

АКАДЕМИИ НАУК СССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД
Всесоюзное гидробиологическое общество

ВЛИЯНИЕ
ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА
ГИДРОЛОГИЮ И БИОЛОГИЮ
ВОДОЕМОВ

Материалы Второго Симпозиума
Борок, 26—28 августа 1974 г.

51.484

БОРСК 1974

Редакционная коллегия:

**Ф.Д.Мордухай-Болтовской (ответственный редактор),
Н.Н.Хареев, В.В.Синельников, А.К.Столбун**

в связи с быстрым ростом числа и мощности тепловых и атомных электростанций во всем мире, в том числе и в нашей стране, возникла и стала приобретать все большее значение проблема их воздействия на окружающую среду. Влияние ТЭС и АЭС оказывается главным образом на экосистемах водоемов, вода которых используется ими для охлаждения. Со второй половины 1960-х годов во многих научных и проектных учреждениях начинается исследование влияния подогретых вод, сбрасываемых теплоэлектростанциями, на гидрологический и биологический режим водоемов.

После первого координационного совещания по этим вопросам в Киеве в 1967 году, в Бирне в марте 1971 г. созывается первый симпозиум по влиянию теплоэлектростанций на гидрологию и биологию водоемов. На этом симпозиуме выясняются учреждения, занимающиеся в нашей стране этой проблемой, районы работ и характер проводимых в них исследований. В целях своевременного обмена информацией и координации исследований, ведущихся разными учреждениями, было решено регулярно созывать симпозиумы по этой проблеме при Институте биологии внутренних вод АН СССР.

Настоящий сборник состоит из рефератов докладов, включенных в программу Второго Симпозиума по влиянию ТЭС и АЭС на экосистемы используемых ими для охлаждения водоемов. Входящие в состав сборника материалы в основном представляют собой результаты исследований, выполненных за последние три года, проведенные после первого симпозиума.

Общее число докладов, поступивших в оргкомитет второго симпозиума, возросло более чем вдвое по сравнению с докладами I Симпозиума. Это результат как расширения программы симпозиума за счет включения вопросов влияния ТЭС и АЭС на рыб, так и общего увеличения числа учреждений и лиц, занимающихся исследованием проблемы влияния энергетических станций на экосистемы водоемов. Во избежание перегрузки программы симпозиума оргкомитет был вынужден не включать в нее (и, следовательно, в сборник) ряд докладов, имеющих лишь косвенное отношение к рассматриваемой проблеме; но и без них число докладов оказалось очень большим — более семидесяти.

Извещения о созыве II симпозиума были разосланы очень широко, более чем 100 научным и проектным учреждениям, ВУЗам и отдельным специалистам. Поэтому есть основания полагать, что материалы настоящего сборника более или менее правильно отражают современное состояние исследований, ведущихся в СССР по проблеме экологического влияния ТЭС и АЭС.

По представленным докладом легко видеть, что наибольшее количество исследований (половина всего числа докладов) было посвящено влиянию ТЭС и АЭС на фауну водоемов, особенно на водных беспозвоночных. Примерно вдвое меньше исследований проведено по гидролого-гидрохимическому режиму водоемов, включая загрязнения. Из оставшейся четверти докладов часть рассматривает общие вопросы и только около десяти (менее 15%) относятся к микро- и макрофлоре. Таким образом разные стороны режима и жизни водоемов-охладителей изучаются очень неравномерно; наименее исследовано влияние ТЭС и АЭС на высшую растительность и микробиологические процессы, и на эти вопросы, очевидно, в дальнейшем должно быть обращено особое внимание.

В программу симпозиума, имеющего целью обсуждение вопросов влияния ТЭС и АЭС, не входят вопросы использования обрасываемых или подогретых вод. Этой важной проблеме должно быть посвящено особое заседание.

А. АСТРАУСКАС, Д. ЛУКШЕПЕ, Л. РАЧЕНАС
(ИНСТИТУТ ЗООЛОГИИ И ПАРАЗИТОЛОГИИ АН ЛИТОВСКОЙ ССР)

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ БИОТОПА ВОДОХРАНИЛИЩА-ОХЛАДИТЕЛЯ
ЛИТОВСКОЙ ГРЭС НА СОСТОЯНИЕ ЕГО ФАУНЫ

Вопросу влияния сброса тепловым электростанциями подогретых вод на биологию водных животных уделяется огромное внимание [1-9]. В настоящее время строительство тепловых электростанций и водохранилищ-охладителей происходит быстрыми темпами.

В водохранилищах-охладителях резко изменяется гидрологический и гидробиологический режим. В настоящем сообщении приводятся некоторые данные исследований водохранилища-охладителя Литовской ГРЭС. Этот водоем был создан в 1964 г. на базе бывших малых озер, и в настоящее время имеет площадь 12,6 км², наибольшую глубину - 32, среднюю - 7,2 м. В экологическом отношении он неоднороден. Основная акватория - озерный плес (площадь 1100 га), большая часть которого подвергается влиянию сбрасываемых подогретых вод. На остальной площади, находящейся под влиянием выпадающей в водоем р. Стрвы (среднегодовой дебит - около 2,5 м³/сек.), сохраняется естественный температурный режим. В водохранилище преобладают площади с небольшими глубинами, заросшие растительностью. Наиболее мелководен речной плес (наибольшая глубина 5 м) и часть озерного плеса, на который сбрасываемые подогретые воды имеют максимальное влияние. Часте, занятые водной растительностью, в настоящее время доходят до изобаты 7-8 м, т.е. занимает 45% всей площади водохранилища. В теплом зоне наиболее богато представлены из подводных - рдеста, элодея, хары. В речном плесе, кроме вышеуказанных растений, обильно представлены нителлы. Этот район полностью зарос растительностью, за исключением прибрежья, где расположены животноводческие и птицеводческие фермы.

Среди грунтов преобладают песчанистый серый и серый или. Из-за сброса огромного количества подогретой воды в прибрежном секторе озерного плеса создаются сравнительно большие течения, вследствие чего происходит сильный размыв грунтов, и в первую очередь затопленных подной почв.

озер Литвы. Более высокие темпы роста отмечены в первые годы жизни. Позже рост рыб во всем водоеме нивелируется. Нет больших различий в плодovitости рыб. Нарест в зоне влияния подогретых вод и за ее пределами проходит приблизительно в одно и то же время, но в "теплой" зоне и более сжатые сроки. Только у щуки на обогриваемых нерестилищах размножение начинается на месяц раньше, чем в других районах, и продолжается 1-1,5 месяца. Нет различий в продолжительности нереста в теплой и холодной зоне у окуня и плотвы.

Наблюдаются небольшие изменения во времени наступления и скорости прохождения отдельных стадий зрелости gonad. Служит вымывает удлинение II стадии зрелости. У самок отмечается продолжительность репродуктивных процессов, особенно у леща и красноперки. У одних самок процессы дегенерации gonad продолжают до самого нереста, и такие самки не участвуют в воспроизводстве (в последние годы процент таких самок у леща увеличился), у других эти процессы не нарушают ритма размножения.

Некоторые рыбы (лещ, плотва, красноперка, гоустер, уклей и др.) в отепляемой зоне интенсивно питаются и в зимнее время, употребляя в пищу детрит, водоросли, олигохет, моллюсков, личинок хирономид и другие организмы. Отмечены особенно благоприятные условия для нагула плотвы, красноперки и щуки.

Литература

1. Астраускас А., Рачинс Л. Экологические условия и состояние фауны водохранилища-охладителя Литовской ГРЭС. - Тез. докл. симпози. по влиянию подогретых вод тепловых электростанций на гидр. и биол. водоемов, Борок, 1971.
2. Бойцов М.П. Влияние обросших теплых вод Конаковской ГРЭС на распределение и рост молоди рыб Ивановского водохранилища. - Вопросы гидр., 1971, II, 2(67).
3. Кучургановский лиман-охладитель Молдавской ГРЭС. Под ред. М.Ф. Проценко. Кишинев, 1973.
4. Прявильев Т.И. Влияние обросших теплых вод ТЭЦ на организм и поведение рыб. - Тр. координационного совещ. по гидротехнике, 1965, 24.
5. Brett J.W. Temperature and fish. - Chesapeake Science, 1969, 10, 3-4.
6. Christie W.J., Regier H.A. Temperature as a major influencing reproductive success of fish. Two examples. - Narr. et proc. verb. reun. Cons. Inter. explor. mer, 1973, 164.

7. Renji K. The warm discharge water from the viewpoint of the fisheries.- Kogei to taisaku, J. Environ. Pollut. Contr., 1973, 9, 6.
8. Tadao K. Kogei to taisaku.- J. Environ. Pollut. Contr., 1973, 9, 6.
9. Zawiesza J., Backiel T. Some results of fishery biological investigation of heated lakes.- Verh. Int. Verein. theoret. und angew. Limnol., 1972, 18, 2.

А. П. ТРАУСКИС, М. ИМЯВИЧИУС, М. МАРНИНЕНЕ
(ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ И ПАРАЗИТОЛОГИИ АН ЛИТОВСКОЙ ССР И
ВИЛЬНЮССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. КАПУСАКА)

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАКРОФЛОРЫ ВОДОХРАНИЛИЩА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЛИТОВСКОЙ ГРЭС И ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ

Растительность водохранилища-охладителя Литовской ГРЭС, созданного на базе 3 затопленных озер в результате поднятия уровня воды на 10 м, изучалась в 1968, 1969 и 1973 гг.

В связи со сбросом большого количества (около 45 м³/сек) подогретой на 7-8° воды, на сравнительно большой площади водохранилища сильно изменится термический режим. Измененный температурный режим резко меняет биологию водоема. Наблюдается сильное развитие низшей и высшей водной растительности, изменение сроков ее вегетации. Это является характерной чертой всех водохранилищ-охладителей [1-4]. Бурное развитие водной растительности наносит большой вред нормальной работе агрегатов ГРЭС, а также является отрицательным фактором для рыбного хозяйства (нарушает кислородный баланс, затрудняет промышленный лов рыб).

В водохранилище-охладителе Литовской ГРЭС преобладают небольшие глубины (средняя 7.2 м). Около 40% акватории составляют площади, глубины которых не больше 5 м.

Исследования 1968 г. показали, что зона настоящих водных растений доходила почти до изобаты 4 м. В течение этого года было найдено 48 видов макрофитов: 25 растущих на мелководьях и 23 настоящих водных растений. В зоне влияния сбросных подогретых вод большая часть водных растений обнаружена в виде небольших групп. Встречались *Helosiphis*, *Vallisneria*, *Sagittaria*, *Elodea*, *Sparganium*, *Asopus*, *Menyanthes*, *Alisma*, *Sagittaria* и др. Отдельными экземплярами и отдельными небольшими группами встречались высокие гелиофиты: *Phragmites*, *Scheuchzeria*, *Typha*, *Equisetum*. Шиферы (*Juncus*, *Myrica*) попадались редко. Местами произрастали кустарники *Salix*,

алуса. Лучшее место в этой зоне выражены поле пованомов: *Potamogeton lucens* и *P. perfoliatus* на глубине 1,5-2,5 м образовывали поле шириной до 30-40 м. В отводных наплавках были *Myricophyllum spicatum*. Придонные макрофиты выражены очень слабо. Встречались *Elodea* и *Chara*.

По данным наблюдений 1968-1969 гг. в речном плесе водохранилища, где глубина не более 5 м, была сильно развита как надводная, так и подводная растительность. Непрерывный покров шириной 20-40 м был образован представителями рода *Carex*, *Phragmites*, *Typha angustifolia* хотя и часто встречалась в этой зоне, но сильных группировок не образовывала. Из нимфеид были очень богато представлены роды *Najas* и *Nymphaea*. Подводные макрофиты также создавали широкий непрерывный покров из видов *Potamogeton* и *Ceratophyllum*. Их граница доходила почти до глубины 3 м. Всего

Их граница доходила почти до глубины 3 м. Всего в этой зоне найдено 24 вида надводных и подводных макрофитов. В период 1968-1969 гг. очень интенсивно шло преобразование берегов и грунтов литорали в сублиторали.

Сильное изменение береговой линии, исчезновение и образование островов, повышение температуры воды способствовало изменению водной растительности. В связи с этим, нами в 1973 г. (в июле-августе) были проведены дальнейшие исследования изменений видового состава и распространения макрофлоры водохранилища. Оказалось, что предел распространения водной растительности достиг почти 10 м, т.е. краев бывших озерных котловин. Весь озерный плес водоема, большая часть которого подвергнута влиянию обранных подогретых вод, окружен непрерывным поясом из видов *Potamogeton* и *Ceratophyllum*. Водная растительность в 1973 г. занимала в 2,5 раза большую площадь, чем в 1968-1969 гг. Изменился и видовой состав макрофитов "отепляемой" зоны: отсутствовали *Eleocharis palustris*, *Butomus umbellatus*, *Sparganium erectum*, *S. simplex*, *Najas trifoliata*, *Nymphaea candida*, *Nuphar luteum*, а площади, занимаемые *Phragmites communis*, *Typha angustifolia*, *Zizania lacustris* расширялись и образовали обширные пояса вокруг островов и вдоль сбросных каналов. *Xyriophyllum spicatum* доминировал во всех каналах, по которым сбрасывается подогретая вода.

Речной плес водохранилища, в котором сохранился естественный температурный режим, почти полностью зарос подводными и надводными макрофитами, за исключением прибрежной зоны, где расположены животноводческие фермы. Виды *Typha* и *Sagittaria* являются доминантами этого плеса. Очень часто встречались представители *Potamogeton*, *Ceratophyllum*, *Najas*, *Najas*. Всего насчитывалось 26 видов настоящих водных растений.

На основании проведенных нами исследований очевидно высокие темпы зарастания всего водохранилища водной растительностью. Поскольку процессы преобразования берегов и мелководья еще продолжаются довольно интенсивно, надо полагать, что и растительный мир этого субтермального водоема будет и впредь изменяться, причем не в положительном для рыбного и энергетического хозяйства направлении. Считаем необходимым в первую очередь применение биологических мер борьбы с сильными зарастанием водохранилища.

Литература

1. Зубарева Э.А., Васильчикова Л.П. Высшая водная растительность водохранилищ-охладителей Урала и меры борьбы с ней. - Тез. докл. Всесоюз. н.-техн. совещ. о мерах борьбы с минеральными и органическими отложениями в системах механического водоснабжения и с зарастанием и "цветением" водохранилищ ТЭЦ, 1970.
2. Зубарева Э.А. Высшая водная растительность и процессы зарастания в Игоринском водохранилище-охладителе. - Тез. докл. совещ. по влиянию подогретых вод тепловых электростанций на гидроэ. и биол. водоемов. Борон, 1971.
3. Лисицина Л.И. и Кукова Г.А. О растительности Монковичского залива Иваньковского водохранилища. Тем. док. 1971.
4. Яровенко М.Ф. Макрофиты. - В кн.: Кучурганский лиман-охладитель Молдавской ГРЭС. Кишинев, 1973.

Б.О. БИРГЕЛЬСОН

(ВЕРХНЕ-ВОЛЖСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГОСНИИОРХ)

МЕРЫ И УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ИКРЫ РЫБ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕПЛЫХ ВОД КОНАКОВСКОЙ ГРЭС

В 1972-1973 гг. наблюдения за нерестом рыб Иваньковского водохранилища проводились в апреле-мае главным образом на 2 участках: непогрееваемом контрольном (Сухаринский залив), расположенном на левом берегу водохранилища, напротив г.Коняково, и погрееваемом теплыми водами ГРЭС Монковичском заливе, расположенном на правом берегу водохранилища в 12-14 км от г.Коняково. Монковичский залив сильно зарос в берег и занимает площадь около 70 га; с северо-востока он отделен от водохранилища заборскими островами.

В результате поступления подогретых вод Коняковской ГРЭС в водохранилище образовалась обширная площадь около 5 тыс. га, вода в ко-

торой имеет повышенную температуру. У рыб, находящихся в этом районе, как отмечает Т.А.Ефимова (1972) половые продукты созревают на 10-30 дней раньше, чем в остальных частях водохранилища. Начиная с 1967 г., почти ежегодно мы наблюдали в этом районе более ранний нерест плотвы, щуки, леща и других видов рыб (Бергальсон, 1972).

В 1972 г. на естественных нерестилищах в Можковичском заливе икры леща мы не обнаружили. За отсутствие здесь указывает на то, что в этом районе интенсивного нереста леща, который наблюдался в предшествующие годы, не было. Лещ здесь не нерестился, на наш взгляд, по следующим причинам: во-первых, 22 апреля в Можковичском заливе отмечено некоторое количество погибшего ерша, видимо, вследствие неблагоприятного гидрохимического режима или оброса вредных веществ; во-вторых, северо-восточные ветры отпугивали производителей с естественных нерестилищ; в-третьих, в этом районе происходил браконьерский ботальный лов и наблюдалась большая концентрация моторных лодок (в районе Можковичского залива сосредоточено 2 дачных поселка).

Обычно нерест плотвы в Можковичском заливе происходит в неблагоприятных условиях. Однако в результате вышеуказанных причин плотность кладок икры в Можковичском заливе в 1972 г. была в 21 раз меньше, чем в контрольных участках и в 29 раз меньше, нежели в зоне слабого воздействия теплых вод (Заборские о-ва).

Для выяснения значения района теплых вод в воспроизводстве рыбных запасов в 1973 г. нами была проведена работа по учету икры, отложенной плотвой по всему водохранилищу. Общее количество икры, составило 11.108,8 млн. икринок, из них в зоне воздействия теплых вод плотва отложила 608,9 млн. икринок (5,5%). Плотность кладок икры плотвы в Можковичском заливе в 1973 г. была несколько выше, нежели в других участках, за исключением Можинского плеса и Заборских островов.

В связи с тем, что в литературе сведений, касающихся воздействия постоянных температур на развитие икры, имеется мало, причем они довольно разноречивы, мы в лабораторных условиях провели опыты по изучению влияния различных температур на икру щуки и окуни. Опыты ставились при температурах 10° (колебания $4-11^{\circ}$), 15° (колебания $14-16^{\circ}$) и 20° (колебания $19-21^{\circ}$).

В результате опытов установлено, что самым высоким выживаемостью икры щуки обладали при температуре воды 10° ; она составила по 4 процентам в среднем $62,2$ с колебаниями $12-70\%$. Наименьшая выживаемость икры щуки отмечена при 15° , в среднем всего $1,6$, с колебаниями от 0 до 4% . На высказанного ставилась

понятным, почему в годы с ранним заполнением водохранилища и прохладной весной, когда температура на нерестилищах ниже 18° , в зоне воздействия теплых вод молодь щуки встречается чаще (1973 г.), а то время как при позднем наполнении и ранней теплой весне, когда во время развития икры щуки в Можковичском заливе держится температура выше 18° , молодь щуки здесь почти не встречается (1967, 1968 и 1969 гг.).

В результате опытов, проведенных с икрой щуки, выяснилось, что наибольшая выживаемость эмбрионов щуки наблюдалась при температуре 10° , при которой она в среднем составляла 90%; но и при 20° она довольно высока - в среднем 52% с колебаниями - 44-58 %. Поэтому даже в зоне воздействия теплых вод щука находит благоприятные условия для размножения. Отсутствие в отдельные годы его молоди, видимо, связано с загрязнением.

