минимальна — около 15 град. Зимой при сработке объема аккумулированных вод водохранилища наблюдается проникновение высокоминерализованных и бедных кислородом вод Солоницы в Горьковское водохранилище. Эти воды медленно перемещаются вниз по течению. Граница раздела речных вод и вод водохранилища принимает форму несколько искаженной параболической кривой и хорошо прослеживается на расстоянии 3—5 км от устья Солоницы. Таким образом, здесь наблюдается та же картина выхода и смешения речных вод с водами водохранилища, какая была неоднократно прослежена в Рыбинском водохранилище при изучении формирования его водных масс [1].

Все изложенное позволяет отметить своеобразие гидрохимического и гидрологического режима подпертого участка р. Солоницы, наличие в нижнем течении реки сезонно формирующихся двух типов природно-аквальных комплексов — речного и озерного. Для озерного комплекса характерно расслоение водной массы, в придонной части его в зимнюю и летнюю межень формируются очаги с повышенной минерализацией воды, которые постепенно перемещаются в Горьковское водохранилище и в районе выхода изменяют свойства вод прибрежной зоны этого водоема.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б у т о р и н Н. В. Гидрологические процессы и динамика водных масс в водохранилищах Волжского каскада. М.—Л., «Наука», 1969.
2. И в а н о в А. Н., Н о в с к и й В. А. Геологическое строение и полезные ископаемые. — В кн.: Природа и хозяйство Ярославской обл. Ч. I. Природа. Ярославль, 1959.

Ярославский
педагогический институт

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА РЕК
ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ СССР
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХАРАКТЕРА
АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ**

Годовой сток в условиях европейской территории СССР (ЕТС) определяется в основном количеством осадков, выпавших в бассейне реки, так как для большинства рек влияние водности предыдущего года на сток текущего мало. Следовательно, сток каждого отдельного года можно рассматривать как функцию атмосферной циркуляции над ЕТС в этом же году. Изучению связи стока отдельных рек СССР с атмосферными процессами посвящен целый ряд работ (1, 2, 4, 5, 6, 7, и др.). Большинство из них направлено на установление прогностических зависимостей между стоком и некоторыми обобщенными показателями атмосферной циркуляции. Нами выполнен анализ распределения стока рек ЕТС в зависимости от типов атмосферной циркуляции — W, C, E (по Вангенгейму). Для этой цели использовались поля стока, представленные расходами воды на 15 реках (16 створах), равномерно распределенных по изучаемой территории (рис. 1). Поскольку изучению подвергался как среднегодовой, так и суммарный сток за период весеннего половодья, то предпочтение отдавалось рекам, не имеющим искусственного регулирования стока.

Для выявления связи между полями стока и типами циркуляции представляется вполне естественным разделить имеющиеся данные наблюдений на некоторое число характерных групп, в которых один из типов циркуляции является преобладающим. По данным А. А. Гирса [3], нами выделены три такие группы. К первой относятся годы, когда наблюдалось преобладание формы W, ко второй — годы с таковым формы C, к третьей — годы с преобладанием формы E. Группировка производилась по величине отклонения повторяемости каждой из форм циркуляции от ее многолетней нормы. В частности, первую группу составили годы, когда это отклонение было более 15 дней, вторую и третью — повторяемость соответствующей формы циркуляции превышала норму на 20 и более дней. В соответствии с этим были разбиты на группы и поля стока. В результате в первую группу полей стока выделилось 11 лет, во вторую — 10 и в третью — 13 лет (по материалам наблюдений за 1920—1963 гг.). Результаты показывают, что при данном подходе к формированию групп 10 из 44 среднегодовых полей стока нельзя было отнести ни к одной из них, так как в соответствующие им годы существенного преобладания какой-либо формы циркуляции не наблюдалось.

Для каждой из выделенных групп были вычислены повторяемости стока, превышающего средний многолетний. Результаты расчетов, представленные в виде типовых карт (рис. 1), показывают, что при формах W и E поля стока в основном отражают распределение осадков, характерное для этих форм циркуляции