Нерест щуки в зоне теплых вод в 1973 г. начался в первых числах апреля: 3 апреля в сбросном канале ГРЭС при температуре воды 9.5° были обнаружены 2 кладки икры щуки. Икра была из стадии дробления. Интересен тот факт, что выживаемость икры в это время составила всего 37%, в то время как обычно у щуки выживаемость икры близка к 100%. Большой отход икры, вероятно, вызвали 2 причинами: первая - в воде содержалось большое количество взвешенных мелких частиц, которые, обволакивая икринку, затрудняли процесс дыхания; вторая - в воду поступали загрязнения от ГРЭС. Влияние загрязнения подтверждает тот факт, что при просмотре под биноклем и при микроскопическом исследовании обнаруживалось значительное количество уродливых форм. На зависимость появления уродливых форм при эмбриональном развитии от загрязнения указывают С.С. Кузьмин (1970), И.А. Мосевич и др. (1952) и другие авторы.

при повторном обходе этого же участка 7 апреля снова были обнаружены икра щуки. Характерно, что из просмотренных 40 икринок только оказалось 10 (25%), причем икра с уродливыми эмбрионами составляла от 53 до 70%.

Из вышесказанного видно, что в зависимости от температуры и других экологических условий в разные годы нерест проходит в разные сроки и с различной эффективностью. Однако, как правило, нерест большинства видов рыб в зоне действия теплых вод происходит в более ранние сроки, чем в обычных условиях.

А.А. БИОЧИНО
(ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД АН СССР)

ВЫСВАЯ ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ В ЗОНЕ ПОДОГРЕТЫХ
ВОД КОСЯКОВСКОЙ ГРЭС В 1972 г

Вопрос о влиянии подогретых вод на процессы зарастания водоемов высшей водной растительностью еще плохо изучен, а работы, которые велись в этом направлении, поовидались преимущественно малыми водоемам-охладителям [2-4].

Однако условия в крупных водохранилищах при примоточной системе охлаждения существенно отличаются от условий в олециальных водоемах-охладителях с омотемой многократного использования охлажденной воды и постоянным термическим и уровнем режимом.

Высшая водная растительность в Иваньковском водохранилище в зоне влияния подогретых сбросных вод ГРЭС находится в своеобразных условиях, испытывая, с одной стороны, постоянное влияние подогрева в вегетационный период, а с другой стороны, ежегодное обмеление, обсыхание и промерзание зимой, когда уровень водохранилища очень низок. В настоящем сообщении приводятся результаты исследований влияния подогретых вод на развитие растительности в зоне наиболее сильного подогрева воды (Московский валив и оброслой манал).

Материал собирался в течение года с октября 1971 г. по октябрь 1972 г. В вегетационный период (май-октябрь) сборы проводились еомесечно или дважды в месяц. для сравнения исследовался валив по р. Бабья, куда подогретые воды не попадают.

При геоботаническом обследовании Московичского валива и оброслого манала Косняковской ГРЭС выявлено, что в зарастании их мезоководий принимают участие 53 вида растений, из которых 23 являются эдификаторами различных ассоциаций.

Наиболее часто встречаются ассоциации, в которых доминируют *Carex acuta*, *Glyceria maxima*, *Phragmites communis*, *Typha latifolia*, *Elodea fluviatilis*, *Stratiotes aloides*, *Nymphaea candida*, *Potamogeton perfoliatus*, *Ilucena*.

Занимаемая макрофитами площадь составляет 38% от общей площади валива, из них 15% занимают фитоценозы погруженных растений и растений с плавающими листьями, остальные 23% приходится на ассоциации воздушно-водных растений. Степень зарастания водно-водных участков валива с глубиной 1.5-2 м составляет 75%.

В Московичском валиве и в неподогревшем контрольном валиве по р. Бабья были проведены исследования на развитии некоторых

новых видов растений, образующих чистые ассоциации. Изучалась динамика их биомассы и отмечалась сроки прохождения этими видами генеративной фазы от появления бутонов до конца плодоношения (рис. 1).

Как видно, изучавшиеся представители погруженных растений и растений с плавающими листьями в подогреваемом заливе раньше начинают развиваться и раньше проходят генеративную фазу, чем в контрольном заливе, а рост обильней и длится значительно раньше, что отмечалось и другими авторами [1]. В зоне подогрева отдельные виды растений раньше достигают максимума в накоплении биомассы.

Однако у осам острая и тростника сдвиги в подогревом заливе незначительны. Вообще, влияние подогретых вод в меньшей мере сказывается на развитии воздушно-водных растений. Это связано с неравномерным распределением подогретых вод, при котором мелководные прибрежные участки зарастающих отрогов залива по температуре часто не отличаются от таких же участков на контрольных станциях. Кроме того, только небольшая часть стеблей и листьев воздушно-водных растений находится в воде, и при летних повышениях уровня отдельные побеги прибрежных фитоценозов соохлаждают, полностью выходя из-под влияния подогретых вод.

По предварительным данным можно сделать следующие заключения:

1. Влияние подогретых вод сказалось в значительном сдвиге фаз развития погруженных видов и растений с плавающими листьями на более ранние сроки.

2. Ход развития воздушно-водных растений в Можовичском заливе менее отличается от хода развития их в непогреваемом заливе из-за небольшого различия температур на участках, где эти растения произрастают, и специфики их экологии.

3. Заметного влияния подогретых вод ГРЭС на другие участки Иваньковского плеса водохранилища не наблюдается и едва ли оно проявляется в дальнейшем при сохранении современной мощности ГРЭС.

Полученные данные не совпадают с результатами, которые известны для малых водоемов-охладителей, где наблюдались под влиянием подогрева удлинение вегетационного периода, увеличение биомассы растительности и быстрый темп распространения взрослых по площади [2-4]. Это, по всей вероятности, объясняется различием характера водоемов, их уровняности и термического режима, а также различием географических зон, в которых они расположены.

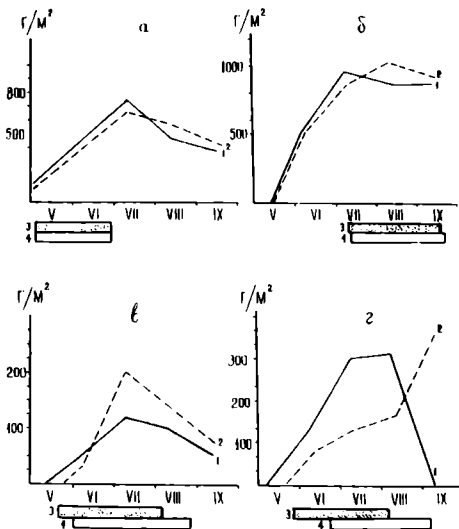


Рис. 1. Динамика биомассы растений в подогреваемой (1) и не-подогреваемой (2) зонах водохранилища.

Длительность генеративной фазы растений в подогреваемой (3), и не-подогреваемой (4) зонах.

Фитоценозы: а - *Carex acuta*, б - *Phragmites communis*, в - *Brachypodium pinnatifidum*, г - *Potamogeton lucens*.

Литература

1. Лукова Г.А., Лисицина Л.И. Влияние строительства Конаковской ГРЭС на растительность Можковичского залива.- Информ.бюлл. Ин-та биол.внутр.вод АН СССР, 1971, 12.
2. Зубарева З.А. Высшая водная растительность и процессом зарастания в Егорьевском водохранилище-охладителе.Тез. докл. симпов. по влиянию подогретых вод тепловых электростанций на гидрол. и биол. водоемов. Борон, 1971.
3. Лукова В.В. Водная и прибрежно-водная растительность водохранилища-охладителя ГогРЭС им.А.В.Винтера.- Информ.бюлл. Ин-та биол.внутр.вод АН СССР, 1972, 15.
4. Павлюкова Р.М. К вопросу о зарастании водохранилищ на примере водохранилища Горьковской энергетической областной станции.- Бюлл. МОИП, М., 1959, 18, 4.

М.П. БОЙЦОВ

(ВЕРХНЕ-ВОЛЖСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГОСНИОРХ)

О ВОЗДЕЙСТВИИ СБРОСНЫХ ТЕПЛЫХ ВОД КОНАКОВСКОЙ ГРЭС НА ВИДОВОЙ СОСТАВ И УРОЖАЙНОСТЬ МОЛОДИ РЫБ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В 1972-1973 гг. проводились исследования видового состава и численности молоди рыб (личинки, мальки, оволетки) Иваньковского водохранилища с учетом воздействия на них сбросных теплых вод Конаковской ГРЭС. Многие авторы (Гинзбург, 1958; Вайцева, 1970; Залужа, 1967; Ильина, 1960; Кузнецов, 1969; Пункина, 1965 и др.) для оценки урожайности молоди рыб пользуются относительными величинами, в частности, средним количеством пойманной молоди на одно тягловое удилище, а также процентным соотношением молоди в уловах за весь вегетационный период. В работе З.М.Аксетиной и Г.Г.Таманской (1968) количественная оценка улова молоди в нерестово-выростных хозяйствах химкиного типа производилась по формуле $N = \frac{A \cdot \bar{q}}{K \cdot q}$, где N - численность молоди всего водоема, A - площадь водоема, \bar{q} - средний улов на одно притопление, q - площадь, облавливаемая при одном притоплении, K - коэффициент уловистости орудия лова. Данный метод, вероятно, пригоден и для расчета абсолютной численности молоди в водохранилище. Рассчитанные нами величины абсолютной численности приближены, но данные по их динамике в многолетнем аспекте могут быть показательными.

родный также отмечала низкие величины остаточной биомассы (и численности) зоопланктона. Гибель личинок карповых и низкая биомасса (и численность) зоопланктона в весенний период отрицательно сказались на численности молоди рыб Можовичского залива. В контроле преобладала молодь плотвы (52.2), затем красноперки (17.7), окуня (13.9), уклей (5.6) и густеры (3.0%). Повышилось в процентном отношении по сравнению с 1972 г. количество леща (2.9), щуки (2.0), язя (1.3%) и значительно повысилось количество верховки, уклей, густеры.

По численности на одно притонение мальковой волокуши в 1972-1973 гг. в зоне сильного воздействия теплых вод преобладала молодь красноперки (76.5 экз. - в 1972 г., 33.4 - в 1973 г.), плотвы (40.5 экз. - в 1972 г., 17.1 - в 1973 г.). За ними по численности в 1972 г. следует молодь уклей (14.6 экз.), окуня (7.9), густеры (6.8), а в 1973 г. - густеры 2.4 экз., окуня (2.0). Леща в 1972 г. здесь ловили очень мало (0.3%), а в 1973 г. в уловах мальковой волокуши он вовсе отсутствовал. В контрольном участке в 1972 г. также наиболее урожайными были теплолюбивые виды и верховинная плотва, и улова на одно притонение преобладала уклей (45.6 экз.), далее следовали плотва (27.4), верховка (11.9) и густера (11.6). Урожайность леща была довольно низкой, щуки в числе, чем в тепловодной зоне. В 1973 г. здесь преобладала плотва (14.3 экз. на одно притонение мальковой волокуши), затем уклей (4.2), лещ (2.5), окунь (1.8). У большинства видов рыб численность молоди на одно притонение в 1973 г. в Сухаринском заливе значительно ниже, чем в 1972 г.

Абсолютная численность молоди основных видов в 1973 г. рассчитана нами для всех плесов Иваньковского водохранилища (см. таблицу). Как видно из этих данных, по абсолютной численности в Иваньковском водохранилище в 1973 г. преобладала молодь плотвы, окуня и леща. Наиболее урожайными эти виды были в Можовичском и Нижне-Волжском плесах. Здесь находятся основные места нагула молоди этих видов. Численность молоди судака, по предварительным подсчетам, составляла 2 755 000 шт., из которых по данным наблюдательного пункта Центррыбвода, более 100 тыс. шт. (около 4%) погибло при попадании на водовзборные сети Конаковской ГРЭС. Молодь язя, щуки, перелца и леща преобладала в Верхне-Волжском плесе. Такие малочисленные виды, как верховка, красноперка, густера и уклей занимают по численности довольно высокое место в водохранилище. В зоне воздействия теплых вод, включающей, кроме Можовичского залива, районы Заборских островов и Корчевы, преобладала молодь малопопулярных видов - красноперки, плотвы, верховки и уклей. Молодь цен-

**Абсолютная численность молоди рыб Ижевковского
водохранилища в 1973 г. (тыс.шт.)**

Виды рыб	Верхне- Волж- ский плес	Нижне- Волж- ский плес	Средне- Волж- ский плес	Нижне- Волж- ский плес	В том числе зона воз- действия теплых вод	Всего по водохрани- лищу
Плотва	31783	164500	952	118996	1352	316231
Лещ	320	23360	287	47276	213	71243
Окунь	588	92145	393	13900	360	107026
Щука	588	450	61	366	85	1465
Густера	2190	4500	106	3008	227	9804
Красноперка	7318	13475	574	12587	2792	33954
Уклея	748	1600	1920	1098	440	5366
Верховка	14048	3960	1376	19320	550	36704
Язь	80	64	-	-	-	144
Карась	53,4	-	-	-	-	53,4
Линь	53,4	-	-	29,3	8	82,7
Налим	-	-	7,6	-	-	7,6
Ерш	-	128	7,6	66	1,9	201,6
Пескарь	53,4	-	-	29,3	8	82,7
Судак	14	1309	351	980	37	2654

Площадь тралов- вой зоны (га)	1252	3300	4334	8810	312	17736
Площадь невод- ной зоны (га)	3205	7700	907,1	4391	800	16203,1

ных промысловых видов (лещ, язь, голавль, налим, судак) в зоне сильного влияния теплых вод (Ижевский залив) фактически отсутствовала. Урожайность молоди в отепленной зоне в 1973 г. не оказывает существенного влияния на общую численность молоди всего водохранилища (численность молоди в ней около 1%). Воздействие соросных теплых вод на урожайность поколений и формирование промысловых запасов имеет в данном случае локальный характер (проявляется только в отепленной зоне), однако с развитием энергетики, и увеличением числа водоемов с изменившимся термическим режимом оно может приобрести большое значение.

А.П.БРАГИНСКИЙ, И.И.ПЕРЕВОЗЧИКОВ, Э.П.ШЕРБАНИ
(ИНСТИТУТ ГИДРОБИОЛОГИИ АН УССР, КИЕВ)

РОЛЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА В ПРОЯВЛЕНИИ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ДДТ НА РЫБ И БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

В настоящее время исследование действия подогретых вод ТЭС и АЭС на рыб и жизнь водоемов проводится с учетом роли химических загрязнителей, которые постоянно присутствуют в природных водах в результате промышленного и сельскохозяйственного загрязнения. С другой стороны, при определении ПДК химических веществ роль температурного фактора в проявлении токсического действия химических загрязнителей на водные организмы недоучитывается.

В последние годы наиболее универсальным загрязнителем вод является ДДТ, циркулирующий в атмосфере в глобальных масштабах. Присутствие ДДТ следует учитывать, в частности при различных "загадочных" случаях массовой гибели рыб.

В связи с этим нами проводится исследование роли температуры при воздействии ДДТ на рыб и беспозвоночных. В настоящем сообщении рассматриваются условия острого воздействия ДДТ при разных температурах, включая температуру, близкую к температуре подогретых вод (25°).

Влияние температуры на гидробионтов при интоксикации пестицидами может оказываться по-разному: с повышением температуры токсичность, как правило, увеличивается, однако некоторым из них свойственен и отрицательный температурный коэффициент интоксикации (Майер-Бюде, 1966). В частности, для широко используемых в практике народного хозяйства хлорорганических препаратов повышение температуры может не изменять токсичность (линдан), оказывать (ДДТ, метоксифтор) или увеличивать ее (хлордан, альдрин, дильдрин, эндрин, полихлорпирен) (Mullerbrand-Thomsen, 1971; Lacota, 1971). При действии полихлорпирена на зоопланктон эти различия в токсичности оказываются с изменением глубины слоя (Гордеева, 1972).

Проявление токсического действия ДДТ на гидробионтов при разной температуре начали в серии острых опытов на взрослых годовиках чешуйчатого карпа, водных осликах, молочках и половозрелых особях дафний *Daphnia magna*. В работе использовали п.п.-ДДТ, трижды перекристаллизированный из технического 70%-го препарата. Опыты проводили в 3-6 повторностях по 10 экз. рыб или рачков в каждой. Тест-культуры экспонировались в освещенных термостатических боксах; содержание O_2 в опытах с беспозвоночными было 7.0-8.0 мг/л, а рыбам - не ниже 6.0 мг/л. Критерий токсичности - выживаемость тест-

культур (по статистически обработанным показателям).

Первая серия опытов была поставлена на карпах и вьюнах при концентрации ДДТ 0.1 мг/л и средней температуре 12° (для вьюнов), 15° (для карпов) - нижний предел и 25° - верхний предел. Некоторые выявленные различия в токсичности препарата приведены на рис. 1 (экспозиция 5 суток), откуда видно, что выживаемость карпов несколько ниже при высокой температуре, у вьюнов - при низкой. Хроматографический анализ тканей выживших и погибших рыб на присутствие остаточных количеств пестицидов показывал, что уже через сутки в крови, мышечной и мозговой тканях карпов и вьюнов находятся значительные количества ДДТ и его метаболитов ДДД и ДДВ (до 2.0 мкг/г, суммарно). У вьюнов, в отличие от карпов, ДДВ обнаруживался только после 4-суточного воздействия препарата и в небольших количествах (порядка 0.05-0.1 мкг/г).

Далее при температуре 15° и ежедневной смене испытуемых растворов (концентрация 1.0 мг/л, срок наблюдения 9 суток) было последовано вместе с п,п'-ДДТ влиянием на вьюнов химически чистых метаболитов п,п'- и о,п'-ДДД, синтезированных в Киевском научно-исследовательском институте эндокринологии и обмена веществ. Кормление рыб в этих опытах проводили тубифицидами между сменой растворов, чтобы исключить поступление яда трофическим путем, т.е. олигохеты быстро и в значительных концентрациях накапливают ДДТ (иные донные). Токсичность этих хлорорганических препаратов резко уменьшается в порядке: п,п'-ДДТ → п,п'-ДДД → о,п'-ДДД (рис. 2). Аналогичный характер влияния сохраняется и у карпов при температуре 0-3°.

Показатели острой токсичности ДДТ для водяных осликов после 72-часовой экспозиции при температурах 10, 17.5 и 25° представлены на рис. 3, в. В этих опытах, в зависимости от концентрации, токсичность препарата снижается следующим образом. Через 10-18 час. при 25 и 15 мг/л рачки начинают менять свою окраску, а через 24 переворачиваются вверх брюшком (исключение - концентрация 2.5 мг/л), судорожно подергивают антеннами и ножками. После 96-часовой экспозиции для концентраций 25, 15 и 10 мкг/л наблюдается гибель при всех температурах. При концентрациях ДДТ - 2.5 и 5.0 мкг/л рачки еще живут, но все приобретают розовую окраску, лежат вверх брюшком с еле заметными признаками жизни. Окраска более выражена при 25°. После помешения водяных осликов в чистую воду обратимости действия ДДТ не было.

На рис. 3, б приведена выживаемость молодых дафний magna при тех же температурах, но несколько иных концентрациях, указанных на графиках. Сопоставляя оба графика, можно видеть, что для одного и

другого видов ракообразных при низких концентрациях токсичность более выражена при температуре 25° и меньше - при 10°. Однако, в целом пока еще трудно сделать четкий вывод о направленности токсического процесса.

При оценке проявления "температурного стресса" в последствии препараты гидромонтов сначала приводили в контакт с идохимнатом при заданной концентрации, а выживших особей пересаживали сначала в чистую воду той же температуры и затем в условия другого температурного режима.

Опыты на вьюнах, испытанных предварительно воздействием ДДТ при концентрации 0.1 мг/л, показали, что смена температуры с 13 до 25° в течение 20 час. приводит к уменьшению выживаемости на 25.3% (срок наблюдения 3 суток).

Токсическое действие ДДТ на карпов при снижении температуры исследовано только в одном эксперименте. Рыбы сначала подвергались прямому контакту с ДДТ при 20 мкг/л и температуре 25° в течение 2 суток, затем выдерживались 5 суток при этой же температуре в чистой воде, после чего были перенесены в условия низкой температуры. За 16 час. экспозиция температура упала на 17° и в течение последующих 5 суток колебалась в пределах 8.0-10.5°. В этом опыте гибель рыб за первые и вторые сутки после перепада температуры составляла 27.8%, тогда как при температуре 25° выживаемость была равна 100%. Содержания остатков ДДТ и метаболитов в мышечной ткани погибших рыб составляло 0.6 ± 0.1 мкг/г влажной ткани.

"Температурный стресс" для беспозвоночных выявлялся только на половозрелых особях дафний magna. Рачков адаптировали при 10, 17.5, 25° и затем воздействовали на них ДДТ при концентрации 5 мкг/л. После 18 час. экспозиции сосуды с подопытными животными переносили в чистую воду соответствующей температуры и перемещали их на 10 в 17.5° и 25°, из 17.5 - в 10 и 25°, из 25 - в 10 и 17.5°. На рис.4 показана выживаемость рачков после смены температур через 6 суток. Из рис.4 видно, что резкий перепад температуры в 15° (при 10 и 25°) способствует гибели тест-объектов как при верхних, так и при нижних температурных пределах. Перепад температур в 7.5° при повышении ее с 17.5 до 25° увеличивает выживаемость рачков на 42%.

Интересно отметить выживаемость дафний при исследуемых температурах и концентрации ДДТ 10 мкг/л. После воздействия токсиканта в течение 18 час. и пересаживания тест-культуры в чистую воду той же температуры выживаемость при 10° составляет через сутки 92%, через 3 суток - 74%, при 17.5 и 25° тест-культуры через сутки полностью выживают.

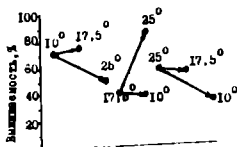


Рис. 4. Выживаемость половозрелых особей дафнии мигрирующие после действия ДДТ при смене температурного режима

Из приведенных данных видно, что токсичность ДДТ может увеличиваться не только при низких температурах, но и при высоких, что, по-видимому, определяется концентрацией ядохимиката и видом гидробионтов.

А. И. БУЛАНОВ, Н. Ф. ЛОСКУТОВ, М. Т. ЛОШАКОВ
(НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПО ОХРАНЕ ВОД)

ВЛИЯНИЕ ПОДОГРЕТЫХ ВОД НА САНИТАРИЙНЫЙ РЕЖИМ ВОДОЕМА

Расширение строительства атомных и тепловых электростанций обусловило необходимость проведения всесторонних наблюдений за влиянием возвращающего сброса подогретых вод на водоемы. Исследования последних лет свидетельствуют, что при сбросе подогретых вод АЭС и ТЭС может существенно ухудшаться санитарное состояние водных объектов. Среди многих сторон неблагоприятного влияния сброса подогретых вод, о которых имеются сведения в литературе, наиболее отрицательным является следующее. В зоне подогрева воды усиливается рост бактерий, в том числе условно-патогенных и патогенных; при температуре 35–40° размножаются бактерии типа и червей, что не имеет места при обычных для водоемов температурах. Бактерии разлагаются на большие количества, образуя амфотерность и выделяя токсичные [6, 7].

Повышение биологической продуктивности водоемов, особенно в зонах сброса подогретых вод, и особенно интенсивное развитие в них планктона приводит к снижению

химические свойства воды: увеличивается количество растворенных веществ, повышается окисляемость и цветность, снижается прозрачность, изменяются органолептические свойства воды, возможно образование токсических веществ [3,5]. При значительном подогреве воды в водоемах наступает вторичное (биологическое) загрязнение, ухудшаются кислородный режим и процесс самоочищения, повышается токсическое действие некоторых адихиминатов, увеличивается иннервация воды. Кроме того, с охлаждающими водами ТЭС и АЭС в водоемы поступает нефтепродукты от насосных установок и осадимения, применяемые для подготовки подогретых вод (подкисления, фосфатирование, обработка альгицидами и окислителями, применение плазмообразующих минералов и ингибиторов и т.д.).

Исследования качества питьевой воды с повышенной температурой, проводившиеся Институтом гигиены им.Ф.Ф.Эрисмана в Ивановском водохранилище, а также некоторые другие гигиенические работы дают оценку отдельным сторонам влияния подогретых вод на водоемы [1,2,4]. В целом же отрицательное влияние сброса подогретых вод изучено еще недостаточно.

В нормировании температуры воды в водоемах в разных странах существуют большие различия. В одних странах ограничивается максимальная допустимая температура сточных вод, включая и воды от охлаждения: в Англии - 30° , Индии - 40° ; в других - температура воды водоемов после сброса подогретых вод: в Бельгии - $25-30^{\circ}$ в зависимости от вида водопользования, в Чехословакии - $+5^{\circ}$ от естественной температуры, в Польше - 26° , в СССР повышение температуры в летний период не более чем на 5° , а в зимний - на 5° .

Современные атомные и тепловые электростанции привязываются к крупным водохранилищам, рекам и озерам общего пользования, в связи с чем необходимо всесторонняя оценка влияния сброса подогретых вод на эти водоемы.

Литература

1. Ицкова А.И. Гигиеническая характеристика вод охлаждения тепловых электростанций. - Б. Гигиена и санитария, 1963, 12.
2. Кисельнич И.А. и др. Отчет по теме: Гигиенические вопросы проектирования и эксплуатации водохранилищ ГРЭС и ТЭС. - НИИ гигиены им. Ф.Ф.Эрисмана, 1968.
3. Лавина А.Н., Сафонова Н.П. и вопросу влияния термальных вод ГРЭС на водоемы. - В кн.: Вопросы охраны здоровья трудящихся Кузбасса. Новокузнецк, 1970.
4. Шинкевич Н.А., Кисельнич И.А. Электрохимические, радиационные и

- исследования влияния температуры питьевой воды на организм человека. - А. Гигиена и санитария, 1971, 3.
5. Bauer C. Taste and Oder removal at Calina. - J. d. w. w. a. 1966, 58, 1.
 6. Clark John R., Silverman Malcolm J. The thermal pollution controversy-ecological comments. - Proc. 30 th Int. Water Conf. Eng. Soc. West. Pa., Pittsburgh, Pa, 1969.
 7. Möll E.K., Hamsin. Gefährdung unseres Flusses durch die Kühlwasser der Atomkraftwerke. Stadthygiene, 1971, 12.

О.Э. ВАСИЛЬЕВ, В.И. КВОН
(ИНСТИТУТ ГИДРОДИНАМИКИ СО АН СССР)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВОДОЕМОВ

Хорошо известна актуальность проблемы загрязнения водной среды, имеющего оброом в нее отработанных промышленных и коммунальных сточных вод, содержащих различные примеси. В некоторых случаях загрязнение может быть связано со сбросом подогретой воды (тепловое загрязнение). Оценка степени воздействия источника теплового загрязнения на водную среду требует учета возникающих при этом гидродинамических и теплофизических процессов.

Для описания этих процессов при их протекании в речных системах разрабатываются математические модели, основанные на использовании гидравлических уравнений Сен-Венана и включающие уравнение баланса тепла. Такие модели позволяют предсказать распределение температур по длине русел речной системы в зависимости от ее гидрологического режима и интенсивности тепловых источников (сбросов).

В задачах о тепловом загрязнении рек и водоемов модели, опирающиеся на обычные гидравлические уравнения, нередко оказываются неадекватными, и требуется учет влияния стратификации по плотности. В качестве примера такого рода математической модели описывается разрабатываемая в Институте гидродинамики СО АН СССР модель температурно-стратифицированного турбулентного течения в водоемах, а также в реках или водоемах вытянутой формы.

Т.А.ВИНОГРАДСКАЯ
(ИНСТИТУТ ГИДРОБИОЛОГИИ АН УССР)

О ВЕРТИКАЛЬНОМ И ГОРИЗОНТАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ
ФИТОПЛАНКТОНА В ВОДОХРАНИЛИЩАХ-ОХЛАДИТЕЛЯХ ТЭС

Известно, что в водоемах с естественным температурным режимом вертикальное распределение фитопланктона обусловлено, в основном, перемешиванием воды, распределением света и биогенных элементов в толще воды, температурой, а также биологией самих организмов. В водохранилищах-охладителях на естественные факторы накладывается ряд искусственных, обусловленных работой ТЭС. Основными из них являются: постоянный подогрев поверхностного слоя воды, циркуляция от водосороса к водозабору и глубинный водозабор. Эти факторы в конечном счете приводят к усилению перемешивания воды, которое не может не отразиться на распределении планктонных организмов.

Нарушение закономерностей вертикального распределения фитопланктона может иметь значение не только для развития водорослей, но и для технического качества воды. При "цветении" усиленное перемешивание будет разрушать поверхностную пленку из водорослей и этим способствовать лучшему охлаждению подогретого потока воды. С другой стороны, равномерное распределение водорослей в толще воды (до глубины водозабора) может приводить к засорению фильтров водоприемников и другой очистной аппаратуры.

Сведений об особенностях горизонтального и вертикального распределения фитопланктона в водохранилищах-охладителях очень мало. Одни исследователи отмечают, что распределение водорослей по акватории изученных ими водохранилищ было сравнительно равномерным (Дуркина, 1963; Васильчикова, 1965), другие указывают лишь на то, что в районе сороса подогретых вод количество фитопланктона, как правило, было меньше (Качаева, 1968; Васильчикова, 1969; Дементьев, 1970; Васильев, Яков, 1970; Веег, 1979). Данных о вертикальном распределении водорослей мы вообще не обнаружили.

В 1966-1977 гг. мы изучали горизонтальное и вертикальное распределение фитопланктона в водохранилищах-охладителях Донбасса. Водоросли отбирались донными и стелловыми методами в первом поясе водоемов (в пределах, в котором в состоянии удлинении от устья реки можно считать, что среднее горизонтальное расстояние от поверхности (0,5 м) до дна (2,0 м).

Условно водоемы делятся на две группы: первая группа - водоемы с малой глубиной (менее 10 м), вторая группа - водоемы с большой глубиной (более 10 м). Водоемы первой группы имеют площадь поверхности от 0,5 до 1,5 га, второй группы - от 1,5 до 10 га. Водоемы первой группы имеют глубину от 0,5 до 2,0 м, второй группы - от 2,0 до 10 м.

емпе. Весь объем воды водохранилища может пройти через конденсаторы в среднем за 4 суток. В связи с этим в водоеме происходит сильная циркуляция, обеспечивающая практически полное перемешивание воды. Температурная стратификация в нем выражена очень слабо. Разница между поверхностной и придонной температурой в зависимости от сезона составляла 0,4–1,5° и только в самый жаркий период в районе сброса достигала 3°. Разница в температуре воды на поверхности участков с различной степенью подогрева была большей (5,5°)

Кураховское водохранилище больше по объему и значительно глубже (максимальная глубина – 6–9 м, средняя – 3–4 м), степень подогрева – слабая. Весь объем воды водохранилища может пройти через конденсаторы ТЭС за 30 суток, однако не вся площадь водного зеркала активно используется при охлаждении, и усиленной циркуляции подвержена только часть водоема. Несмотря на это, вся толща воды водоема tanks прогрета до дна, но разница в поверхностных и придонных температурах более резкая. Так, в зависимости от сезона и степени удаления от сброса разница между поверхностными температурами различных участков составляла 4–9°, между поверхностными и придонными – 1,5–6,0°.

Численность фитопланктона в поверхностном слое воды Кураховского водохранилища изменялась в таких пределах: в феврале – 6–14, 12–18 млн.кл/л; в апреле – 17–24, 53–71; в мае – 180–252, 167–263; в октябре – 276–323, 219–267, 84–128 млн.кл/л. Несмотря на большую разницу в температуре воды различных участков, колебания показателей численности фитопланктона были относительно невелики и изменялись в пределах 18–37%.

В Зуевском водохранилище, более перемешиваемом, колебания численности водорослей были еще меньше (8–29%) и составляли в разные годы в феврале – 5,3–7 и 5,4–7,2 млн.кл/л; в апреле – 17–24 и 13–15 млн.кл/л; в мае – 0,8–1,1 и 7,6–8,4 млрд.кл/л; в октябре – 90–119 млн.

В обоих водохранилищах изменение численности водорослей на отдельных участках почти не коррелировало с температурой воды. Такая зависимость наблюдалась лишь, когда в районе сброса водогрейных вод фитопланктона было больше (в среднем на 6–33%) по сравнению с остальной частью водохранилища. Не отмечено также особенностей в распределении отдельных групп фитопланктона в зависимости от температуры воды. Распределение фитопланктона по акватории водохранилища можно считать практически равномерным. Лишь непосредственно вблизи устья сбросного канала в большинстве случаев наблюдалось снижение численности всех групп фитопланктона по сравнению с остальной частью водохранилища. Это уже отмечалось и другими исследо-

доведений, высказывавшим предположение, что такое уменьшение может быть вызвано механическим воздействием больших скоростей при прохождении воды через конденсаторы. По нашему мнению, основной причина - глубокий водозабор. Несмотря на сравнительно медленное вертикальное перемешивание воды, на глубине 4 м (где обычно расположены водозаборные сооружения) водорослей обычно меньше (в среднем на 28-39%). В сбросном канале, как правило, численность водорослей была ниже, чем в поверхностном слое воды водохранилища (в среднем на 19-28%) и близка к численности их в придонных слоях. В данном случае мы, видимо, наблюдаем эффект „перемешки“ придонных обедненных фитопланктонных слоев воды у водозабора в поверхностный слой у сброса. Кроме того, на численность водорослей у сброса может влиять повышенная мутность воды.

Снижение численности фитопланктона у сброса подогретых вод безусловно может способствовать и выпадению организмов на планктона, но оно неведь и не сможет так быстро отразиться на общей численности фитопланктона хотя бы потому, что турбулентное перемешивание в сбросном канале и прилегающем районе будет удерживать в толще воды погибшие клетки водорослей.

В вертикальном распределении фитопланктона в изученных водохранилищах отмечены большие различия, чем в горизонтальном.

В Зуевском водохранилище в связи с интенсивной циркуляцией и перемешиванием распределение водорослей во всей толще воды на протяжении всего года было практически равномерным. Наблюдалась лишь очень слабо выраженная тенденция к повышению их численности в поверхностном слое воды. Там, в слое 0-2 м численность фитопланктона составляла 91-108% от таковой у поверхности. На глубине 2.5 м она снижалась в среднем на 18-20%, а на глубине 4 м - на 8-25%. Такая закономерность распределения характерна для всех доминирующих групп фитопланктона. Лишь на участке водохранилища, наиболее удаленном от сброса, где течение и перемешивание слабое, наблюдалось небольшое перемещение синезеленых водорослей в поверхностный слой и оседание диатомовых в придонный.

В Кураховском водохранилище на различных станциях вертикальное распределение было неодинаковым. В районе сброса подогретых вод постоянное интенсивное турбулентное перемешивание способствовало почти равномерному распределению всех групп планктонных водорослей во всей толще воды. Численность их в придонном слое (3 м) составляла 98-105% от таковой у поверхности. На некотором удалении от сброса, в районе умеренного подогрева, где интенсивность перемешивания воды слабее, макс. ум численности доминирующих групп фитопланктона обычно находилось в поверхностном слое. В толще же

ди численность водорослей была высокой. Отмечалась не однозначная тенденция к снижению с глубиной численности фитопланктона, которая в придонном слое (4 м) была меньше, чем в поверхностном на 6-33%.

На участке водохранилища, наиболее отдаленном от пути циркуляционного потока, степень подогрева и перемешивания была самой слабой. Однако и в этом случае отмечено определенное влияние его на распределение фитопланктона. Минимальная концентрация всех доминирующих групп водорослей наблюдалась в столбе воды глубиной до 4 м (в то время как в контрольном водоеме - в слое 0-2 м). Численность водорослей по глубинам колебалась в пределах 61-151% от таковой у поверхности. Глубже 4 м наблюдалась четкая тенденция к снижению численности всех групп фитопланктона, которая в придонном слое (7 м) составляла 25-59% от таковой у поверхности.

Таким образом, в изученных водохранилищах сброс подогретых вод, обуславливающий усиленную циркуляцию и перемешивание воды, оказывал влияние на горизонтальное и вертикальное распределение фитопланктона.

Несмотря на разную степень подогрева различных участков водохранилища, дополнительное перемешивание приводило к более или менее равномерному распределению всех групп водорослей по всей акватории, за исключением района сброса подогретых вод. Некоторое снижение здесь численности водорослей происходило за счет всех групп фитопланктона, но больше всего за счет синизеленых, обусловлено глубинным водообором и более интенсивным перемешиванием.

Вертикальное распределение фитопланктона также зависело от интенсивности циркуляции воды. На участках с сильным и умеренным перемешиванием он распределялся практически равномерно во всей толще воды. Наблюдалась лишь слабо выраженная тенденция к повышению численности водорослей в поверхностном слое и снижению ее у дна. На участках со слабой циркуляцией перемешивание фитопланктона ограничивалось основным слоем воды до 3-4 м. По мере удаления от циркуляционного потока все явче проявлялась тенденция к снижению численности водорослей с глубиной.

А.Н. ГОРОБИЙ
(ВЕРХНЕ-ВОЛСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГОСНИОРХ)

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЗООПЛАНКТОНА ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА
ПРИ ЦИРКУЛЯЦИИ ЕГО ЧЕРЕЗ ОХЛАДИТЕЛЬНУЮ
СИСТЕМУ КОПАКОВСКОЙ ГРЭС

Исследования зоопланктона, проходящего через охлаждающие установки Копяковской ГРЭС, производились в 1972-1973 гг. В этих условиях зоопланктеры испытывают резкое повышение температуры воды на 6-11° в течение короткого промежутка времени (5-10 мин.), подвергаются высокому давлению и сильной турбулентности, создаваемой вращающимися колесами и вращающимися очистными сетками, и быстрому течению.

В литературе имеются указания, что прохождение зоопланктеров через охлаждающие системы тепловых электростанций ведет к разрушению тела дафний, циклопов, диапомусов, крупных половраток и к их гибели. Данные, свидетельствующие о снижении численности зоопланктона после охлаждающих агрегатов ТЭС, получены на различных ТЭС Советского Союза и за рубежом (Ривьер, 1968; Кривенцова, 1968; Ячневас, 1971; Полявинина, Сергеева, 1971; Arpouchsky, 1965). Однако Марковский (Markowski, 1968), исследовавший ряд ТЭС в Англии, работавших как на пресной, так и на морской воде, и имеющих различные охлаждающие системы, считает, что животные благополучно переносят циркуляцию через эти системы, и снижения численности зоопланктеров не наблюдается.

Целью нашей работы было выявление основных количественных различий в зоопланктоне входящего и выходящего потоков охлаждающей воды.

Станция для отбора проб были выбраны по пути следования потока охлаждающей воды. Отбор проб производился по горизонтам 0.5; 2.5; 5.0; 10.0 и 5-литровым планктонобатометром Кирпиченко. С каждого горизонта было отобрано 25 л воды, профильтрованной через газ 76. Подсчет живых организмов производился в камере Бюгорула. *Nauplia* и *Cyclops* подсчитывали по видам, среди *Copepoda* особенно учитывались взрослые стадии циклопов, диапомусов, науплиальные стадии и неполовозрелые.

На основании учета численности живых зоопланктеров в районе водозабора и в отводном канале, мы пришли к выводу, что наибольшая гибель планктона в агрегатах ГРЭС происходит в весенний и осенний периоды и составляет 74-77% от общего количества входящего с водозабора планктона. Это, по-видимому, можно объяснить тем, что в

эти периоды наблюдается небольшое подогрев охлаждающей воды (9.5°), и в экваториале преобладают колодообразные формы циклопов, ноловритом. Такой же высокий процент гибели организмов мы наблюдали летом в случае, если подогрев воды принимал 9° . В среднем процент гибели животных составил 42 в колодах в интервалах 4-77.