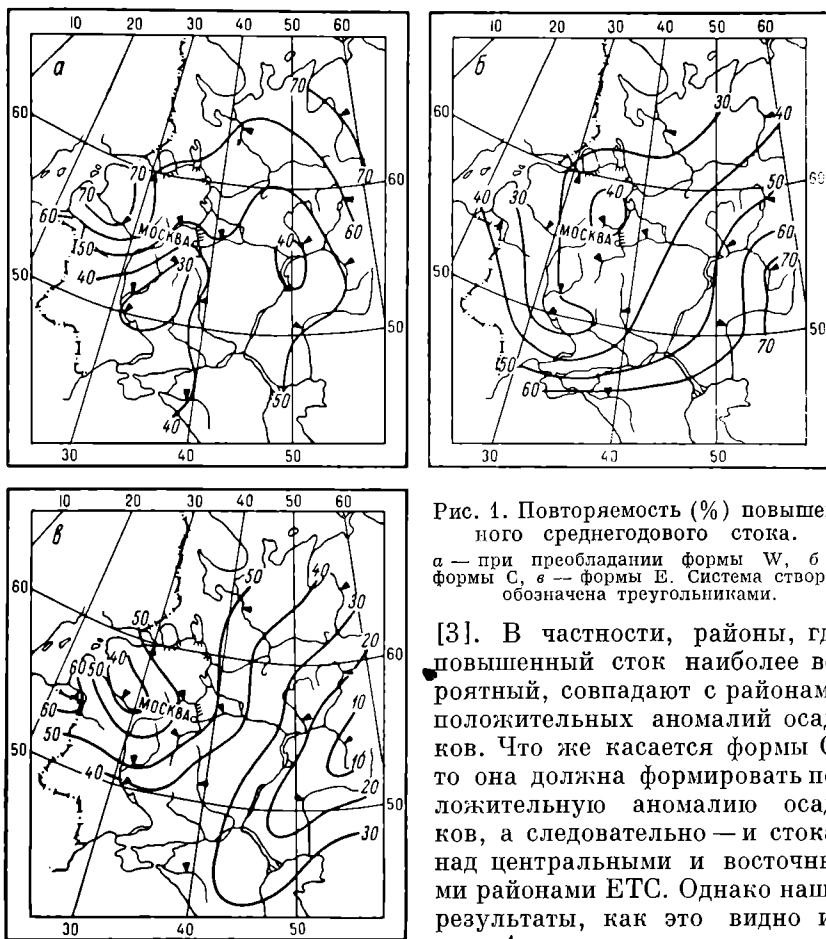


Рис. 1. Повторяемость (%) повышенного среднегодового стока.

а — при преобладании формы W, б — формы C, в — формы E. Система створов обозначена треугольниками.

[3]. В частности, районы, где повышенный сток наиболее вероятный, совпадают с районами положительных аномалий осадков. Что же касается формы C, то она должна формировать положительную аномалию осадков, а следовательно — и стока, над центральными и восточными районами ЕТС. Однако наши результаты, как это видно из рис. 1, в эту схему не укладываются.

Расчет, аналогичный вышеизложенному, выполнен также для холодного периода года. С этой целью были вычислены ежегодные суммы повторяемостей каждой из форм циркуляции за зимние месяцы (декабрь предыдущего года, январь, февраль и март текущего года) и средние значения этих сумм. Как и в первом варианте, выделены зимы (годы) с преобладанием формы W (отклонение повторяемости от нормы больше 10 дней), C (откло-

нение больше 10 дней) и Е (отклонение больше 15 дней). Далее, для всех створов были получены суммарные расходы за апрель—июнь каждого года (период, в который обычно укладываются волны половодья рассматриваемых рек) и их нормы. Поля стока, как и раньше, объединялись в группы в соответствии с груп-

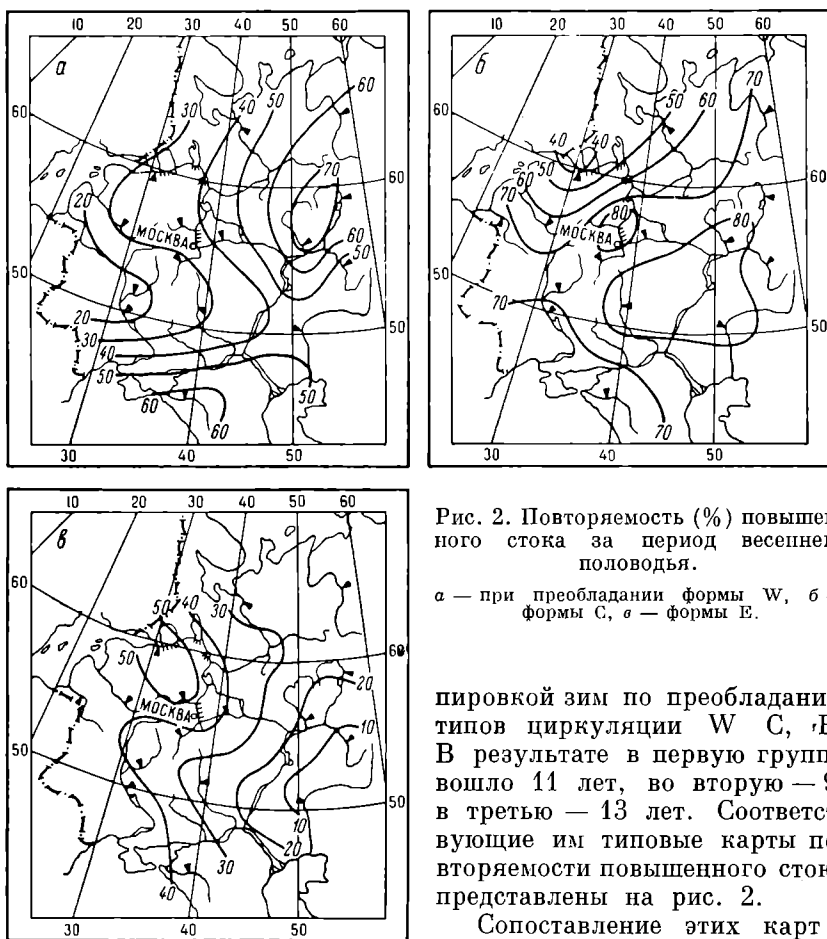


Рис. 2. Повторяемость (%) повышенного стока за период весеннего половодья.