В пробах из отводного канала обнаружены организмы (дафнии, циклопы, лептодорм, диафаномеры и др.), у которых повреждены отдельные части тела, оборваны фурки, антенны. Крупные формы ноловритом (*Acricoides*, *Acricoides*) часто бывают оплывены, раздавлены. Много погибших организмов. Часть погибших организмов оседает уже в охлаждающей системе на стенах труб. Об этом свидетельствует тот факт, что суммарная численность живого и мертвого зоопланктона в потоке входящей воды всегда выше, чем в выходящей.

Среди массовых форм зоопланктона хук всего перемест прохождение через агрегаты ГРЭС коловертки *Keratella quadrata* и *Polyarthra* sp. (см. таблицу). Численность этих видов в отводном канале во много раз выше, чем в районе водозабора, в среднем на 64-100%. *Keratella cochlearis* в отводном канале и в районе водозабора представлена в одинаковом количестве и только в период максимальных летних температур ее численность в отводном канале выше.

Из ветвистоусых наиболее резкое снижение численности мы наблюдали у *Daphnia cucullata* и *Boeckia coregoni* - в среднем на 50-60%, у *Boeckia longirostris* и *Chydorus sphaericus* снижение численности в отводном канале менее выражено. В отдельные периоды численность этих видов едва была выше, чем в районе водозабора (см. таблицу).

Гибель и разрушение тела зоопланктона вызывается целым комплексом факторов, которые влияют на гидробионтов в охлаждающих установках ГРЭС. Наиболее вредное влияние, видимо, имеет резкое повышение температуры воды, механические повреждения организмов, а также возможное попадание томохимических веществ, применяемых для очистки агрегатов ГРЭС.

Поток охлаждающей воды поступает в миховичский канал и остается поверхностным 1.5-3-метровым слоем (Буторин, Курдина, 1971). Температура воды в поверхностном слое почти не отличается от температуры воды в отводном канале. В придонном слое наблюдается противотечение, и температура воды здесь в большинстве случаев не отличается от тепловой в воздухоохладителе. Вертикальное распределение зоопланктона в канале в связи с этим различно. В поверхностном слое численность зоопланктона мала, зависит от плотности зоопланктона в отводном канале и обычно ниже, чем в канале. Это, видимо, обусловлено влиянием 2 факторов. Во-первых, из-за отводного

Численность различных представителей зоопланктона (штук) в потоке охлаждающей воды
Конановской ГРЭС в 1973 г. (в тыс. экз/м³)

Дата	28.I		17.IV		15.V		14.VI		25.VI		23.VI		21.VII		28.IX	
	47	30	47	30	47	30	47	30	47	30	47	30	47	30	47	30
температура, °C	12.1		13.4		18.8		12.0		19.0		21.5		21.5		19.4	
<i>Cratella quadrate</i>	0.06	0.70	-	0.28	8.5	35.0	1.0	3.6	-	0.5	-	1.5	2.0	5.6	0.02	0.5
<i>Polvetaria sp.</i>	-	0.03	-	0.02	0.5	14.0	-	-	-	0.4	-	0.7	-	2.0	-	9.0
<i>Limnias cucullata</i>	-	-	-	-	-	-	3.0	6.7	19.0	52.3	11.0	24.8	1.0	16.6	2.0	8.3
<i>Cyclops bicus</i>	-	-	-	-	-	-	5.0	6.7	26.5	54.0	7.0	65.17	2.0	1.9	10.5	15.2
<i>Limnias longirostris</i>	-	-	-	-	1.5	4.2	12.5	19.7	1.0	1.4	-	-	-	-	12.0	13.4
<i>Limnias coregoni</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	2.0	2.0	6.9	1.0	3.5	2.5	4.5
<i>Diaperoda</i>	0.02	0.65	0.06	0.17	10.5	20.6	24.4	35.0	35.5	54.65	54.0	85.5	11.0	27.3	25.5	56.9

Примечание. 30 - район золовабора, 47 - выход теплых вод на поверхность,
начало соросного наката.

камне в едкие зоопланктеры преодолевают водопад, который наносит им дополнительный ущерб. Общая численность зоопланктона в заливе близка к численности дошедших до водопада живых зоопланктеров; численность не живых зоопланктеров после водопада повышается почти в полтора раза. Например, 14.VI.73 г. численность живых организмов в отводном канале была $64.5 \text{ тыс. экз/м}^3$, численность живых и мертвых в поверхностном слое залива — $65.1 \text{ тыс. экз/м}^3$, а только живых — 35 тыс. экз/м^3 . Во-вторых, уменьшения численности живых организмов в поверхностном слое залива может также вымываться миграцией речков из поверхностных слоев залива в глубокие, где они находят благоприятные условия, что было отмечено И.К. Ривьер (1971, 1972). У нас мы наблюдали скопления циклопов, дафний, босмин. Однако, в случае гомотермии, когда поток сбросовой воды проникает до дна залива, зоопланктон поверхностного и придонного слоя состоит из зоопланктона, поступившего из отводного канала. Так, например, 14.VI.73 г. при гомотермии 27° численность живого зоопланктона в отводном канале была $64.5 \text{ тыс. экз/м}^3$, численность живого и мертвого зоопланктона в поверхностном слое в заливе — 65 тыс. экз/м^3 , в придонном — 50 тыс. экз/м^3 , а живого — в столбе воды — 36 тыс. экз/м^3 .

Средняя численность живого зоопланктона в течение вегетационного сезона в Мошковичском заливе выше, чем в контроле и канале. Это обусловлено скоплением зоопланктеров в придонном холодном слое. Таким образом, потеря зоопланктона при циркуляции его через агрегаты ГРЭС могут частично восполняться в заливе.

В.Г. ГРИНЬ, В.М. ГАЙДАР, Н.В. БОРЕМОВА
(ИНСТИТУТ ГИДРОБИОЛОГИИ АН УССР, КИЕВ)

ЭНТОМИКРОБИОТОС р. ДНЕПРА В РАЙОНЕ ДЕЙСТВИЯ ТЕПЛОБМЕННЫХ ВОД ТРИПОЛЬСКОЙ ТЕПЛОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Изучение влияния подогретых вод Трипольской ГРЭС на развитие донной энтомофлоры проводилось в 1970–72 гг., на участке среднего течения Днепра, протяженностью 100 км (от с. Пливы до г. Канева). Мощность станции в период исследования постепенно возрастала от 350 до 1800 тыс. кВт. Температурный перепад при сбросе подогретых вод достигал в первые два года $7-9^\circ$, а после ввода в строй энергетического устройства уменьшился до $3-5^\circ$. Снижение температуры воды достигается разбавлением сбросных, теплообменных вод свежей водой из необогреваемой зоны в соотношении 1:3 с помощью амортизирующего устройства. В результате увеличивается область умеренного, а

также слабого подогрева и не возникают локальные, сильно перегретые участки со свойственным им угнетением донной флоры и фауны. Теплые воды ниже станции занимают узкую полосу у правого берега Днепра. Полное выравнивание температуры воды по всему поперечному сечению происходит на расстоянии 15-20 км. Повышение средней температуры воды у г. Канева в 1972 г. составляло 0,5-0,9°.

Видовой состав бентического комплекса водорослей в Днепре в условиях подогрева теплообменными водами Трипольской ГРЭС в период исследования не отличался от такового до начала работы станции. Доминирующее значение принадлежало диатомовым, протококковым и синезеленым водорослям. В годичном цикле развития фитомикробентоса, в результате круглогодичного подогрева, были выявлены изменения лишь в соросном канале.

В грунтах этого района реки в значительном количестве вегетировали виды, отсутствующие в участках выше обогрева. Доминирующий комплекс фитобентоса в водоотводящем канале состоял из 12-15 таксонов, тогда как в реке выше обогрева, у водозабора, только из 5-6. Обогащение видового разнообразия донных водорослей (до 80 форм) наиболее отчетливо сказывается в зимний и ранне-весенний периоды за счет усиления роли теплолюбивых водорослей. Среди них основную роль играют из синезеленых - виды родов осциллятория и мерисмопедия, а из протококковых - сцинедесмус, шведиотрум, целлограмм.

Сезонная динамика обилия фитомикробентоса в Днепре на участке Триполье - Канев до и после начала работы тепловой электростанции в основных чертах сохранилась без изменений. Минимальное развитие приходилось на зимний период, максимум - на летний. Общая биомасса водорослей фитобентического комплекса ниже сброса теплообменных вод возросла в 3 раза по сравнению с таковой в контрольном, не обогреваемом участке реки (6,8-20,7 г/м²). Максимальное развитие водорослей здесь приходилось уже на весенний период.

Одновременно с учетом видового состава и количественного развития водорослей в 1971-72 гг. сезонно выяснялась зависимость интенсивности фотосинтеза донного комплекса водорослей от температуры воды. Пробы брались на постоянных станциях: у водозабора, в начале и конце сбросного канала. Интенсивность фотосинтеза измерялась кислородной модификацией метода склянок. Цилиндры устанавливались в пунктах с градиентом температуры между ними 3-11°.

Сезонный ход изменений дневной продукции донных фитомикробентов на исследуемых участках реки протекал по-разному. Вискокая температура воды в реке и районе водозабора у дна изменялась в пределах 0-16°, а в контрольном участке - 1-23°.

Взрослый комплекс донных водорослей в необогреваемом участке реки складывается в основном из диатомовых (95% от всей биомассы), в обогреваемом кроме диатомовых (75%) значительно возросла роль сине-зеленых и протокочковых водорослей. Среднесуточная концентрация растворенного в воде кислорода в водосборе составляла 2.3 мгО₂/л/сутки в канале - 4.5 мгО₂/л/сутки. Под влиянием обогрева интенсифицировались проточные и деструктивные процессы.

В летний период, когда естественная температура воды составляла 21-22°, повышение температуры на 7-9° уже тормозило продукционные процессы. Наблюдалось снижение фотосинтезирующей деятельности донных водорослей и увеличение потребления кислорода, т.е. возросла интенсивность минерализации органического вещества. Содержание растворенного в воде кислорода в канале-августе 1971 г. в обогреваемом участке реки было ниже, чем в естественном (0.03-1.5 мгО₂/л/сутки), тогда как в необогреваемом районе Днепра оно достигало максимальных значений (8.7 мгО₂/л/сутки). Деструктивные процессы под влиянием обогрева идут на более высоком уровне (120 мгО₂/л/сутки) по сравнению с контрольным участком (0.5 мгО₂/л/сутки).

Летом повышение температуры воды выше 29-31° способствовало снижению видового разнообразия, численности и биомассы диатомовых водорослей и увеличению обилия сине-зеленых за счет представителей родов осциллятория, формикум, мермопедия. В необогреваемом районе реки первое место по биомассе продолжали занимать диатомовые с значительной примесью протокочковых.

Полученные данные согласуются с литературными, которые свидетельствуют, что интенсивность фотосинтеза фитопланктона снижается при температуре воды выше 29°, несмотря на более высокие показатели обилия водорослей. Большое значение имеет видовой состав водорослей: кислородная продукция фитобентоса при доминировании диатомовых значительно выше по сравнению с осцилляторно-диатомовым и осцилляторно-протокочковым комплексом водорослей.

В осенний период в сбросном канале при температуре 15-17° в бентическом комплексе продолжают доминировать зимостойкие виды сине-зеленых, сходные с летними. Кислородная продукция донного фитопланктона в октябре оставалась на уровне летнего режима.

Таким образом, круглогодичный обогрев и изменение гидрологических условий в реке стимулируют фотосинтетическую деятельность водорослей в зимний и ранне-весенний периоды. Летом при температуре воды выше 29° интенсивность фотосинтеза снижалась. Подогрев воды способствовал возрастанию деструкции органического вещества, в результате чего развитие новообразующегося автохтонного органического вещества идет значительно быстрее, чем в водоемах с ес-

тественными температурными режимом. Это подтверждается также и тем, что в участках водоема, которые круглогодично обогреваются, содержание легкоокисляемого органического вещества ниже, чем в неогреваемой воде. Последнее определяется скоростью минерализации органических веществ, находящейся в прямой зависимости от температурного фактора.

Анализ полученных данных о водном и воднопочвенном соотношении фотомикробов по системе Зеллини и Маршана показывает, что поступление дополнительного тепла (52 млн/т.нал/сутки) в такую мощную реку, как Днепр, не приводит к ухудшению ее санитарного состояния.

О.Н.ДАВИДОВ, Л.В.СТРАШНИК
(ИНСТИТУТ ЗООЛОГИИ АН УССР, КИЕВ)

О ДЕЙСТВИИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР НА НЕКОТОРЫХ ЦЕСТОД РЫБ

Тепловые электростанции, функционирующие на водоемах рыбохозяйственного значения, оказывают значительное влияние на жизнедеятельность не только рыб, но и их паразитов (Марш, Чокырлян, 1968; Раудикис, 1971; Стришки, 1971-1973). Повышение температур до определенных пределов приводит к повышению устойчивости рыб к этому воздействию (Привольнев, 1962). Не исключено возможность, что и паразиты, обитающие в организме рыб, обладают способностью выживать в условиях повышенных температур и адаптироваться к ним. При этом возможно изменение их численности и распространения, жизненных циклов и патогенности.

В настоящем сообщении представлены экспериментальные данные по изучению действия повышенных температур на жизнедеятельность некоторых цестод рыб. Основными показателями жизнедеятельности цестод считали двигательную активность и динамику гаметогенеза. В опытах исследовались 3 вида цестод: взрослые *Bothriocephalus goniophthalmus* (ботриоцефалы) из кишечника карпа и *Triclorophorus pedunculatus* (триклофоры) из кишечника щуки, а также личинки *Ligula intestinalis* (лигулы) из брюшной полости плотвы.

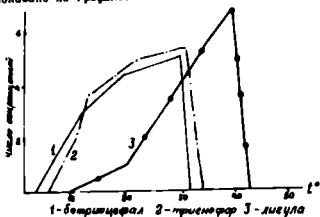
Регистрация двигательной активности проводилась по методу Давыдова (1973), а определение гаметогенеза антроповым методом Пидваря и модификации Головацкого (1961).

Фрагменты цестод длиной 3-5 мм помещали в камеру с раствором Рингера, где осуществлялась регистрация двигательной активности в течение часа, после чего цестоды гальванически обрабатывались по-

чество глиногемии.

В строго контролируемых условиях при разных испытываемых температурах (от 0 до 40°) вычитывалось среднее число сокращений фрагментов в минуту. Расход глиногена вычислялся по разности первоначального уровня глиногена в теле цестод до и непосредственно после двигательной активности.

Изменение двигательной активности цестод в зависимости от температуры показано на графике.



По ходу явных видно, что у всех исследуемых цестод повышение температуры ведет к постепенному увеличению двигательной активности. У триенофора и ботрицефала двигательная активность возрастает особенно быстро в диапазоне от 20 до 30°. Дальнейшее увеличение температуры до 32° вызывает резкое прекращение их двигательной активности. Если действие летальной температуры непродолжительно (не больше 5-8 мин.), то после отмыкания паразитов раствором Рингера при температуре 20° происходит восстановление прежней частоты сокращения. Аналогичная картина наблюдается у триенофора, однако прекращение движения происходит при 34°.

Зависимость интенсивности двигательной активности от температуры выявлена и у лигулы. В отличие от ботрицефала и триенофора у лигулы двигательная активность начинается с 10° и выше всего в пределах 30-40°. Увеличения температуры до 45° приводит к снижению тонуса и частоты сокращений, правильность ритма нарушается, и затем движение полностью прекращается. В условиях отмыкания раствором Рингера при температуре 20° наблюдается восстановление двигательной активности до первоначальной нормы.

Можно полагать, что интенсивность движения у всех исследуемых цестод возрастает до оптимального значения температуры и его на-

нание имеет адаптивный характер.

В опытах показано изменение интенсивности обмена (длительность гликогена) в зависимости от температуры. Так, при повышении температуры от 10 до 20° темп движения у ботриоцефала возрастает в 1,5, расход гликогена в 6 раз. Сходные численные величины получены триенофорах. При повышении температуры у лягуз также возрастает двигательная активность и расход гликогена. Однако при повышении температуры от 10 до 20° двигательная активность и расход гликогена у гелминтов незначительны. В то же время при увеличении температуры от 30 до 40° темп движения возрастает в 1,6, а расход гликогена в 4 раза.

Выявленные различия в интенсивности движения и длительности гликогена у ботриоцефала, триенофора и лягуз под действием повышенных температур зависят от биологических особенностей этих видов, а также их жизненных циклов. Окончательные выводы для ботриоцефала триенофора — рыбы, холодолюбивые животные, тогда как для лягуз — птицы, теплолюбивые животные.

В предварительных опытах, на примере ботриоцефала, показана анимозависимость температуры, двигательной активности и длительности жизни:

температура (°C)	Средняя продолжительность жизни (дн.)	Среднее число сокращений в минуту	Произведение
	A	B	AхB
5	25	-	-
10	22.5	2.8	63.0
20	15	4.2	63.0

Длительность жизни ботриоцефала при возрастании температуры от 10 до 20° уменьшается и находится в обратной зависимости от интенсивности его движения. Произведения этих величин оказываются одинаковыми для этих 2 температур. Интенсивность обмена углеводов ботриоцефала, по-видимому, связана с высоким потреблением энергии этими гелминтами в результате активного движения в условиях жизни повышенных температур.

Важно отметить, что сокращение сроков жизни ботриоцефала при температуре 20° наблюдалось *in vitro* в средах без пищевых веществ. В то же время при наличии питательной среды длительность жизни цестод при температуре 20° практически не уменьшалась.

В. Г. ДВЯТКИН
(ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД АН СССР)

О ВЛИЯНИИ КОМАКОВСКОЙ ГРЭС НА МИКРОФИТОБЕНТОС
ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Влияние тепловых электростанций на экологические условия обитания организмов многосторонне [2-3].

Изменение термич. и режим течений в зоне воздействия Комковской ГРЭС приводит в Монковичском заливе и на участке водохранилища от д. Гародице до пункта Корчевы к изменению состава грунтов на глубине 2-6 м, так как при возникших уровнях водохранилища они подвергаются в анализе воздействию быстрого течения, а в обрамленной подогретыми водами полыми воздействию волн, препятствующему их заиливанию. Зимой величина проникающей в толщу воды солнечной радиации на незамерзающем участке водохранилища выше, чем за его пределами. Оценка относительного значения изменений термич., гидродинамических условий, состава грунтов и освещенности в измененных структурах донных биоценозов в зоне подогрета весьма затруднительна.

Были обработаны материалы по микрофитобентосу, собранные на 15-20 станциях прибрежья (0-5 м) нижнего (Иваньковского) плеса водохранилища в мае и октябре 1971 г., систематич. в течение вегетационного периода 1972 г. на тех же станциях, а также в районе русла в марте 1972 и 1973 гг.

В микрофитобентосе прибрежья нижнего плеса водохранилища доминируют диатомовые. Даже летом необычно жаркого 1972 г. биомасса сопутствующих им зеленых, синезеленых и эвгленовых водорослей обычно не превышала 20% общей. Лишь в период максимального прогрева водохранилища, в мае, когда температура воды в Монковичском заливе достигала 33°, а в несогретом прибрежье 28-29°, в микрофитобентосе возросла относительная роль зеленых (в основном протозококковых) и синезеленых водорослей. Биомасса коноид в этих групп водорослей составляла в это время до 25% от общей.