а — при преобладании формы W, б — формы С, в — формы Е.

пировкой зим по преобладанию типов циркуляции W, С, Е. В результате в первую группу вошло 11 лет, во вторую — 9, в третью — 13 лет. Соответствующие им типовые карты повторяемости повышенного стока представлены на рис. 2.

Сопоставление этих карт с ранее полученными показывает, что они имеют существенные различия. Так, характер распределения весеннего стока при форме W ближе всего к распределению среднегодового стока при форме С, а карта повторяемости весеннего стока при форме С является обратной карте распределения среднегодового стока при форме W. И только при восточном типе циркуляции, т. е. типе Е, характер распределения среднегодового и весеннего стоков остается почти идентичным. Другими словами,

хорошо развитая восточная циркуляция в зимний период определяет сток за год в целом.

Рассматривая полученные результаты с прогностической точки зрения, можно отметить, что для большинства рек ЕТС прогноз стока, основанный на формах циркуляции W, C, E, не может дать удовлетворительных результатов, так как даже специально подобранные здесь случаи с хорошо выраженной циркуляцией определенного типа не дали достаточно высоких связей со стоком. Этот вывод подтверждается также физическими соображениями о рассматриваемом процессе. Действительно, поскольку формы W, C, E представляют собой наиболее общие характеристики атмосферной циркуляции над всем Северным полушарием, то при одной и той же повторяемости (например, формы W) перераспределение осадков по ЕТС может быть весьма своеобразным в каждом отдельно взятом году. Следовательно, использование этих характеристик в качестве предикторов для прогноза стока не только малых, но и средних рек представляется не совсем логичным. Что же касается рек с очень большими водосборами, то здесь можно ожидать повышения прогностической ценности типов W, C, E по крайней мере настолько, чтобы появилась возможность осуществить фоновый прогноз стока этих рек. Подтверждением этому в какой-то мере является результат прогнозирования колебаний уровня Каспийского моря по стоку р. Волги [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. А н и с к и н а Н. А. Синоптические условия формирования годового стока рек Северо-Запада СССР и возможность его прогноза. — Тр. ГГИ, 1965, 118.
2. В и т е л ь с Л. А. О построении долгосрочного гидрологического прогноза на синоптической основе. — Тр. III Всесоюз. гидрол. съезда, 1958, 2.
3. Г и р с А. А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы. Л., Гидрометеиздат, 1971.
4. Д о г а н о в с к а я Л. Н. О связи годового стока с индексами атмосферной циркуляции и солнечной активности. — Тр. ЛГМИ, 1968, 30.
5. К о в з е л ь А. Г. Связь многолетних колебаний стока с типами атмосферной циркуляции. — Метеорол. и гидрол., 1960, 11.
6. К у з и н П. С. Зависимость годового стока р. Волги у Ярославля от метеорологических факторов. — Тр. ГГИ, 1936, 8.
7. Ш к л я е в А. С. Связь изменения годового стока рек Урала в смежные годы с типами атмосферной циркуляции. — В кн.: Многолетние колебания стока и вероятностные методы его расчета. Изд. МГУ, 1967.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

СОПОСТАВЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ САМООЧИЩЕНИЯ
НЕКОТОРЫХ РЕК

В недавно опубликованной монографии, посвященной изучению самоочищения на верхнем участке р. Днепра [2], имеются данные по величинам констант скорости биохимического потребления кислорода ($K_{БПК}$), что, как известно, характеризует скорость окисления органического вещества. Там же приведены величины атмосферной и фотосинтетической аэрации (реаэрации) воды, а также построена математическая модель процесса самоочищения, который имеет место на загрязненном участке реки.

Исследования проведены летом 1970 г., когда на изучаемом участке вода реки в дневное время была перенасыщена кислородом (до 180% от полного насыщения).

Расчеты некоторых из вышеуказанных характеристик, как и непосредственно аналитические данные, были получены нами на загрязненном участке р. Москвы ниже г. Москвы в сентябре 1931 г. [6, 8, 9] и на других реках [2, 3, 4, 5]. Сопоставление полученных результатов представляется весьма полезным, так как исследования на р. Москве проводились как в пунктах, где даже днем наблюдался дефицит кислорода, так и в местах, где вода была им перенасыщена.

На участке р. Днепра от Могилева до с. Ново-Быхово экспериментально определенные величины $K_{БПК}$ колебались летом от 0.073 до 0.082 и в среднем из 19 определений составляли 0.08.

В 1931 г. [6, 8] на р. Москве значения $K_{БПК}$ были вычислены для участков от завода «Динамо» до шлюза Перерва и от шлюза Беседа до шлюза Андреевского, расположенных соответственно вниз по течению от устья р. Яузы на 4, 16, 37 и 51 км. Вычисление проведено по формуле [1, 9]

$$K_{БПК} = \frac{1}{t} \log \frac{D_A}{D_B},$$

где $K_{БПК}$ — константа биохимического потребления кислорода в сутки, D_A — БПК₅ в пункте А, D_B — БПК₅ в пункте Б, t — время перемещения воды от пункта А до пункта Б (в днях) при средней скорости 0.07 м/с. Для первого участка величина $K_{БПК}$ (после приведения к 20°) составила 0.10, для второго — 0.098. Как видим, значения $K_{БПК}$ в воде рр. Днепра и Москвы практически одинаковы. Они характерны для хозяйственно-фекальных сточных вод [12]. Практически такие же значения $K_{БПК}$ были получены в 2 опыта, поставленных нами с хозяйственно-фекальными сточными водами [7]: при 20° они составляли 0.081 и 0.096.

По результатам этих же опытов были вычислены константы скорости аммонификации — 0.11 и 0.13. Близость их к константе скорости $K_{\text{БПК}}$ подтверждает сопряженность процессов окисления органического вещества и аммонификации.

При исследовании р. Днепра фотосинтетическая аэрация и БПК определялись методом склянок, атмосферная аэрация, пропорциональная дефициту кислорода, — по уравнению, в которое входит константа аэрации. Эмпирически найденные значения последней константы сильно различаются вследствие различных гидрологических характеристик и непостоянства других факторов. На двух створах изученного участка р. Днепра атмосферная аэрация была отрицательной (кислород выходил в атмосферу в результате пересыщения им воды), а ее значения составляли около 2 г $\text{O}_2/\text{м}^2$ в сутки. Фотосинтетическая аэрация в среднем составляла около 12 и 27 г $\text{O}_2/\text{м}^2$ за 16 час. Непосредственно определенная средняя интенсивность фотосинтеза составляла соответственно около 10 и 15 г $\text{O}_2/\text{м}^2$ в сутки. Эти данные указывают на большое значение фотосинтетической аэрации по сравнению с атмосферной на участке реки, где вода была пересыщена кислородом.

Интенсивность аэрации воды р. Москвы изучалась в 1931 г. в верхней части ее загрязненного участка — от завода «Динамо» до шлюза Перерва (расстояние 12 км). Здесь содержание растворенного кислорода в дневное время составляло 6 и 11% от полного насыщения, минеральный азот был представлен только ионами аммония, фитопланктона было мало. Вычисление коэффициента аэрации произведено по формуле Мара (Mahr [11]), которая предложена для выяснения условий спуска сточных вод в реку.

$$a = \frac{Q(D_1 - D_2) + b}{F},$$

где a — коэффициент реаэрации (в г O_2) на 1 м^2 поверхности воды в реке в сутки; Q — дебет реки, м^3 в сутки; D_1 и D_2 — полное БПК в пункте А и Б; b — разница в содержании кислорода в пунктах А и Б; F — поверхность реки на участке от А до Б, м^2 .

Согласно расчету, коэффициент аэрации воды в данном участке составил 8.4 г $\text{O}/\text{м}^2$ в сутки. Эта величина, возможно, занижена, так как использованные значения $K_{\text{БПК}}$ характеризовали только поверхностный слой. В нижних слоях в результате поглощения кислорода донными отложениями величина БПК, вероятно, была выше. По данным С. Н. Строганова и К. Н. Королькова [10], коэффициент аэрации на р. Москве ниже города в 1932 г. составлял 5, 7 и 10 г $\text{O}/\text{м}^2$ в сутки.

Вышеприведенные химическая и биологическая характеристики воды р. Москвы в 1931 г. от завода «Динамо» до шлюза Перерва дают основание утверждать, что вычисленный коэффициент аэрации обусловлен атмосферной аэрацией. Ниже этого участка в воде

появились нитриты и нитраты, при этом степень насыщения воды кислородом возрастала. У шлюза Фаустово и выше г. Воскресенска (120 и 145 км от устья р. Яузы) наблюдалось повышение рН и значительное пересыщение воды кислородом (до 120—149% от полного насыщения). Исходя из результатов исследования р. Днепра, можно полагать, что в этих пунктах р. Москвы аэрация воды была обусловлена главным образом фотосинтетической деятельностью фитопланктона, ее интенсивность могла быть порядка 15—20 г O_2/m^2 в сутки.

Работы, проведенные на р. Москве в 1947 и 1948 гг. [4], показали, что летом на участке от с. Беседы до с. Андреевское величина поверхностной аэрации составляла 12 г O_2/m^2 в сутки, степень насыщения воды кислородом в это время составляла 48%.

Значительно более высокие значения коэффициентов аэрации воды характерны для загрязненных участков рек с малым расходом. Для р. Пехорки (приток р. Москвы) коэффициент аэрации в 1931 и 1932 гг. на отдельных участках колебался от 1.0 до 132, в среднем составляя для всего водоема 34.8 г O_2/m^2 в сутки [5]. Согласно С. М. Драчеву [3], величины коэффициентов аэрации на отдельных участках малых рек составляли: на р. Вохне (приток р. Клязьмы) от 2.5 до 90 г O_2/m^2 в сутки (летом 1939 г.), на р. Яузе (приток р. Москвы) от 13 до 147 (лето 1931 г.), на р. Арженке (приток р. Нары, г. Тамбов) — 49 г O_2/m^2 в сутки. На водохранилище р. Свислочь фотосинтетическая аэрация достигала 33, атмосферная — 16 г O_2/m^2 в сутки [2].