По сравнению с колебаниями биомассы эвтрофидиатона, которая в Иваньковском водохранилище изменяется по сезонам в очень широких пределах (от 0,01 зимой до 10-50 г/м³ летом), отмеченные изменения биомассы микрофитобентоса гораздо меньше. Зимой в прибрежье биомасса микрофитобентоса, как правило, колебалась в пределах 2-15 г/м², а в течение вегетационного периода 1-10 г/м². На слабо заиленных песчаных участках она была обычно ниже (1-10 г/м²), чем на заиленных песках и илах (1-20 г/м²). Обобщенная тенденция к

увеличению биомассы микрофитобентоса с увеличением глубины, связанная со снижением воздействия волн и увеличением заиления грунтов.

В Можовицком заливе биомасса микрофитобентоса на заиленных чье пойменных расширений залива выше, чем на песке и гуганых о руоде.

При снижении уровня водохранилища зимой пойменные расширения можовицкого залива обнажаются, а скорость течения в нем возрастает до 0.5-1.5 м/сек. В этот период года биомасса микрофитобентоса отчетливо понижается с увеличением глубины, что характерно для рек [1].

В микрофитобентосе нижнего плеса количественно преобладают виды, типичные для его фитопланктона. Из диатомовых наиболее обычны *Isotria italica*, *M. granulata*, *M. ambigua*. Из зеленых - *Pediastrum duplex*, *P. simplex*, *P. biradiatum*, *P. tetraed.* а также *Scenedesmus adriaticus*. Синезеленые чаще представлены *Oscillatoria agardhii*, *Aphanizomenon flos-aquae* и *Microcystis aeruginosa*. Несмотря на то, что многие типичные для Иваньковского водохранилища планктон (*Asterionella formosa*, *Diatoma elongatum*, *Tabellaria fenestrata*, *Fragilaria crotonensis* и др.) встречаются в микрофитобентосе в небольшом количестве, создается впечатление, что обилие и сор его массовых видов во многом определяется условиями освещения и сохранения на грунте планктонных организмов.

Биомасса типично бентосных водорослей (виды *Cladophora*, *Nitzschia*, *Surirella*, *Navicula*) вне зоны подоросла на глубине 0-3 м обычно не превышает 10% общей. На глубине 5 и более метров бентосные виды составляют не более 3% общей биомассы. Лишь в мае 72 г. виды *Nitzschia*, а также *Navicula varians* и *Diatoma vulgare* составляли в прибрежье до 50% общей биомассы микрофитобентоса.

Наличие Командьской ГЭС на микрофитобентосе наиболее отчетливо проявляется зимой. В это время года в Можовицком заливе и в лиководях прилегающей к нему поймы формируется своеобразный популяционный микрофитобентос, но биомасса на 50-90% состоит из типично бентосных и литоральных видов (*Nitzschia costata*, *ventricularis*, *Surirella ovata*, *Diatoma vulgare*), тогда как в районе водохранилища ГЭС и прилегающей поймы преобладают *Navicula italica*, *M. granulata*, *M. ambigua*, а биомасса типично бентосных и литоральных видов не превышает 5% от общей. Биомасса микрофитобентоса в Можовицком заливе (2-5 г/м² в марте 1972 г., 1-1 г/м² в марте 1973 г.) того же порядка, что и вне зоны подоросла. Из мелководных обитателей толщин воды поймы она бы-

ли в 1.5-2.0 раз выше.

Влияние подогретых вод на микрофитобентос в районе русла в зимний период незначительно.

В течение вегетационного периода влияние подогретых вод на микрофитобентос менее заметно. Биомасса микрофитобентоса в Мошковицком заливе в мае-октябре 1972 г. была того же порядка, что и в Бабьиховом, служившем в качестве контрольного участка. Воздействие Конопковской ГРЭС проявлялось в это время лишь в увеличении относительной роли в Мошковицком заливе бентосных видов *Nitzschia*, *Pinnularia*, *Surirella*, составлявших здесь до 20% от общей биомассы микрофитобентоса, тогда как на его пределах - не более 10%.

Для более точной оценки влияния подогретых вод на комплекс бентосных видов водорослей обрабатываются материалы, собранные ежедневно в течение вегетационного периода 1973 г. в Мошковицком и Хорчевском заливах водохранилища.

Литература

1. Владимиров К.С. Фитомикробентос верхнего течения Днепра. - В кн.: Гидробиологический режим Днепра в условиях зарегулированного стока. Киев, 1967.
2. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Состояние вопроса о влиянии подогретых вод тепловых электростанций на биологию водоемов. - Тез. докл. съездов по влиянию подогретых вод тепловых электростанций на гидробиол. биол. водоемов. Борон, 1971.
3. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Проблема влияния подогретых вод, обрабатываемых тепловыми электростанциями, на гидробиол. режим водоемов. - Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1974, 27(30).

В.Г. ДЖЯТКИН, Ф.Д. МОРДУХАЙ-БОЛТОВСКОЙ
(ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНЕШНИХ ВОД АН СССР)

О ВОЗДЕЙСТВИИ ПОДОГРЕТЫХ ВОД КОНОПКОВСКОЙ ГРЭС НА ФИТОПЛАНКТОН КВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Изучение воздействия подогретых вод Конопковской ГРЭС на фитопланктон нижнего плеса Кваньковского водохранилища проводилось в 1967-1972 гг. Отдельные результаты его рассматривались в ряде статей; в настоящем сообщении делается попытка кратко подытожить полученные данные.

Общее видовое разнообразие фитопланктона в зоне воздействия

подогретых вод лимитно возрастает. Если принять число видов, разнообразия и форм фитопланктона, отмеченных в районе водозабора ГРЭС за 100%, то их количество в зоне подогрева - Монаховском заливе и прилегающем к нему мелководье - составит 120, в районе распространения смешанных подогретых вод (районы В-У) - 113, а в арктическом участке - 108%.

Гидроэлектростанция воздействует на экосистему водоемов в разных направлениях [5]. Возрастание видового разнообразия фитопланктона в районе сброса подогретых вод Монаховской ГРЭС обусловлено причинами. Первая - увеличение циркуляции воды, которая способствует появлению в лавикотоме бентосных и эпифитных видов, в основном диатомовых водорослей. Вторая - повышенная температура воды, из-за чего происходит увеличение видового разнообразия зеленых, пиритовых и зеленых водорослей, главным образом, типично арктических видов.

На прилегающем к электростанции участке водохранилища формируются своеобразный комплекс зеленых и пиритовых водорослей. Однако обилие видов, отмеченных лишь в зоне воздействия подогрева, невелико. Изменения в числе и наборе доминирующих видов в зоне воздействия подогретых вод замечаются лишь зимой. В течение вегетационного периода увеличивается относительная роль видов *Cryptomonas* из пиритовых.

Преобладающей группой фитопланктона по биомассе на протяжении большей части года являются диатомовые водоросли. Лишь летом их относительное значение снижается в результате массового развития зеленых водорослей и криптококков. Массового развития синезеленых водорослей, достигавшего уровня сильного "цветения", в лавикотоме водохранилища нами не наблюдалось, что связано, по-видимому, со значительной его проточностью.

В зоне воздействия подогретых вод происходит изменение соотношения между доминирующими группами фитопланктона. Зимой наблюдается увеличение относительной роли диатомовых, а летом - пиритовых и зеленых водорослей. Увеличение относительной роли синезеленых не замечалось даже в период предельно сильного прогрева водохранилища летом 1972 г.

В результате воздействия подогретых вод Монаховской ГРЭС на арктический и южн-арктический Шаньковский водохранилища на протяжении большей части года выделяется, как правило, увеличение обилия фитопланктона. Отчетливо снижено обилие фитопланктона в зоне воздействия подогретых вод выделялось нами лишь в июле 1967 г. Температура воды в зоне подогрева не превышала в это время 27°, поэтому снижение численности и обилия планктонных водорослей де-

том 1967 г. связано очевидно и с другими факторами, так как в последующие годы при повышении температуры воды до 27-28° она не наблюдалась. Некоторое снижение численности и биомассы водорослей замечалось лишь в мае 1972 г., когда температура воды в Волге подогрета достигала 33°.

Наиболее отчетливое увеличение численности и биомассы водорослей (в 5-10 раз) отмечено в зоне воздействия подогретых вод зимой. В это время года увеличение обилия фитопланктона наблюдается во всей толще воды незамерзающего участка водохранилища. За это предельное увеличение численности и биомассы водорослей наблюдается преимущественно в придонных горизонтах и отмечается на русловых станциях на участке от водовабора ГРЭС до Ивановской плотины.

В течение вегетационного периода воздействие подогретых вод ограничивается преимущественно верхним двухметровым горизонтом. В этом горизонте на прилегающем к устью Молоковичского залива участке водохранилища наблюдается увеличение биомассы фитопланктона в 1,5-3,0 раз. Между биомассой фитопланктона на русловых станциях нижнего плеса и температурой воды, как в течение вегетационного периода, так и зимой, наблюдается положительная корреляция. В отстоящем канале ГРЭС и в Молоковичском заливе численность и биомасса фитопланктона изменяется мало; это связано с высокой проточностью этих участков и с запаздыванием изменений обилия фитопланктона по отношению к изменению температуры [2].

Район заметного влияния подогретых вод ограничивается в течение вегетационного периода участком водохранилища от дер. Заборы до о. Гребневский, протяженностью около 15 км. Влияние Конаковской ГРЭС на развитие водорослей в прилегающем участке, откуда водоснабжение поступает для водоснабжения г. Москвы, в это время незначительно.

Фитопланктон Молоковичского водохранилища реагирует на воздействие подогретых вод во многом иначе, чем фитопланктон небольших водоемов-охладителей. Интенсивность и характер влияния подогретых вод на развитие планктонных организмов в крупных водоемах в большей степени, чем в небольших, зависит от гидрометеорологических условий. Поэтому в Ивановском водохранилище весной и осенью при усилившемся омывании подогретых вод с неподогретыми влияние Конаковской ГРЭС на фитопланктон невелико; в течение вегетационного периода наиболее отчетливо оно проявляется летом. Следствие фаворитических условий развития фитопланктона в зоне воздействия Конаковской ГРЭС проявляется лишь в увеличении числа круглогодично вегетирующих видов, а также в увеличении весной и осенью в

Ильиничеком связано с не прилегающих к его устью мелководных участках относительной роли микрорифтовых водорослей.

При прохождении воды через охлаждающие системы Коняковской ГРЭС столько-нибудь заметного повреждения и разрушения клеток фитопланктона не обнаружено. Резкое повышение температуры воды в конденсаторах электростанции не оказывает заметного влияния на интенсивность фотосинтеза фитопланктона весной и осенью, однако летом, при более высокой естественной температуре воды, после прохождения через охлаждающие системы может наблюдаться временное снижение фотосинтетической активности водорослей [1, 3, 6]. При прохождении воды через отводящий канал Импозачский завод наблюдается аккумуляция фитопланктона и повышение температуры, проявляющаяся в сдвигании температурного оптимума фотосинтеза на 3-5° в сторону повышения [1, 3].

Стоки, поступающие с ГРЭС и из района г. Конякова, не оказывают заметного влияния на развитие фитопланктона вследствие их быстрого разбавления [4].

Оптимальная для фотосинтеза фитопланктона температура выше естественной [1]; наиболее массовые его виды эвкатермичны. Температуры в зоне сильного и, тем более умеренного и слабого подогрева, как правило, не превышают верхнего предела зоны оптимальной для фотосинтеза фитопланктона температуры. Интенсивность его фотосинтеза при этих температурах воды при прочих равных условиях выше, чем при естественной.

Возрастание фотосинтетической активности фитопланктона с повышением температуры может быть одной из главных причин увеличения биомасса фитопланктона в зоне воздействия подогретых вод [3].

Литература

1. Найштейн М. Б., Девяткин В. Г., Митропольская Н. В. Влияние подогретых вод Коняковской ГРЭС на фотосинтетическую активность фитопланктона Ильиничевского водохранилища. - Гидробиол. в., 1973, 9, 6.
2. Девяткин В. Г. Влияние термальных вод на фитопланктон припозднего плеса Ильиничевского водохранилища. - Гидробиол. в., 1970, 6, 2.
3. Девяткин В. Г. Динамика фитопланктона в зоне влияния подогретых вод Коняковской ГРЭС. - Газ. докл. симпоз. по динамике подогретых вод ГЭС на гидрол. и окол. водоемов. Горьк. 1971.
4. Девяткин В. Г. О влиянии эрозий на развитие фитопланктона в зоне воздействия подогретых вод Коняковской ГРЭС. - Информ.

бюлл. Ин-та биол. внутр. вод, 1973, 17.

5. Мордухай-Болтовиков Э. Д. Состояние вопроса о единичной подогреть вод тепловых электростанций на экосистемы водоемов. - Гидр. докл. омп. по влиянию подогреты вод ТЭС на гидроэ. и биол. водоемов. Борск, 1971.
6. Пиркина И. Л., Наумова А. А. Интенсивность фотосинтеза фитопланктона в оброслых водах Конановской ГРЭС. - Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод, 1973, 17.

Л. В. ДОБРОМАНСКАЯ
(ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НИИ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ
РЕСУРСОВ МИНВОДХОЗА СССР)

**ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ СБРОСА ПОДОГРЕТЫХ
ВОД В ОЗЕРА БЕЛОЕ И ЛУКОМЛЬСКОЕ (БССР)**

Белорусская энергосистема объединяет свыше 20 ТЭС общей мощностью около 3,4 млн. кВт., которые сбрасывают в водоемы почти 7,4 млн. м³ в сутки подогретой воды с температурой на 5-10° выше естественной, что вызывает термическое загрязнение водоемов. В течение пятилетие мощность электростанций увеличится в 1,6 раза. Достигнут проектной мощности Новолукмльская ГРЭС, ТЭЦ в Могилеве, Могилеве и Бобруйске, в результате чего сброс подогреты вод увеличится.

Вопрос о влиянии подогреты вод на термический режим водоемов и технологические и экологические последствия этого изучен еще недостаточно. В связи с этим Центральным НИИ комплексного использования водных ресурсов организованное изучение термического режима озер Белого и Лукомльского, являющихся водоемами-охлажденными Белогорской и Новолукмльской ГРЭС.

Озеро Белое расположено на северо-западе Припятского Полесья. В естественном состоянии его акватория составляла 5,06 км², объем 8,24 млн. м³, средняя глубина - 1,6 м. При сооружении ГРЭС были проведены дноуглубительные работы, после чего объем озера достиг 15 млн. м³, а средняя глубина - 3,2 м.

Озеро Лукомльское расположено у юго-восточной окраины Лукомльской возвышенности. Его акватория составляет 56,7 км², объем 243 млн. м³, средняя глубина 6,6 м.

Естественный термический режим рассматриваемых водоемов формируется под влиянием радиационной солнечной радиации (1,4-11 ккал/см

год), потеря тепла на испарение ($36-40$ ккал/см² в год), теплообмен с атмосферой и грунтом, перераспределения тепла путем переноса течениями и турбулентного перемешивания. Температура воды в озерах имеет отчетливо выраженный годовой ход, стратификация наблюдается только в период зноя, при ветровом волнении наступает перемешивание.

Наблюдения, проводившиеся на оз. Белом в 1956-1961 гг., показали, что температура воды колебалась в среднем от $0.4-1.2^{\circ}$ в декабре-январе, до 21° в июле. По данным термических съемок летом 1966 г. распределение температуры в поверхностном слое воды было практически равномерным и ее величина составляла в среднем 19.4° (июль) и 24.5° (июнь).

Ледовые образования появлялись в среднем в конце 2-й декады ноября, а вскрытие происходило в начале апреля. Средняя продолжительность безледового периода составляла 235 дней. Ледяной покров достигал наибольшей толщины в марте - в среднем 25 см.

С 1962 г. в озеро начали поступать во все возрастающих количествах подогретые воды Березовской ГРЭС. К 1967 г. ГРЭС достигла полной мощности (900 Мвт) и тепловая нагрузка водоема составила 6,6 гигкалорий (Гкал) в год. Сброс подогретой воды осуществляется по 2 водовыпускным каналам в северную и южную части озера. Северная вода подается от водозабора, расположенного примерно по середине между водовыпусками.

Вне в период строительства и переключения мощности станции (1962-1967 гг.) среднесуточные значения температуры воды в оз. Белом были выше естественных на 2.0° , а в сентябре-ноябре на $3.5-4.0^{\circ}$.

В 1968 г., при работе станции на полную мощность, средняя июньская температура воды повысилась в январе, мае и июле на $2-3.5^{\circ}$, остальные месяцы на $4-7^{\circ}$. Среднегодовая температура превышает естественную на 4.6° . Озеро теперь не замерзает. Только его юго-восточная часть в суровые зимы небольшого покрывается тонким льдом.

Повышением температуры воды увеличилось испарение. Потери воды и дополнительное испарение составляют 800 мм при норме 670 мм.

В августе 1973 г. по данным термической съемки средняя температура поверхности воды составляла 24.5° . Вследствие зноя наблюдалось термическое расслоение вод. В районе первого водовыпуска вода имела с расходом <1.2 м³/сек и температурным перепадом 6° разница температур воды на поверхности и у дна составляла 3.0° . В районе второго водовыпускного канала с расходом 14 м³/сек и температурным перепадом в 9.0° , эта разница достигала $4-4.5^{\circ}$. В то время у водозаборного канала и в 500 м ниже него она не превышала $1.5-1.0^{\circ}$.

Во время «прегретия» в зимний период озеро покрывается сплошной пленкой льда-защиты водорослей, препятствующей испарению и теплопотери, что вызывает повышение температуры охлаждающей воды. Это ухудшает условия эксплуатации водоема как охладителя.

Естественный температурный режим оз. Лукомльского характеризуется (за период 1945-69 гг.) следующими данными. В апреле определяла температура поверхности воды составляла 3.2° , в июне достигала 19.6° , понижалась к ноябрю до 2.2° .

Ледовые образования появлялись в начале 3-й декады ноября, а вскрытие наступало в 20 числах апреля. Ледоставный период длился в среднем 215 дней. Толщина льда достигала наибольшего значения в марте - в среднем 50 см.

Температурная стратификация наблюдалась чаще всего в июне-июле. Слой температурного скачка находился обычно на глубине 4-8 м. В апреле 1955 и 1956 гг. наблюдалось сравнительно равномерное распределение температуры воды по акватории озера при обратной температурной стратификации. Разница температур воды поверхностных и придонных слоев составляла около 2° . Летом наблюдалась слабая прямая стратификация с разницей температур поверхность - дно в июне 0.6° , а в июле 3.0° .

В декабре 1969 г. был пущен первый блок Новолукомльской ГРЭС, а в июне 1973 г. ее мощность достигла 2100 Мвт. Подогретая вода обрешивается по металлическим трубопроводам. Тепловая нагрузка составляет 29.8 Гкал в год. За период 1970-1972 гг. средние месячные температуры воды озера повысились примерно на 1° . Дополнительное испарение составило 325 мм.

Ледоставный период увеличился до 260 дней. Зимой 1971-72 гг. ледостоя наблюдались лишь в январе, толщина льда составляла 30 см. По ходу подогретой воды наблюдалась повышенная значительных размеров.

В августе 1973 г. была произведена термическая съемка. В это время в озеро поступало $40 \text{ м}^3/\text{сек}$ воды, нагретой до 30° . Средняя температура воды озера составила 22° . Северо-западный ветер со скоростью 4 м/сек способствовал перемешиванию воды и выравниванию ее температуры по акватории и по глубине. Прямая стратификация была выражена слабо и только на впадинах участках. Разница температур поверхностного и придонного слоев не превышала 1.0° . Вдоль водоприемника температура поверхностного слоя воды была на 1.5° выше, чем на других частях озера.