Проведенное здесь сопоставление дает основание говорить об общности явлений процесса самоочищения вод рассмотренных рек в годы исследований. Результаты натурных наблюдений, выполненных на р. Москве вниз по ее течению от г. Москвы до устья [6, 8], отражают обе фазы ее самоочищения: 1) убыль содержания органического вещества и растворенного кислорода и накопление биогенных элементов вследствие процесса минерализации в верхнем участке; 2) повышение концентрации первых двух показателей и понижение содержания биогенных элементов (вторичное загрязнение вследствие фотосинтетической деятельности фитопланктона) в нижнем участке.

Подобная схема убедительно иллюстрируется двумя последними рисунками упомянутой монографии [2], которые дают графическое представление процессов минерализации органического вещества и самоочищения во времени с помощью метода математического моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б а з я к и н а Н. А. Значения константы скорости потребления кислорода. — Санит. техника, 1932, 2.
2. В и н б е р г Г. Г., С и в к о Т. Н., К о н д р а т ю к В. Г. и др. Биологические процессы самоочищения на загрязненном участке реки

- (на примере Верхнего Днепра). — Изв. Белорусск. гос. ун-та им. В. И. Ленина, Минск, 1973.
3. Драчев С. М. Процессы самоочищения в сильно загрязненных реках с малым расходом. — Водоснабж. и санит. техника, 1940, 15, 7.
 4. Драчев С. М., Сосунова И. Н. Превращение органического вещества в загрязненной реке с зарегулированным течением. — Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва, 1953, 5.
 5. Попова Н. М., Нагибина Т. С. Самоочищение р. Пехорки. — В кн.: Очистка сточных вод. М., ОНТИ, 1934.
 6. Скопинцев Б. А. К изучению естественного самоочищения рек. — Санит. техника, 1933, 6.
 7. Скопинцев Б. А., Овчинникова Ю. С. Изучение окислительных процессов, протекающих в загрязненных водах в аэробных условиях. — Микробиол., 1934, 13, 1.
 8. Скопинцев Б. А. Гидрохимическое обследование р. Москвы от дер. Татарово до устья. — В кн.: Исслед. рек СССР, 1935, VII.
 9. Скопинцев Б. А. О вычислении коэффициента реаэрации естественных водоемов. — Водоснабж. и санит. техника, 1936, 9.
 10. Строганов С. Н., Корольков К. Н. Биологическая очистка сточных вод. М.—Л., ОНТИ, 1933.
 11. Mahr E. I. Die zulässige Belastung eines Gewässer durch Standentwässerungen. — Techn. Gemeinblatt., 1929, 32, 15—16.
 12. Thériault E. I. The oxygen demand of polluted waters. — Public Health. Bull., 1927, 173.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

М. Д. И с а е в

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СУДОВАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СТАНЦИЯ

Автоматизация процесса измерения гидрологических параметров в судовых условиях позволяет увеличить объем и повысить качество измерительной информации. В связи с этим в Институте биологии внутренних вод АН СССР проводятся работы по внедрению в практику научных исследований автоматизированных измерительных систем на базе светолучевых осциллографов. В 1971 г. разработан и введен в строй автоматизированный измерительный пункт, расположенный на мелководье Рыбинского водохранилища [1]. В 1972 г. в институте изготовлена и испытана в экспедиционных условиях судовая автоматическая станция, общий вид и схема блока автоматики которой показаны на рис. 1 и 2. Измерительная станция смонтирована на общей плате и состоит из следующих элементов: блока автоматики, светолучевого осциллографа, измерительных схем, измерительных датчиков и автономных источников питания.

Блок автоматики имеет специальный часовой механизм с программным диском, электромеханическое реле времени и предназначен для подачи питания и включения станции по заданной программе.

Автономными источниками питания для осциллографов являются аккумуляторные батареи типа 6СТМ-128М напряжением 24 в и емкостью 128 а/ч, а для питания измерительных схем — батареи сухих элементов типа 165-У с напряжением 1.5 в.

Блок автоматики состоит из специального контактного устройства, которое смонтировано непосредственно у программного диска часового механизма ЧМ. При вращении программного диска контакты (K_1, K_2, K_3, K_4) (рис. 1) замыкаются в зависимости от

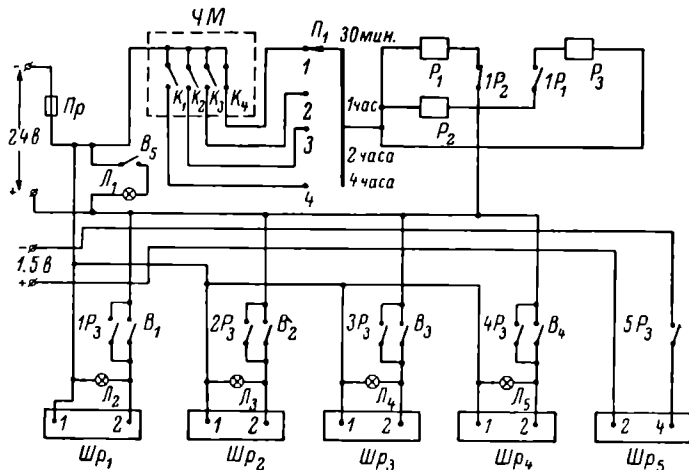


Рис. 1. Схема блока автоматики (обозначения в тексте).

положения переключателя Π_1 , который служит для включения станции по определенной программе работы — через 30 мин., 1 час, 2 часа и 4 часа. Питание (24 в) подается на реле P_1 и P_2 , через контакты реле $1P_1$ включается реле P_3 . Пройдя контакты реле $1-4P_3$ питание подается на штепсельный разъем ШР_1 , к которому подключен самописец. Питание электрических схем (1.5 в) подается через контакты $5P_3$ к ШР_5 , к которому подключены измерительные схемы. Выключатели B_1 и B_4 позволяют включать аппаратуру вручную. Электромеханическое реле времени P_2 -ЭМРВ позволяет регулировать диапазоны времени включения аппаратуры от 2 до 15 с. Лампочки L_2-L_4 служат индикаторами при включении одной из программ. Регистрация измеряемых параметров производится на фотоленту осциллографа К12-21. Судовая измерительная станция может одновременно фиксировать до 12 параметров.

Точность регистрации при воздействии различных дестабилизирующих факторов не ниже 1%. Станция при включении ее через 1 час на 15 с. может работать в течение 40 суток.

Напряжение питания станции 24 ± 0.5 в при потребляемой мощности 58 в. Габаритные размеры ее $600 \times 500 \times 300$ мм

при весе 17 кг. Работа автоматической станции была проверена в судовых условиях на Иваньковском водохранилище в июне 1972 г.

В течение рейса с помощью станции автоматически произведено 145 циклов измерений температур на четырех горизонтах.



Рис. 2. Общий вид станции.

1 — блок автоматики; 2 — осциллограф К12-21; 3 — источник питания измерительных схем; 4 — измерительные схемы; 5 — датчики температуры.

При этом установлено, что станция работает надежно, расшифровка измерительной информации по тарифовочным графикам затруднений не представляет.

Достоинство станции — одновременность получения значительного числа параметров, существенное снижение затрат на получение информации, а также облегчение сбора полевых материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. В. Буторин, Смирнов А. М. Автономный измерительный пункт на Рыбинском водохранилище. — Информ. бюлл. Ии-та биол. внутр. вод АН СССР, 1972, 16.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

MAN-MADE LAKES AS MODIFIED ECOSYSTEMS.
WORKING GROUP ON MAN-MADE LAKES OF SCOPE
PARIS, 1972, 76 pp., ill.

ВОДОХРАНИЛИЩА КАК ИЗМЕНЕННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ.
НАУЧНЫЙ КОМИТЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ. РАБОЧАЯ ГРУППА ПО ИЗУЧЕНИЮ ВОДОХРА-
НИЛИЩ. ПАРИЖ, 1972. 76 стр., илл.

Вторжение человека в природную среду при строи-
тельстве водохранилищ затрагивает жизненные интересы миллио-
нов людей. В устойчивые экологические системы включаются
новые физические условия и антропогенные факторы. Влияние
их длится многие годы и простирается далеко за пределы земель,
непосредственно прилегающих к новым водоемам.

В 1972 г. на земном шаре насчитывалось 10 000 водохранилищ.
Общая акватория их составляла 400 000 км², полный объем —
около 5000 км³. Объем зарегулированной ныне воды равен примерно
одной трети всей воды, находящейся в атмосфере. Зарегулирована
почти десятая часть общего стока воды рек планеты. Водохрани-
лища расположены на всех континентах. Размеры их — от неболь-
ших прудов местного значения в несколько километров до водо-
хранилищ — гигантов с площадями водного зеркала от 100
почти до 10 000 км².

Целесообразность создания большого количества водохрани-
лищ, оценка процесса перестройки гидрографической сети и нару-
шений экологических систем рассматриваются в книге «Водо-
хранилища как фактор видоизменяющихся экосистем». Это —
доклад, представленный Научному комитету по проблемам окру-
жающей среды Рабочей группой по изучению водохранилищ
в 1971 г. (Scientific Committee on Problems on the Environment
(SCOPE). Working group on man-made lakes). Комитет был орга-
низован в 1969 г. Международным советом научных обществ
(International Council of scientific Unions). В состав его входят
2 группы: 1) по изучению изменений экологических систем и 2) по
изучению водохранилищ. В состав последней входят известные
гидробиологи: Б. Дюссар, К. Лаглер, П. Ларкин, Т. Скуддер,
К. Шештей, Дж. Уайт (B. Dussart, K. Lagler, P. Larkin, T. Scud-
der, K. Szesztay, G. White).

В обсуждении доклада принимали участие 23 ученых разных специальностей и разных стран. До публикации доклад был предварительно разослан для консультации научным институтам, интересующимся проблемами водных ресурсов и их использованием. В книге, кроме довольно подробного резюме, 5 глав: 1) экосистема водохранилищ, 2) социально-культурная система, 3) новый водоем, 4) преобразование биологической системы, 5) руководство деятельностью. Кроме того, приведена избранная библиография — 23 названия.

В первой главе намечены 2 теоретические проблемы. Первая касается концепции «человек как часть экосистемы». Бассейн водохранилища рассматривается как часть искусственной экосистемы, созданной человеком, в которой сам человек представляет интегрирующую часть. Отмечается трудность, если не парадоксальность, включения в эту систему административных учреждений, ответственных за создание водоема и развитие его бассейна. В известном смысле авторы признают это частью широкой экосистемы, подобно тому как человек признается частью глобальной экологической системы.