Таким образом, подогретая вода, обрешиваемая Лермонтовской и Новолукомльской ГРЭС, повышает температуру воды в летний период на $4-6^{\circ}$, а в летний на $2-4^{\circ}$ и оз. Лукомльского средние за год на 1° . Пряматипность изменений при ледостое. Ледо-

оставший период на оз. Луномльском увеличился на 60 дней, по ходу подогретых вод образовалась значительная подлесья, толщина льда уменьшилась здесь на 15-20 см. Дополнительное испарение на оз. Б. - ом составляет 800 мм, на Луномльском - 325 мм. Таким образом, гидро-термического режима этих озер после превращения их в водохранилища-окладители тепловых электростанций.

Т.С. ЕЛАГИНА

(ГОРЬКОВСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ИНСТИТУТА "ТЕПЛОЭЛЕКТРОПРОЕКТ")

ВЛИЯНИЕ СЪЕМОС ПОДОГРЕТЫХ ВОД КОСТРОМСКОЙ ГРЭС НА ЗООПЛАНКТОН ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Доминирующей группой зоопланктона в районе Костромской ГРЭС являются рачкообразные, создающие в среднем за сезон 94,4-96% биомассы. К числу руководящих видов в зоне естественного температурного режима и в зоне подогрева относятся *Daphnia cucullata*, *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Cyclops strenuus*, *Diaptomus gracilis* и *E. graciloides*. Среди коловраток наиболее часто встречаются *Keratella quadrata*, *Aplousobranchion* и представители сем. *Brachionidae*. За период изучения водоема (1970-1973 гг.) качественный состав зоопланктона под влиянием сброса подогретых вод не изменился. Однако в зоне сброса подогрева ним стало соотношение видов, изменилась динамика их численности. Наиболее заметно это произошло в 1972 г., когда температура сбрасываемой воды (июль, август) временно достигала 24,6°. В этот период в предельном участке р. Вача наблюдалось массовое развитие теплолюбивых *Diaphanosoma brachyurum* и *Mesocyclops edax*, которые вытеснили доминировавшие ранее *Daphnia cucullata* и *M. leuckarti*.

Сброс подогретых вод ГРЭС оказывает наиболее ошутное влияние в районе р. Вача, где температура превышает естественную в среднем на 6-8°. Весной здесь раньше складывается благоприятные условия для развития планктонных организмов. Так, в марте 1973 г. при температуре 9,7° численность *Keratella quadrata* в заливе была в 100 раз выше, чем в водозаборном канале (рис. 1). Но в летне-осенний период повышения температуры воды до 26-31° оказывает на зоопланктон отрицательное влияние. Общее количество организмов в зоне подогрева уменьшается, и некоторые виды - *Daphnia longiremis*, *Cyclops strenuus*, *C. vernalis*, *Aplousobranchion* выпадают из планктона. Исключно отрицательное влияние теплой воды влияет и на

численность вертеричных надов. Так, в августе 1972 г. в зоне подогрева численность *Daphnia cucullata* была в 10-50 раз ниже, чем в районе подзаборного канала (рис. 2).

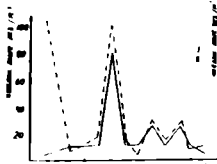


Рис. 1. Динамика численности *Keratella quadrata* (1973 г.)
1 - в районе подзаборного канала, 2 - в зоне подогрева

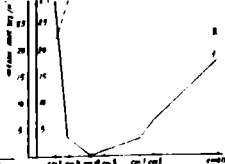


Рис. 2. Распределение *Daphnia cucullata* в зависимости от температуры в августе 1972 г.
1 - численность, 2 - температура

На протяжении всего периода исследований нами отмечалось, что при прохождении через охлаждающую систему ГРЭС и «водопад» происходит травмирование и гибель крупных, наиболее ценных в кормовом отношении, планктонных организмов: *Leptodora kindtii*, взрослых *Daphnia* и *Cyclopoida*. При максимальных температурах процент травмированных организмов наиболее высок и достигает 40,2 (июль 1972 г.).

Средние за вегетационный период численность и биомасса зоопланктона в зоне подогрева в 1970-73 гг. были несколько выше, чем в зоне естественного температурного режима, в основном за счет увеличения количества ветвистоусых. Исключение составляет лишь 1972 год, когда очень высокие температуры сорасмешиваемой воды летом угнетали развитие планктонных организмов (см. таблицу)

Численность (экз./л³) и биомасса (г/м³) зоопланктона в подогреваемой и неогреваемой зоне (средняя за вегетационный период)

Год	Неподогреваемая зона		Зона подогрева	
	Численность	Биомасса	Численность	Биомасса
1970	51575	1,282	56451	1,493
1971	28500	0,635	36310	0,799
1972	69240	1,341	50134	0,853
1973	58028	1,000	70224	1,248

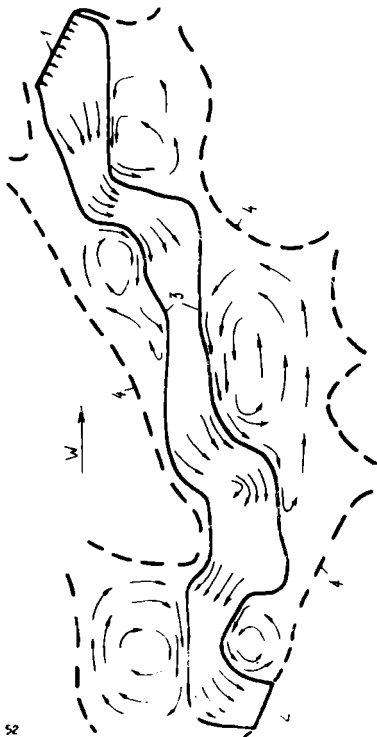
Б. В. БРЕМЫНКО, В. С. СИНКОВИЧКОВ, Н. И. СЕВЯК
(ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОХРАНЫ ВОД)

К РАСЧЕТУ ВЛИЯНИЯ СБОРА ТЕПЛЫХ ВОД НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ
РЕЖИМ ВОДОХРАНИЛИЩ В УСЛОВИЯХ ВЕТРОВОГО ТЕЧЕНИЯ

Проблему влияния сброса теплых вод на изменение режима водохранилища общего пользования целесообразно сформулировать как тематическую задачу отыскания поля температур в водохранилище, которое удовлетворяло бы всех потребителей с максимальной пользой для народного хозяйства в целом. В такой постановке, вообще говоря, требуется отыскание решений, оптимальных с экономической точки зрения. Однако при отсутствии в настоящее время информации о последствиях сброса подогретых вод в водоем общего (многоцелевого) пользования решение такой задачи во всей полноте невозможно. На современном, начальном этапе более целесообразно отыскать поле температур, при котором предотвращается вредное воздействие подогретых вод. Это обеспечивается в результате учета ограничений, получаемых при гидробиологических и гидротехнических исследованиях водоемов. В настоящее время уже возможно выделять ограничения 3 групп. Ограничения группы I накладываются на величину температуры (подогрева) в отдельных зонах водохранилища (нормативные пределы подогрева зон питьевого водопользования, допустимые температуры для нереста или зимовки рыб, предельные температуры впитывных зон теплоемкости и т.д.). Ограничения группы II накладываются на кислородный режим водохранилища (предельный кислородный дефицит от сброса теплых вод вместе с продуктами гниения органических веществ обеспечивает самоочищение водохранилища). Ограничения группы III накладываются на концентрацию технологических продуктов H_2S и AsH_3 , появляющихся при прохождении водовых районов трактов охлаждаемых агрегатов. Ограничения этих 3 групп касаются санитарно-гигиенического и экологического режимов. Очевидно они не искачают как традиционного выбора минимального по стоимости варианта использования водохранилища, так и одного современных методов планирования оптимального водопользования.

Положение имеет 3 группы ограничений тепловой нагрузка на водоем являются парные применением и решении актуальной практической задачи о допустимом гидротехническом режиме водохранилища при заданной нагрузке.

Вопрос о допустимой тепловой нагрузке на водоем общего пользования является одним из наиболее актуальных в настоящее время.



Картина плавных течений в водохранилище.

1 - водосбор, 2 - водосбор, 3 - границы транзитного потока,

4 - границы впадин, скорость ветра $W = 5 \text{ м/сек.}$

нения водохранилища для сброса теплых вод.

Остановимся на математической формулировке задачи отсыпания поля температур, соответствующего заданному сбросу теплых вод в водохранилище, которые, как правило, подвержены ветровому воздействию. При расчете течений в водохранилищах обычно рассматривается плановая задача гидравлики с турбулентными свойствами, формируемыми стоковыми течениями. Однако расчеты реальных водоемов, подверженных ветровому воздействию показывают, что даже при ветровых воздействиях, предусмотренных нормативами, течения и турбулентные свойства существенно зависят от скорости и направления ветра. Поэтому можно выделить случай "оальных" ветровых турбулентных течений, возникающих под этим преобладающим влиянием ветровых течений над стоковыми. Этот случай соответствует часто принимаемому на практике варианту рассредоточенного сброса подогретых вод с малыми скоростями.

Этот случай также имеет практическое значение с точки зрения возможного заноса теплых вод под действием ветра в зоны, где не проектируется водопользование при значительном подогреве. Будем рассматривать температуру вод как пассивную примесь в поле скорости плановым уравнением распространения тепла. Условия применения планового уравнения сформулированы в [1,2]. Плановое уравнение температур имеет вид:

$$\frac{\partial T}{\partial t} + U \frac{\partial T}{\partial x} + V \frac{\partial T}{\partial y} = \frac{1}{H} [A(e_{\infty} - e) + B(I - I_0) - R + J] + \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial x} H D_x \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial y} H D_y \frac{\partial T}{\partial y} \quad (1).$$

где член в квадратных скобках содержит нормативные [3] величины теплоотдачи, а последние члены выражают эффект плановой диффузии температуры $T(x,y)$ в водоеме с глубиной $H(x,y)$, x, y - плановые координаты, t - время. Для уравнения (1) ставится краевая задача с заданным потоком тепла Q_0 на участке Γ_0 границ: $U \Gamma - D_x \frac{\partial T}{\partial x} = Q_0 / \ell_0 H$. (для простоты предполагается $\ell_0 \perp O_x$, O_0 - расход, T_0 - температура сбрасываемых вод, ℓ_0 - ширина фронта сброса). Аналогичное условие ставится на участке фронта подзабора, однако температура заборной воды не является заранее заданной.

Решение этой задачи требует предварительного расчета поля скоростей по вертикали скоростей U, V течения ветрового происхождения. Уравнение ветровых течений (циркуляций) получим в обычных рамках линейной теории мелководного установившегося течения [4] с заменой придонного сдвига граничным условием прилипания [4] (вместо сдвига или подражения граничного условия на дне [2]). Получим в отличие от уравнения Рунге-Куты уравнение для функции

тока течения Y ($U = -\partial Y / \partial y$, $V = \partial Y / \partial x$) в более общем случае переменной по вертикали вязкой вязкости $N(z)$. Уравнение имеет вид:

$$\frac{\partial}{\partial x} \varepsilon \frac{\partial Y}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \varepsilon \frac{\partial Y}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} b, \varepsilon \xi - \frac{\partial}{\partial y} b, \varepsilon \xi \quad (2),$$

где обозначено

$$\varepsilon = (\alpha H - \gamma + \frac{H^2}{2A})^{-1}, \quad \xi = -\delta + \frac{H}{2A} + \beta H,$$

$$\alpha = \int_0^1 \frac{z}{N} dz, \quad \beta = \int_0^1 \frac{dz}{N}, \quad \gamma = \int_0^1 \int_0^1 \frac{z^2 dz}{N} dz, \quad \delta = \int_0^1 \int_0^1 \frac{dz}{N} dz$$

(аффект плотностного течения из-за горизонтальной температуры неоднородности здесь опущен, как у А.И.Фельзенбаума [4], по сравнению с аффектом ветрового течения).

В случае $N(z) = \text{const}$ имеем

$$\alpha = \frac{H^2}{2N}, \quad \beta = \frac{H}{N}, \quad \gamma = \frac{H^3}{6N}, \quad \delta = \frac{H^2}{2N}$$

и уравнение (2) превращается в приведенное в работе В.С.Синельникова [2]. Для уравнения (2), являющегося квазилинейным эллиптическим уравнением, ставится известная [4] краевая задача с заданными величинами сброса и водозабора теплых вод на соответствующих участках границы. Решение задачи выполняется одним из известных численных методов, например, как это описано у В.С.Синельникова [2]. Решение позволяет определять картину циркуляций в водоеме и, в частности, конфигурации транзитного потока теплых вод от сброса к водозбору. Пример подобного решения приведен на рисунке.

Для решения уравнений (1,2) требуется только задание вертикальной вязкой вязкости N и горизонтальных коэффициентов диффузии D_x , D_y . Величина первой задается полуэмпирической формулой А.И.Фельзенбаума $N_0 = 0,033 H \bar{U}_0$, где \bar{U}_0 - ветровая "динамическая" скорость. Эффект температурной стратификации приводит к снижению этой вязкости, $N = K N_0$. Коэффициент снижения K задается в виде известных полуэмпирических зависимостей. Горизонтальные коэффициенты диффузии могут быть вычислены в первом приближении через величину N по формуле

$$D_x = D_y = \frac{N^2}{\rho^2} \left(\frac{\partial U}{\partial z} \right)^2, \quad \text{где } \rho = \rho_0 (1 - \beta \theta)$$

Эта формула представляет проинтегрированное по глубине отношение лопальных горизонтальных коэффициентов вихревой вязкости к вертикальной. Величина K_z поперечной кинематичности турбулентности задается по известным эмпирическим профилям. Тензона модель дифференциальных уравнений задачи расчета температур мелкого водоема в условиях сильного ветра.

Литература

1. Бистрия Н.С., Еремешко Е.В., Синельников В.С., Спирер О.М. Определение концентрации пассивных примесей в турбулентных анизотропных течениях. - Тр.ХУ Конгресса МАГН, г.Истанбул, Турция, 1973.
2. Синельников В.С. Перенос примеси в мелком водоеме. - Матер. IV Всес. симпозиума по совр. проблемам самоочищения и регулирования качества воды. Изд. ТПИ, Таллин, 1972.
3. Технические указания к расчету прудов-охладителей. Госизмергидромет, 1963.
4. Тейлорзбаум А.И. Теоретические основы и методы расчета установившихся течений. Изд-во АН СССР, 1960.

Т.А. ЕРИЧОВА

(ВЕРХНЕ-ВОЛЖСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГОСНИРОИ)

ВЛИЯНИЕ СВЕРХННЫХ ТЕПЛОХ ВОД КОНАКОВСКОЙ ГРЭС НА ПОЛОВЫЕ ЦИКЛЫ РЫБ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Известно, что при изменении экологических условий, в частности, при повышении температуры окружающей среды, у рыб происходит сдвиг сроков полового цикла во времени, ускорение или замедление прохождения различных стадий зрелости (Мейер, 1944; Комаров, 1962; Статова и Кубрак, 1967; Статова, 1971; Халетин, 1971, 1972).

В 1970-1972 гг. нами на Иваньковском водохранилище проводились исследования с целью выяснения характера изменений, возникающих в воспроизводительной системе рыб (на примере плотвы и окуня) под влиянием длительного воздействия повышенных температур. По данным А.Д. Флориса (1971), температура поверхностных слоев воды в Московском заливе, куда сбрасываются подогретые воды Конанковской ГРЭС, летом повышается на $2.0-7.8^{\circ}$, зимой на 11.2° . Как показали результаты изучения (Никифоров, 1972), изучаемые рыбы постоянно обитают в зоне теплых вод.

В данной статье приводятся результаты исследований, проведенных с июля по ноябрь 1974

раза в месяц в различных по температурной характеристике районах: в зоне воздействия теплых вод (оброской канал, Можковичский залив) и в зоне с естественным температурным режимом (Сухариковский и Перетрусовский заливы).

Сравнительный анализ годовичного процесса созревания половых продуктов плотвы и окуня на районах с различным термическим режимом показал, что в условиях повышенной температуры у плотвы и окуня происходит изменение сроков наступления и продолжительности отдельных фаз полового цикла.

Нерест плотвы и окуня в Можковичском заливе, зоне сильного влияния теплых вод, происходит на 15-30 дней раньше и при более высокой температуре ($10-13^{\circ}$), чем в водохранилище (Бергальсон, 1972).

Разоробия остаточных элементов в яичниках посленерестовой стадии VI-VI у рыб на Можковичском заливе проходит более интенсивно, чем в зоне с естественным температурным режимом.

Переход яичников в II стадию зрелости (начало накопления трофических веществ) у плотвы и окуня в обоих участках происходит одновременно: у плотвы в середине июля, у окуня - в августе. Отсюда длительность II стадии зрелости у повторно созревающих особей "теплой" зоны на 15-30 дней больше по сравнению с таковой в водохранилище.

Среди самок плотвы и окуня Можковичского залива в апреле-мае встречались особи с половыми продуктами на II-VI стадии зрелости. Старшая генерация ооцитов находилась в стадиях D_1-D_3 , охватывавших все степени вакуолизации. Как показали гистологические исследования, эти ооциты подвергались резорбции, а на их месте остаются атретические тела, внешне сходные с одной из фаз резорбции лопнувших фолликулов.

Пребывание яичников в I стадии зрелости у плотвы и окуня "теплой" зоны на 15-30 дней больше, чем в зоне с естественным термическим режимом и завершается у плотвы в конце августа, у окуня - в конце сентября.

Начало накопления яичника (у плотвы) и яича (у окуня) и переход яичников в III-VI стадии зрелости в районе сильного воздействия теплых вод совпадает со стойким понижением температуры до $4-8^{\circ}$ и происходит на 1/2-1 месяц позже, чем в зоне с естественным термическим режимом: у плотвы - в сентябре, у окуня - октябре-ноябре.

Зимуют самки плотвы и окуня обоих участков с половыми продуктами в III-VI стадии зрелости. В феврале-марте ооциты достигают дегенеративных размеров ($11.2-12.5$ мк), а яичники переходят в IV стадию зрелости. Переход к дегенеративной стадии и, следовательно, к нересту, кон-

показывают непосредственные наследия, у омык плотвы и омуля "жупой" зимы проходит на 10-30 дней раньше, чем в зоне с естественным термическим режимом.

Следует отметить, что в ходе вакуумизации и начала отложения икры в омыках плотвы наблюдалась асинхронность в их развитии, тогда как в процессе вителлогенеза их развитие идет синхронно, как и особей на зони омыльного влияния теплых вод, так и из контрольных уществов. Это же отмечает и М.П.Статова (1971) у тарани Курганского лимана-охладителя.

Таким образом, повышение температуры воды в районе сороса теплых вод Комаровской ГРЭС привело к некоторому смещению отдельных фаз годового цикла у плотвы и омуля (сдвиг нереста на более ранние сроки, сокращение посленерестового периода, удлинение срока прорывания во II и III стадиях зрелости, более поздние сроки наступления III-IV и сокращение продолжительности IV стадия зрелости), что является адаптацией воспроизводительной системы рыб к новым условиям существования.

Н.Н. АГАРЬВА, Г.Н. БИЧИНКО
(ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД АН СССР)

О ВЛИЯНИИ ПОДОГРЕТЫХ ВОД КОМАРОВСКОЙ ГРЭС НА ФИТОПЛАНКТОН ОЗЕРА ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В 1973 г. были исследованы живые биоценозы, развивавшиеся на высшей водной растительности в Иваньковском водохранилище в зоне подогрева Комаровской ГРЭС (Московичский залив) и в условиях естественного температурного режима (Корчевской залив). Целью работы было выяснение до сих пор не изученного влияния подогретых вод ГРЭС на сложные и богатые фитопланктонные биоценозы.