Второй теоретической проблемой названа социально-культурная система, влияющая на формирование новой экологической системы. Авторы признают, что незнание того, что представляет собой социально-культурная система в целом, и непонимание ее роли в перестройке экосистемы не позволяют найти решение этой проблемы на данном этапе.

В книге много внимания уделено практическим вопросам социально-культурной системы развивающихся тропических стран. В течение последних 20 лет в Африке созданы водохранилища-гиганты: Кариба с площадью 4300 км² водного зеркала, Вольта с площадью акватории 8500 км², оз. Насера — 5.000 км², Кайнжу — 1200 км² и зарегулировано крупнейшее в мире оз. Виктория площадью 67 679 км².

В этих районах проектировщики и строители столкнулись с отсутствием информации о характере, геологии и археологии затопляемых районов, а также сведений о биологии и режиме озер и рек, подлежащих зарегулированию. Резкое нарушение природной среды и экологических систем быстро отразилось на бассейнах новых водоемов. Насильственное переселение многих тысяч людей из затопленной зоны оказалось много сложнее и на каждого жителя обошлось почти в десять раз дороже (вместо 200 долларов — 2000, а иногда и больше), чем намечалось проектами, и оказывало угнетающее влияние на население. Перемещение неорганизованной массы народа на новые земли, лишенные элементарных жилищных условий, без запасов продовольствия и воды, увеличило количество заболеваний и порождало вспышки тяжелых эпидемий.

Большую роль в развитии болезней играло антисанитарное состояние водоема и качество его воды. С завершением строительства плотины берега водохранилища заселяются в неорганизованном порядке лицами, подлежащими переселению, и пришельцами из других районов. Прибрежная полоса используется для сельского хозяйства и пастбищ. В бассейне водохранилища, прежде всего вблизи плотины, развиваются промышленные и бытовые предприятия с сопутствующими сбросами загрязненных, а порой и токсических стоков. Очистные сооружения не предусматривались. Такое использование водохранилища — один из типичных и необратимых примеров вторжения человека в природную среду и разрушения экологических систем нового водоема и его бассейна.

В последние годы при строительстве новых водохранилищ к обсуждению процесса переселения и перспектив развития бассейна привлекаются представители переселенцев. К сожалению, такие консультации часто проводятся после утверждения проекта, в который уже не могут быть внесены никакие изменения.

Неодинаковость условий энергообмена в водохранилищах разных географических зон создает несходство закономерностей формирования новых водоемов, различия водного баланса, гидротермического и радиационного режимов и биологических процессов, неразрывно связанных с экологической системой водоема и его бассейна.

Наряду с этим физико-географические и геофизические характеристики и сходные черты процесса формирования биологического режима дают возможность создавать классификации водохранилищ хотя бы в первом приближении. Как в водохранилищах умеренного пояса, так и в тропиках в первые годы создания нового водоема и относительной стабилизации его режима, наблюдается вспышка биологической продуктивности. Например, на затопленных ныне участках р. Вольта, включенных в водохранилище, в течение первых 5 лет после окончания строительства уловы рыбы возросли от 4000 до 60 000 т среднегодовых. В бассейне Меконга на небольшом водохранилище Нам-Понг на третьем году затопления уловы достигли 1200 т в год, что в денежном выражении составило 500 000 долларов, или две трети дохода, полученного от выработки электроэнергии.

В разных странах строительство водохранилищ и связанные с ним социально-экономические вопросы по-разному решаются правительственными учреждениями, ответственными за проектирование и воплощение проектов в жизнь. При этом нередко обнаруживается расхождение взглядов инженерно-строительной группы и ученых разных специальностей, привлеченных к разработке и утверждению проектов. Недостаточное количество предварительных всесторонних исследований зоны будущего водохранилища, некомпетентность авторов проектов в вопросах, свя-

занных с изменением природной среды и нарушением существующих экосистем, иногда оказываются причиной отдаленных во времени и дорогостоящих катастроф.

Для изменения существующего положения в предисловии и в заключительной главе книги приведен ряд рекомендаций для организации системы, необходимой при решении вопросов гидростроительства: межгосударственные контакты, расширение научных исследований, международная научная кооперация, оценка глобальной системы водохранилищ, их учет и классификация, охрана природы на всех этапах строительства и др.