В течение 6 месяцев, с конца апреля - начала мая до октября 1973 г., производились однородные количественные сборы зарослестерпителей типа "Адраси Бута" в 4 типичных фитоценозах в подогретом и неподогретом заливах. С начала июня до середины августа сборы собирались еженедельно, в остальное время раз в 2 недели.

В подогретом Московичском заливе температуры были всегда выше, чем в Корчевском; в единичных случаях подогретый достигал 20°C, но под влиянием гидрометеорологических факторов разница температур колебалась от 2 до 6°C. Максимальные температуры в обоих заливах наблюдались с первой декады июня до второй декады августа; в этот период в зоне подогрева температура достигала 20°C, в не

подогреваемой воне - между 19 и 25°.

Рассмотрим фауну только ассоциации иваницы *Gluceria maxima* - одного из наиболее распространенных фитоценозов водохранилища.

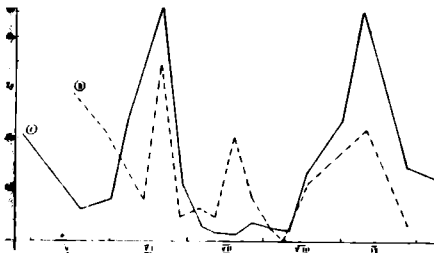
Биоценоз (точнее, его животная часть или зооценоз) иваницы весьма разнообразен и богат. Он развивается очень быстро и отличается населением моллюсками (амвонезиями, очевидно, на обмеленных грунтах) и хиронохидами, вторгающимися из воздуха; во иванице в массах развиваются копеподы, клadoцеры и другие формы.

Высокие биомассы фитофильной фауны неоднократно наблюдались в подогреваемой и неподогреваемой зонах в июне-августе. Самые высокие цифры - 191 и 286 г/м² - отмечены в зоне подогрева. Средняя биомасса всей фауны за время наблюдений в зоне подогрева была: 80.10 г/м², в неподогреваемой - 54.32 г/м². Эти цифры значительно выше установленных в 1953-54 гг. для прибрежной зоны Рыблнского водохранилища (средняя биомасса - 31.93 г/м²) [2] и близки к биомассам, отмеченным в Иваницком водохранилище в 1956-57 гг. (вместе с бентосом под растением в августе - 40-103 г/м²) [1].

Однако приведенные цифры трудно использовать для сравнения подогреваемой и неподогреваемой зон, так как наиболее высокие биомассы дают попадавшие в отдельные пробы крупные гастроподы (*Lymnaea stagnalis*, *Viviparus viviparus*), количественный учет которых вроследовательными весьма несовершенен.

Для сравнения 2 исследованных водоемов следует воспользоваться статистически более достоверными данными по хиронохидам и по микрофауне, объединяющей клadoцер, копепод, остракод и другие мелкие группы.

Хиронохиды, образующие глянцну (после моллюсков) долю биомассы в обеих зонах представлены одним комплексом фитофильных форм, среди которых преобладают *Glyptotendipes glaucus*, *Endochironomus albipennis*, *Cricotopus ex gr. silvestris*, *Corropocura* sp. Но соотношение этих форм и динамика их обилия в 2 зонах различны. В подогреваемой вализе в конце апреля появляются много мелких личинки хиронохид, видимо, недавно вышедших из кладок, причем в это время преобладает *Cricotopus*; но уже с середины мая в массах появляются *Endochironomus* и *Glyptotendipes*, которые, особенно второй, остаются доминирующими почти постоянно до октября. В середине и в конце июля *Glyptotendipes* дает первый максимум (до 9.4 г/кг растений). Затем численность этого и других видов хиронохид быстро убывает и с начала июля до середины августа остается на низком уровне. После этого вновь начинается подъем численности, приводящий ко второму максимуму 11 сентября, при еще большем доминировании *Glyptotendipes* (11.06 г/кг при общей биомассе хиронохид



Динамика обилия хирономид (г на кг растений) в фитопланктоне Иваньковского водохранилища.

1 - зона подогрева (Можковичский залив), 2 - неподогреваемая зона (Корчевской залив).

1,4 г/кг растений) (см. рисунок).

В неподогреваемой залив хирономиды также дают 2 максимума обилия - в июне и сентябре, в основном тоже за счет *Glyptotendipes*, однако и в мае их численность остается высокой (как бы третий максимум - 5,1 г/кг). Кроме того, первый максимум *Glyptotendipes* наступает позже, только в третьей декаде июня и достигает менее высокой биомассы (все хирономиды составляют 8,4 г/кг), как в сентябре (5,6 г/кг) (рис. 1, 2).

В течение всего мая в неподогреваемой зоне господствует *Cricotopus*, который к концу мая развивается в больших массах (до 4,9 г/кг) и остается почти все время более многочисленным, чем в подогреваемом Можковичском заливе.

Другая группа, составляющая основу микрофауны - клadoцеры, отличается также заметные различия в 2 исследованных заливах. В зоне подогрева значительно меньше сиды (*Sida crystallina*). *Chydori* не представлены в обоих заливах в общем теми же формами, характерными для бентопланктонной фауны: *Leptocercus hargravei*, *Selysia cristata*, *Platydora truncatella*, *Platydora* и в меньшем количестве другие. В подогреваемом заливе количество хирономид возрастает, правда с сильными колебаниями, с июня и до середины августа (максимум - 5,6 г/кг растений).

скому биомассе 4.43 г/м^3 за счет асфоретис и *Fluviogobius*); после этого происходит резкое понижение (0.15 г/м^3). В сентябре и октябре обилие остается невысоким.

В неподогреваемой зоне дильинки хидорид мина: массовое развитие наблюдается уже в июне, в дальнейшем их биомасса близка к биомассе в зоне подогрева, но резкого падения в августе не происходит, а в сентябре обилие сильно возрастает.

Видно, указанные отличия вызваны особенностями термического режима зоны подогрева. Более раннее массовое развитие *Glyptotendipes* в зоне подогрева есть следствие более быстрого развития и возможно более раннего вселения хирономид. Обычно очень рано появляются в водоем *Cricotopus* и мина в основном замещаются *Glyptotendipes*. Сильное понижение численности хирономид в июле-августе, видимо, есть результат угнетения их высокими температурами ($25-28^\circ$).

Вероятно, и резкое падение числа хидорид есть следствие высоких температур в этот период, на которые клadoцеры могли реагировать переходом к гемогенезу и откладке эфиппиев.

Нельзя, впрочем, отрицать также воздействие еще одного фактора - выедания беспозвоночных рыбами. Хирономиды и клadoцеры - «наиболее кормовые» объекты рыб. Известно, что многие рыбы в больших количествах обираются в районах сбросов подогретых вод. В июле-августе появляется много молоди, потребность которой в кормах возрастает с повышением температуры.

В общем количество клadoцер в всей микрофауне в подогреваемой зоне в 4-5 раз меньше (клadoцер в среднем 1.68 г/м^3 или 0.14 г/кг растений), чем в неподогреваемой (соответственно 7.86 г/м^3 или 0.51 г/кг). Биомасса хирономид в среднем несколько (на 15-30%) выше в подогреваемой зоне, но численность тоже ниже, так как здесь преобладают более крупные личинки *Glyptotendipes*.

Литература

1. Дьяченко И.П. Фауна зарослей прибрежной зоны Иваньковского Угличского водохранилища. - Изв. ГосНИОРХ, 1968, 67.
2. Мордухай-Болтовской Ф.Д., Мордухай-Болтовская Э.Д., Яновская Г. Фауна прибрежной зоны Рыбинского водохранилища. - Тр. общ. ст. "Борок", 1958, 3.

Т.С. ИТЕНЕВА
(ОТДЕЛ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ НИС'я ГИДРОПРОЕКТА)

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ЛЕЩА В ЗОНЕ СЕРОСЫХ ВОД
КОПАКОВСКОЙ ГРЭС

Изучение питания леща Иваньковского водохранилища в новых экологических условиях зоны подогрева Копановской ГРЭС вынуждало необходимость оценки условий его откорма и на неотапливаемых участках водоема. В 1970 г. впервые была установлена зависимость обеспеченности пищей 2-4 летнего (дл. 100-200 мм) леща в районе неотапливаемого Перетрусовского залива - типичного залива Иваньковского плеса [1]. Некоторые исследования, проведенные в 1971 г. в Перетрусовском заливе, подтвердили этот вывод.

При общих высоких индексах наполнения кишечника 2-4-летнего леща, достигавших в июле 1971 г. 75.2%, в августе 66.6%, и сентябре 40.6%, основную часть их содержимого (по весу) составляли детрит и ошпар. Преобладание детрита и ошпар в содержимом кишечника леща - следствие неблагоприятных условий его откорма. В эти неблагоприятные периоды питания особую оценку следует придавать клеточной части содержимого кишечника, которая у леща Перетрусовского залива в июле, августе и сентябре (1971 г.) была представлена зоопланктоном и хирономидами. Зоопланктон (*Alona*, *Chydorus*, *Monopileus*, *Diacyclops*) составлял основную часть клеточной пищи рыб: частные индексы по нему колебались от 11.2 до 14.5%. Использование зоопланктона лещом Перетрусовского залива в 1971 г. было более интенсивным, чем в 1970 г., когда частные индексы составляли 6.7%. Роль хирономид в питании леща (в 1971 г.) была незначительной: частные индексы наполнения в июле, августе и сентябре колебались от 1.6 до 4.8%; только в октябре хирономиды становились главной пищей рыб, индекс повышается до 62.4% (табл. 1). Личинки присутствовали в кишечниках рыб в течение всего периода откорма в ничтожном количестве. Низкая обеспеченность пищей 2-4-летнего леща на неотапливаемых подомных участках Иваньковского плеса - следствие невысокой биомассы бентоса - 1.1 г/м² (1967 г.), 2.3 г/м² (1968 г.), характерной для грунтов этих сильно зарастающих и заиляющихся районов водохранилища.

В зоне серых вод Копановской ГРЭС, Мотковичском заливе условия питания 2-4-летнего леща в 1971 г., как и в 1970 г., были благоприятными: с начала августа главную пищу рыб составляли личинки хирономид, в конце августа их значение снижалось, в начале октября хирономиды снова становились основной пищей рыб (табл. 2). В кон-

Таблица 1

Царство объектов	Среднее количество в пинне за весь период охвата									
	1970 г.					1971 г.				
	с. VI	27.VI	7.VII	11.VII	17.VII	29.VII	11.VIII	10.IX	7.X	
<i>Trachypoda</i>	$\frac{0.2}{10.0}$	$\frac{0.1}{18.0}$	$\frac{12.2}{30.0}$	-	$\frac{9.0}{34.0}$	$\frac{4.2}{7.6}$	-	$\frac{1.6}{10.0}$	$\frac{61.4}{50.0}$	
<i>Polypodium</i>	$\frac{0.05}{20.0}$	$\frac{0.4}{36.0}$	-	+	-	-	-	-	$\frac{0.8}{25.0}$	
<i>Trichopneustes</i>	$\frac{0.4}{20.0}$	-	$\frac{2.1}{40.0}$	-	-	-	$\frac{0.3}{14.4}$	-	$\frac{0.1}{25.0}$	
<i>Trachypneustes</i>	$\frac{4.2}{50.0}$	$\frac{0.2}{27.0}$	$\frac{3.6}{60.0}$	$\frac{0.2}{10.0}$	-	$\frac{0.3}{46.1}$	$\frac{0.5}{28.5}$	-	-	
<i>Freeladius</i>	$\frac{0.6}{40.0}$	$\frac{1.5}{27.0}$	+	+	-	$\frac{0.2}{15.4}$	-	-	-	
<i>Allochiliceras</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	$\frac{0.1}{25.0}$	
<i>Cristopus</i>	$\frac{0.5}{10.0}$	$\frac{0.1}{16.0}$	$\frac{4.8}{50.0}$	$\frac{0.1}{10.0}$	-	-	-	-	-	
<i>Psacroteladina</i>	$\frac{1.9}{30.0}$	-	$\frac{6.7}{50.0}$	$\frac{3.1}{14.0}$	-	-	$\frac{0.3}{7.1}$	-	-	
Индекс наполнения колонизации по хирономидам, %	7.8	3.2	29.0	3.4	9.0	4.8	1.1	1.6	62.4	

Примечание. Здесь в табл. 2:

- $\frac{N}{N'}$ - частный индекс наполнения колонизации пинны, % ,
 $\frac{N'}{N}$ - частота встречаемости хирономид, % ,
 + - в пинне встречено в ничтожном количестве,
 - - в пинне не встречено.

Состав хирономид в пиле леса Иомковичского запов.

Именные объемы	1970 г.				1971 г.			
	8.VI	23.VI	11.VII	24.VII	19.IX	9.X	24.X	8.X
<i>Tendipes</i>	$\frac{2.7}{41.5}$	-	-	-	-	$\frac{73.9}{46.1}$	$\frac{1.3}{21.3}$	$\frac{59.5}{50.0}$
<i>Polypedilum</i>	-	-	-	-	-	$\frac{0.1}{26.1}$	$\frac{0.6}{50.0}$	$\frac{5.2}{100.0}$
<i>Cryptochironomus</i>	-	-	-	-	-	$\frac{0.2}{76.1}$	$\frac{0.5}{21.3}$	$\frac{2.8}{75.0}$
<i>Tanytarsus</i>	$\frac{1.7}{53.3}$	$\frac{0.2}{40.0}$	$\frac{1.2}{37.5}$	-	-	+	$\frac{2.2}{78.1}$	$\frac{0.1}{33.3}$
<i>Procladius</i>	$\frac{2.4}{53.3}$	-	+	$\frac{1.0}{33.2}$	-	$\frac{0.5}{40.0}$	$\frac{0.1}{7.1}$	-
<i>Limnochironomus</i>	-	-	-	-	-	-	$\frac{0.1}{7.1}$	$\frac{0.8}{83.3}$
<i>Cricetopus</i>	$\frac{1.9}{50.0}$	$\frac{0.5}{40.0}$	+	$\frac{1.5}{33.2}$	-	-	-	-
<i>Psectrocladius</i>	$\frac{55.6}{100.0}$	$\frac{23.2}{90.0}$	$\frac{1.1}{50.0}$	$\frac{87.0}{91.5}$	-	$\frac{0.2}{13.3}$	$\frac{3.2}{42.6}$	$\frac{7.2}{50.0}$
<i>Glyptotendipes</i>	-	-	-	-	-	-	$\frac{2.6}{42.6}$	$\frac{0.4}{16.6}$
Индекс наполнения и- мечников по хироно- мам, %	63.5	24.0	2.3	89.5	-	76.2	12.0	76.7

це августа при снижении значения хирономид роль главной пищи (по весу) составляла детрит. Значение зоопланктона в питании в августе и в октябре было невелико: частотные индексы по весу колебались от 1,3 до 5,6‰.

В 1970 г. (июль и конце июля) главную пищу леда Мошковичского залива составляли личинки *Psectrocladius pellopterus*. В 1971 г. они встречались в пище рыб в небольшом количестве. Главную пищу рыб в начале августа и октября составляли личинки рода *Tendipes*. В 1971 г. в пище леда Мошковичского залива появились в относительно большом количестве личинки *Polypedilum*, *Cryptochironomus*, *Limnoscironomus* и др., не отмеченные в 1970 г. Общее количество эфемерных личинок хирономид, потребленных лещом в 1971 г. в Мошковичском заливе, было выше, чем в Перетрусовском. Обратная картина наблюдалась в 1970 г. В 1971 г. встречаемость олигохет в содержимом кишечников леда была крайне низкой, только в октябре она возрастает до 41,0%.

Следовательно, на четвертый год оттепления Мошковичского залива сбросными водами ГРЭС условия откорма 2-4-летнего леда в нем не стабилизировались: наблюдается ежегодная смена организмов, составляющих главную пищу рыб. В 1971 г. в питании леда залива повторилась особенность, отмеченная в 1970 г., когда периоды полноценного питания рыб хирономидами сменялись резким ухудшением условий откорма и преобладанием в содержимом детрита и слизи. Сравнение питания леда в Мошковичском и Перетрусовском заливах позволяет прийти к заключению, что обеспеченность пищей рыб в первом в 1970 и 1971 гг. была более высокой, чем во втором. Однако в условиях повышенной температуры воды резко возрастает интенсивность обмена рыб [2], поэтому в дальнейшем важно выполнить фактические показатели энергии пищи, идущие на прирост рыб в зоне подогретых вод.

Литература

1. Котенко Т.С. О питании леда Ивьяковской водохранилища в зоне сбросных вод Комаровской ГРЭС. - Изв. ВНИИ рыб. и акв. х-ва, 1971, 7.
2. Мельничук Г.Л. Пищевые потребности и баланс энергии молоди леща, плотвы, густеры, синца и судака Кременчугского водохранилища. - В кн.: Пищевые потребности и баланс энергии рыб. Изд-во "Наукова Думка", Киев, 1973.

П. А. КУРАВЛЬ
(ИНСТИТУТ ГИДРОБИОЛОГИИ И КАФЕДРА ИХТИОЛОГИИ
И ГИДРОБИОЛОГИИ ДНЕПРОПЕТРОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА)

К ЭКОЛОГИИ ТЕПЛОДВИЖИМЫХ ГИДРОБИОНТОВ В ВОДОЕМАХ С ТЕПлыми
ВОДАМИ ГРЭС ДНЕПРОПЕТРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В Днепропетровской области в настоящее время существует 2 мощные ГРЭС — Приднепровская в зоне Днепровского водохранилища (оз. Лебана) в окрестностях г. Днепропетровска и Криворожская-2 в районе города и железнодорожной ст. Апостолово. Гидрологи, химики и биологи водоемов-охладителей этих ГРЭС в кратком виде были приведены в докладах на I Симпозиуме по подогретым водам (Борок, 1971). В водоемах указанных ГРЭС обитает богатая и разнообразная фауна: Приднепровской — близкая по составу к фауне Днепровского водохранилища, заливом которого является, Криворожской — близкая к фауне Каховского водохранилища, из которого в него поступает вода по каналу.

В водоемах с теплыми водами ГРЭС условия несколько приближаются к субтропическим, поэтому в них могут обитать и теплолюбивые гидробионты. На это обращает внимание Ф. Д. Мордухай-Болтовской (1971) и указывается также неоднократно мною.

Судя по нашим и литературным данным, оброс подогретых вод ряда ГРЭС в СССР в водоемы отрицательно не сказывается (в отличие от некоторых водоемов Западной Европы, США); наоборот — он может быть положительным явлением, особенно при использовании этих вод для рыбного хозяйства.

В водоемах ГРЭС Днепропетровской области обитает несколько теплолюбивых гидробионтов. К ним относятся следующие виды.

В а л л и с н е р и я с п и р а л ь н а я — *Valisneria spiralis* L. В водоеме с теплыми водами Приднепровской ГРЭС валлиснерия развивается в значительных количествах и имеет пышный рост: листья у нее очень длинные и широкие. Среди зарослей валлиснерии обитает разнообразная и количественно богатая фауна.

Восли валлиснерии спиральной также встречается в водоеме с теплыми водами Криворожской ГРЭС-2, на что указывают А. М. Чаплин и А. В. Миханин (1971).

В значительном развитии валлиснерии спиральной в термальных водоемах Горьковской ГРЭС, где она стала доминирующей формой, упоминают Р. А. Шахматов, Н. Р. Тухалова и Г. А. Ялова (1971).

Вместе с этим было осуществлено экспериментальное заселение в водоемы белого мушкетера, которое прошло вполне успешно.

З а о о т р е н н а я ф а з а - *Phyca acuta* Drap.

В Днепровское водохранилище, а из него в водоем с теплыми водами Приднепровской ГРЭС фаза попала из Днепровского лимана в низовьях Днепра и Ингульца при переселениях в водохранилище для акклиматизации лиманно-испийской фауны. Обитает фаза в водоеме с теплыми водами среди взрослых валдайскими спиральной, где развивается в значительных количествах.