Н. А. Лиманова

Борис Сергеевич Кузин	3
---------------------------------	---

ИНФОРМАЦИИ

Координационное совещание по водной токсикологии (М. М. Камшилов)	8
---	---

СООБЩЕНИЯ

Н. М. Минеева, Н. А. Лаптева. Окисление фенола культурами <i>Azotobacter agile</i> и <i>Pseudomonas denitrificans</i>	10
А. И. Саралов, В. Я. Костяев. Интенсивность фиксации молекулярного азота синезелеными водорослями и бактериями	13
И. М. Балонов. Сезонная динамика развития фитопланктона Моложского и Главного плёсов Рыбинского водохранилища в 1971 г.	17
М. И. Ярушина. Зависимость первичной продукции от состава и биомассы фитопланктона в рыбоводных прудах Южного Урала	21
А. И. Мережко, Т. И. Шокодько. Содержание свободных аминокислот у некоторых видов высших водных растений	24
Б. Ф. Жуков. Бесцветные жгутиконосцы в планктоне Волжских водохранилищ	28
О. Н. Трунова, Б. Ф. Жуков. Взаимоотношения простейших и бруцелл в водной среде	31
Н. В. Мамеева. К изучению инфузорий Иваньковского водохранилища	33
В. П. Семерной. К фауне малошетинковых червей (<i>Oligochaeta</i>) Рыбинского водохранилища. Сообщение II. <i>Tubificidae</i>	37
З. Н. Чиркова. О распространении и экологии видов рода <i>Plyocryptus</i> (<i>Cladocera</i> , <i>Macrothricidae</i>) в водоемах бассейна Верхней Волги	39
А. И. Шилова. Сроки лёта и количество генераций массовых видов хирономид в Рыбинском водохранилище	43
О. Г. Бобров, М. М. Камшилов. Клещи в сооружениях биологической очистки сточных вод	46
Н. Н. Ружинская. Изменение электрически вызванных ответов в обонятельном нерве и луковице лягушки при снижении температуры	50
А. С. Литвинов. Короткопериодные колебания термоклина в Мошковском заливе Иваньковского водохранилища	53
В. Л. Рохмистров. Гидрологическая характеристика р. Солоны в зоне подпора	57
В. Н. Скляренко, В. Л. Скляренко. Распределение стока рек европейской территории СССР в зависимости от характера атмосферной циркуляции	60
Б. А. Скопинцев. Сопоставление интенсивности самоочищения некоторых рек	64
М. Д. Исаев. Автоматическая судовая измерительная станция	67

РЕЦЕНЗИИ

Man-Made Lakes as modified ecosystems. Working Group on man-made lakes of SCOPE. Paris, 1972, 76 pp., ill. (Н. А. Лиманова) . . .	70
---	----

Boris Cergeevitch K u z i n	3
---------------------------------------	---

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

The coordination conference on water toxicology (<i>M. M. Kamshilov</i>).	8
---	---

A R T I C L E S

N. M. Mineeva, N. A. Lapteva. Oxidation of phenol by cultures of <i>Azotobacter agile</i> and <i>Pseudomonas denitrificans</i>	10
A. I. Saralov, V. Ja. Kostyaev. The intensity of molecular nitrogen fixation by blue-green algae and bacteria	13
I. M. Balonov. Seasonal dynamics of the phytoplankton of the Molozhski and Main parts of the Rybinskoe reservoir in 1971.	17
M. I. Yarushina. The dependence of the primary production on the composition and biomass of the phytoplankton in fish ponds of the Southern Urals	21
A. I. Merezhko, T. I. Shokodko. The contents of free aminoacids in some species of the higher aquatic plants	24
B. F. Zhukov. Colorless flagellates in the plankton of the Volga reservoirs	28
O. N. Trunova, B. F. Zhukov. Interrelations of the protozoa and brucellae in an aquatic environment	31
N. V. Mamaeva. On the study of Infusoria in the Ivankovskoe reservoir	33
V. P. Semernoi. On the fauna of <i>Oligochaeta</i> in the Rybinskoe reservoir. Communication II. Tubificidae	37
Z. N. Chirkova. On the distribution and ecology of the <i>Ilyocypris</i> species (<i>Cladocera</i> , <i>Macrothricidae</i>) in the water bodies of the Upper Volga basin	39
A. I. Shilova. The emergence time and the number of generations of the common chironomid species in the Rybinskoe reservoir	43
O. G. Bobrov, M. M. Kamshilov. The water mites in biological waste treatment plants	46
N. N. Ruzhinskaya. The change of electrically induced responses in the olfactory nerve and bulb of the frog (<i>Rana temporaria</i>) by decreasing of temperature	50
A. S. Litvinov. Short period oscillations of the thermocline in the Moshkovichski bay of the Ivankovskoe reservoir	53
V. L. Rohmistrov. Hydrological characteristics of the Solonitsa river in the impoundment zone	57
V. N. Sklyarenko, V. L. Sklyarenko. The distribution of the flow of the European USSR rivers depending on the character of atmospheric circulation	60
B. A. Skopintsev. A comparison of the intensity of self-purification of some rivers	64
M. D. Isaev. An automatic measuring station on the ship	67

R E V I E W S

Man-Made Lakes as modified ecosystems. Working Group on man-made lakes of SCOPE. Paris, 1972, 76 pp., ill. (<i>N. A. Limanova</i>)	70
--	----

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

Информационный бюллетень № 23

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

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

Сдано в набор 19/II 1974 г. Подписано к печати 6/VI 1974 г. Формат бумаги $60 \times 90^{1/16}$. Бумага № 2. Печ. л. $4^{3/4} = 4.75$ усл. печ. л. Уч.-изд. л. 4.93. Изд. № 5754. Тип. зак. № 985. М-08432. Тираж 1100. Цена 33 коп.

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

1-я тип. издательства «Наука»
199034, Ленинград, В-34, 9 линия, д. 12]