По В.И.Мадину (1952), фаза относится к средиземноморским видам и в настоящее время обитает в бассейнах Днепра и Дона, в водоемах Западной Грузии и Средней Азии.

З а с т р е н н а я ф а г о т и я - *Fagotia micularis* Fer.

Л и т а н с т в я ф а г о т и я - *Fagotia eperii* Fer.

Обе фаготии встречаются в значительных количествах в водоеме с теплыми водами Приднепровской ГРЭС; из них сильно преобладает литансовая фаготия. Моллюски обитают преимущественно среди взрослых валдайскими опрельной как на растенных, так и на дне. Как показало в свое время наши наблюдения (Куравель, 1934, 1937 и др.) и данные В.И.Мадына (1933, 1952 и др.), оба моллюска давали массовое развитие в порожистой части Днепра, где было мощное (во многих местах бурлящее) течение, а также по Днепру ниже, но выше порогов по Днепру не встречались. С образованием в 1931-1934 гг. Днепровского водохранилища эти моллюски в нем начали постепенно исчезать сохранились местами в виде небольших очагов на скалах в прибойной зоне. Во втором периоде существования водохранилища (после возобновления его в 1947 г.) они уже нигде не обнаруживались. Однако с образованием водоема с теплыми водами Приднепровской ГРЭС фаготии так вскоре были найдены (1967 г.), очевидно расселившиеся по единичным остаткам прежнего распространения. В отдаленном прошлом в теплые время третичного периода, эти моллюски имели более широкое распространение, особенно на юге современной области СССР и окружающих стран - от Дуная до рр. Дона и Сал (Григоревич-Барановский, 1915; Бондарчук, 1947). Как указывает В.И.Мадин (1948, 1952 и др.), в настоящее время они широко распространены лишь в нижних частях ингульских рр. Днепра, Ю. Буга, Днестра, Дуная. Сужение ареалов их распространения произошло в связи с наступившим похолоданием в плейстоценовое время. В водоемах с теплыми водами ГРЭС, с появлением круглогодичным подогревом в них воды, складываются условия приближенные к субтропическим, которые являются благоприятными для обитания этих моллюсков. Исход (совместно со студентом биологии ДГУ В.В.Мазобудовым) с 1971 г. начато систематическое обследование этих моллюсков в водоеме с теплыми водами Криворожской ГРЭС-2.

Нам представляется, что упомянутые гидробионты (а также иные любящие формы) смогут обитать в водоемах с теплыми водами и других ГРЭС, в которых они могут быть акклиматизированы.

Н.М. ЗАГУБАНЕНКО
(ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ГИДРОБИОЛОГИИ ДГУ)

ДОННАЯ ФАУНА КРИВОРОЗСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ГРЭС-2 В РАЙОНЕ
СБОРА ПОДОГРЕТЫХ ВОД И ЗА ЕГО ПРЕДЕЛАМИ

Наблюдения за качественным составом и количественным развитием донной фауны Криворозского водохранилища ГРЭС-2 проводились нами в 1967-1971 гг. Изучался зообентос в районе сбора подогретых вод тепловой электростанции ГРЭС-2 и за его пределами.

Криворозское водохранилище ГРЭС-2 расположено в 50 км от г. Кривого Рога. Площадь водоема 15,7 км², средняя глубина 4-5 м. Забор воды производится из канала Днепр (Каховское водохранилище) - Криворог.

В годы исследований бентофауна водохранилища состояла из олигохет (4 вида), моллюсков (4), личинок хирономид (8), бокоплавов (3), миид (3), личинок стрекоз (1), личинок жуков (1), мушкетер (1). Из олигохет чаще других встречались *Limnodrilus hoffmeisteri* Br., из моллюсков *Dreissena bugensis* Andr., *Dr. polymorpha* Pal., из личинок хирономид *Procladius* sp., *Polypetilus* ex gr. *subaeolus* Mg. . Мииды представлены *Mesomysis kowalevskyi* Cz., *Limnocythere benedeni* Cz. . Бокоплавы *Pontogammarus stansius* Grinn. довольно часто в онкосных пробах. К настоящему времени во водоеме широко распространился бокоплав *P. stansius* (Sov.) A. Mart., введенный туда в 1969 г. из Днепровско-Бугского лимана.

Состав онкосфауны водохранилища свидетельствует о том, что значительная роль в онтосе этого водоема принадлежит представителям лиманно-малоляйской фауны: *Dreissena bugensis*, *Dr. polymorpha*, *Pontogammarus stansius*, *P. robustoides*, *P. stansius*, *Parasquilla* sp., *Mesomysis kowalevskyi*, *Limnocythere benedeni*.

Заметное влияние на видовой состав онкосфауны оказывают местные моллюскообразные (мииды, бокоплавы), а также онкоссы сыв. 1-2 г/м³. Личинки донной фауны из моллюсков не превышали 5 г/м³. Личинки составляли 10-15 г/м³ с ошмиской 5 г/м³ за счет дрейссены бугской. Последняя для онтосы имеет дрейссену речную, встречающуюся в дончёрпавленных пробках с каждой годом увеличива-

тисн.

Видовой состав бентофауны в зоне подогретых вод характеризуется небольшим видовым разнообразием, здесь были встречены *Dreissena bugensis*, *Dr. polymorpha*, *Limodrilus hoffmeisteri*, *L. udehensis* Clap., *Tubifex tubifex* Müll., *Polypedium* ex. gr. *tuberculatum*, *Procladius*, *Paratanytoides*, *Macronyctus kowalevskyi*, *Limnocyclus benedicti*, *Pontogammarus crassus*, *P. robustoides*, *P. maoticus*, *Dikrogammarus villosus*. Количественные показатели развития олигохет находились в пределах 20-400 экз./м² с биомассой 0,08-0,9 г/м², моллюсков - до 1200 экз./м² с биомассой 28 г/м², личинок хирономид - 160 экз./м² с биомассой 0,1 г/м², бокоплавов - 200 экз./м² с биомассой 2 г/м².

В месте поступления отработанных подогретых вод ГРЭС донная фауна угнетается; с удалением от этой зоны при постепенном охлаждении воды происходит заметное увеличение численности водных беспозвоночных и их видового разнообразия. Весной биомасса зообентоса не превышала 0,04 г/м², летом 0,83-0,92 г/м², численность соответственно - 160 и 800-880 экз./м².

В обрастающих камнях среди нитчатых и других водорослей, вегетирующих круглый год, в теплых водах значительны скопления бокоплавов *P. crassus*, *P. robustoides*, *P. maoticus*. Представители других групп донных организмов встречались довольно редко, доминирующее значение амфипод сохранялось во все сезоны.

Е.А. ЗАДОРОВАЯ, Г.Б. САЛЮ
(ВЕРХНЕ-ВОЛЖСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГОСНИИРОХ)

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РОСТА И ПИТАНИЯ ЛЕЩА ИЗ ЗОНЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕПЛЫХ ВОД ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Изучение биологических особенностей леща Иваньковского водохранилища, в частности его роста и питания, в настоящее время имеет большое значение, так как эти показатели характеризуют приспособленность вида к новым условиям в связи с изменением термического режима водоема.

Температурный фактор влияет прежде всего на скорость биологических процессов и физиологическое состояние рыбы.

Темп роста леща Иваньковского водохранилища не оставался постоянным. В начале существования водохранилища лещ характеризовался хорошим темпом роста (Себецков, 1942), во последние годы наблюдается его снижение (Задорова, Зинякович, 1971). В настоящее вре-

(1972-1973 гг.) улучшения роста леща не произошло. Так, например, лещ в возрасте 5 лет в 1971 г. достигал длины 22,8 см и веса 240 г, в 1973 г. - 23,1 см и 244 г. Нами была проанализирована рост леща из различных участков водократильника: Можовичский залив (зона сильного воздействия теплых вод), устье Можовичского залива - Печенева (зона слабого воздействия) и контрольный участок (неподогреваемая зона - Сухаринский залив, Свердловско-Карачарово). Исследования показали, что в этих районах имеются различия в росте леща, которые согласуются с особенностями его питания и температурным фактором.

В мае 1972 г. температура воды в зоне сильного воздействия теплых вод достигала 23.2° . Биомасса бентоса в прибрежье Можовичского залива была 1.39 г/м^2 , а на руде - 0.66 г/м^2 . Накормленность леща была довольно высокой (71.28%). В пище 34.66% составляли *Procladius* ex *gr. palliatus*, 11.43% - *Chironomus* f. *1. semireductus* и 20.27% - *Cladocera*. В контрольном участке (Сухаринский залив) в этот период температура достигала 17° . Биомасса бентоса (5.12 г/м^2) была выше, чем в Можовичском заливе. В бентосе преобладали олигохеты (3.0 г/м^2), личинки хирономид составляли 2.12 г/м^2 . Однако накормленность леща (36.4%) была ниже, чем в Можовичском заливе. Несмотря на наличие богатого зоопланктона бентоса, кормовые организмы слабо использовались лещом. Главными кормовыми личинками хирономид и олигохеты были недоступны лещу. В пище 13.45% составляли *Einfeldia* ex *gr. carbonaria*, 18.72% - личинки хирономид, а *Chironomus semireductus* и *Procladius* составляли $2.69-1.80\%$. Лучший качественный состав пищи, высокая эффективность питания и благоприятная температура способствовали лучшему росту леща в мае 1972 г. в Можовичском заливе по сравнению с Сухаринским. Так, лещ в возрасте 2 лет в Можовичском заливе достигал длины 11.3 см и веса 40.4 г , в Сухаринском заливе - 10.5 см и 23.4 г , в возрасте 3 лет в зоне сильного воздействия - 14.5 см и 71.2 г , в контрольном участке - 14.5 см и 64 г . Следует отметить, что лучше всего рос лещ в зоне слабого воздействия теплых вод. В возрасте 3 лет лещ из района Можовичский залив - Печенева (зона слабого воздействия) достигал длины 18 см и веса 150 г , а то время как в районе Свердловско-Карачарово - 15.4 см и 40.5 г . У старших возрастных групп леща также прослеживается разность в темпе роста.

В июле температура воды в зоне сильного воздействия достигала 30.2° , общая биомасса бентоса резко возросла (4.1 г/м^2), в том числе за счет личинок хирономид (до 2.62 г/м^2). Накормленность леща в этот период достигла своего максимума и составляла 122.2% .

лещ активно питался личинками хирономид (59.4%), ручейников, и пице содержавшее значительное количество малокалорийного корма детрита (37.04%).

В контрольном участке (Сухаринский залив) в июле 1972 г. температура воды повышалась до 24.9° . В пробах бентоса были обнаружены только личинки хирономид. Наормированность леща достигла также своего максимума 51.45%, при этом лещ питался только животной пищей.

В зоне слабого воздействия теплых вод температура воды в июле достигла 24.7° . Биомасса бентоса в литорали была низкой (1.13 г/м²). Наормированность леща была 65.14% — ниже, чем в зоне сильного воздействия, но выше, чем на остальных участках водохранилища. Лещ питался животной пищей, основу рациона составляли личинки хирономид (86.15%) и ветвистоусые (10.2%). В этот период в районе Свердлово-Карачарово температура воды достигала 22.7° . Биомасса бентоса была высокой: 9 г/м² на русле, 10.2 г/м² в литорали. Согласно классификации М.А.Пидгайко и др. (1969) этот участок можно отнести к высокопродуктивным. Однако наормированность леща здесь была низкой (для мелкого леща она составила 17.2-32.0%, для крупного — 17.9%-33.52%). Мелкий лещ потреблял большое количество детрита (67.9-85.5%), значительную меньшую часть рациона составляла животная пища. Крупный лещ питался животной пищей и только 1/4 часть рациона составляла детрит. В Можовичском и Сухаринском заливах в этот период в основном преобладали лещ в возрасте 2 и 3 лет. Судя по интенсивности питания, биомассе бентоса, качественному составу пищи лещ Можовичского залива должен расти лучше, чем в контрольном участке. Однако мы столкнулись с обратным явлением, т.е. замедленным темпом роста леща, как видно из следующего:

Возраст леща	Можовичский залив				Сухаринский залив			
	Длина, см		Вес, г		Длина, см		Вес, г	
	коле-бания	сред-няя	коле-бания	сред-няя	коле-бания	сред-няя	коле-бания	сред-няя
2	11.2-13.4	12.3	36-42	39.3	11.5-14.0	12.9	29-48	42
3	15-17.5	13.7	42-86	62.6	13-17.5	14.0	41-99	64

В данном случае можно предположить, что температурный фактор: более высокая температура в июле способствует интенсивному обмену веществ и более высокой способности усваивать корм, видимо, покрыты потребностями в корме и энергии.

Исследования леща по участкам водохранилища в июле 1972 г. показали, что лещ в Сухаринском заливе достигал в июле

едей (Монковича-Корчева), поэтому и рост леда в этой районе был лучше, чем в районе Свердлово-Карачарово:

номер	Свердлово-Карачарово				Монковича-Корчев			
	длина, см		вес, г.		длина, см		вес, г.	
	коле-банья	сред-няя	коле-банья	сред-няя	коле-банья	сред-няя	коле-банья	сред-няя
4	17-21.5	19.2	100-220	158	17-22	20.0	105-225	167.0
5	22-24.0	23.1	220-280	244	23-25.5	24.5	285-410	331.0
6	24-27	25	300-410	353	24.5-26.5	25.0	300-395	367.0

В сентябре в Монковичском заливе температура повышалась до 23.1° , снижаясь в литорали - до 2.0° г/м^2 . Снижалась нормальность дна (13.16%). Лед питался личинками хирономид (38.34%), ветвистоусыми (17.23%), веслоногими (13.09%) и детритом (30.75%). В осях и в Сухаринском заливе с уменьшением температуры воды (17.7°) нормальность бентоса уменьшалась в литорали вдвое (0.41° г/м^2) и наблюдалась осыпание нормальности дна (43.03%). Бедность бентоса проявлялась на характере питания леда. Лед питался в основном ветвистоусыми (58.06%) и веслоногими рачками (9.10%), личинками хирономид, которые составляли 13.55%. В этот период в Сухаринском заливе лед рос лучше, чем в зоне сильного воздействия. Так, в Монковичском заливе в 2-летнем возрасте лед достигал длины 12.5 см и веса 13 г, в Сухаринском - 13.5 см и 52 г. Отмеченные изменения в осях и питании леда согласуются с коэффициентами упитанности, которые отражают как характер питания рыбы, так и ее физиологическое состояние. В зоне сильного воздействия в янв. наблюдались самые низкие коэффициенты упитанности леда: по Кларку 1.9%, по Буэлю 1.78. К сентябрю они соответственно возросли до 2.18 и 1.47. В Сухаринском заливе наиболее низкие коэффициенты наблюдались в янв., однако, они были выше, чем в Монковичском заливе. Сезонная динамика питания леда в Сухаринском заливе характеризуется тем, что потребление более калорийной животной пищи увеличивается от весны к лету и уменьшается к осени. Слабый откорм наблюдается зимой. В Монковичском заливе в весеннее время у леда преобладали высококалорийная животная пища, поэтому темп роста леда в этой районе был лучше, чем в контрольном участке.

В обоих районах наиболее интенсивно лед питался летом. Однако нормальная температура воды в Монковичском заливе способствовала более интенсивному обмену веществ у леда: богатый кормовой бентосом лед покрывал энергетические затраты рыбы, в результате наблюдался замедление роста леда в это время. При сравнении питания ле-

на в реках районах было обнаружено, что лучшие условия для от
открытия наблюдаются в зоне слабого воздействия теплых вод, где
еще про лучше, чем в других участках.

В.М.ЗОЛОТАРЕВА
(НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГИДРОБИОЛОГИИ
ДНЕПРОПЕТРОВСКОГО ГОСУНИВЕРСИТЕТА)

ВЛИЯНИЕ ПОДОГРЕТЫХ ВОД НА НЕКОТОРЫЕ СТОРОНЫ БИОЛОГИИ
POSTOGAMMARUS CRASSUS (GRIMM) MART.

В 1970-1972 гг. в районе сброса подогретых вод Приднепровской
ГРЭС на Запорожском водохранилище была исследована биология боко
плав *Postogammarus crassus* Grimmer. Водоснабжение ГРЭС - приточное, об
для мощности ее-2.4 млн.квт/час. Среднегодовая температура воды и
участке с естественным температурным режимом (контроль) равна
12.6°, в зоне обогрева - 19.1° (средняя температура воды за веге
тационный период (апрель-октябрь) на первом участке - 16.7°, в зо
не обогрева - 23.5°; показатели средней температуры воды в летни
период соответственно равны 22.1° и 29.1°, т.е. превышение сред
ней температуры воды в летний период более чем вдвое выше, чем са
нитарная норма. Разность температуры воды у поверхности и у дн
оставляет 3-4°.

По данным Т.Н.Костухи и Л.А.Овдиенко, общая минерализация вод
обогреваемого участка находилась в пределах 203.41-418.31 мг/л
контрольного - 171.82-304.34 мг/л; кислородный режим вполне бла
гоприятный - содержание кислорода на обогреваемом участке - 9.7
-11.42 мг/л, процент насыщения - 96.13-103.91; контрольном - 7.7
-11.20 мг/л, процент насыщения - 75.02-93.33.

При изучении биологических особенностей *P. crassus* в различных
районах (на участке с естественным температурным режимом и в обо
гретой зоне) продолжены наблюдения, происходящие в популяции
течение всего цикла развития речных, и выяснено, по возможности
роль температурного фактора в той или иной стороне биологии вида.

Установлено, что на обогреваемом участке водохранилища наблю
дается круглогодичный цикл размножения речных с пиками, приходя
щимися на март и август, когда число икринок самок составляет
70.2-75% от всех половозрелых. В контрольном участке пиковы дли
тельность периода размножения охватывает 2 месяца (апрель-ок
тябрь) с пиками в апреле и августе (число икринок 46.7-61.2%
на участке водоема, расположенном в 5 км и ниже выпуска подогреты

од размножения рачков начинается на месяц раньше и заканчивается на месяц позже.

На протяжении всего периода размножения рачков, кроме ноября, в зоне обогрева и октября в контрольном участке, популяция характеризуется соотношением полов в пользу самок - 2:3. Индивидуальная плодовитость самок на обогреваемом участке колеблется от 20 до 148 яиц, в контрольном - от 6 до 80. Среднее количество яиц, приходящееся на самку, для первого участка составляет 26, для второго - 20.

Рассчитанные степенные уравнения зависимости плодовитости (B) от длины тела самки (L) следующие:

	месяцы	
зона обогрева	IV-VI	$B=0.017 \cdot L^{3.45}$
	VII-X	$B=0.023 \cdot L^{3.16}$
контроль	IV-VI	$B=0.1694 \cdot L^{2.32}$
	VII-X	$B=0.0536 \cdot L^{2.69}$

Коэффициент корреляции между указанными параметрами - 0.89.

Биологический анализ размерного состава популяции *P. stagnalis* показывает, что коренная возрастная смена популяции (омоложение) происходит в контрольном участке в августе, а в зоне подогрева в июне, т.е. на 2 месяца раньше, чем на участке водохранилища с естественным температурным режимом. В зоне обогрева для популяции зафиксировано 4 генерации, в контроле - 3. У самок из обогреваемого участка бывает до 18 помотов, из контрольного - до 9-9.

На литературным данным (Шпет, Пидгайко, 1967; Пидгайко, 1968, 1971; Шпет, 1971) известно, что по изменению потенциальной продуктивности можно судить о влиянии отдельных факторов среды на те или иные стороны биологии вида, что дает возможность управлять продуктивностью животных в желаемом направлении.

Потенциальная плодовитость рачков *P. stagnalis* подсчитанная по методу М.Л.Пидгайко (1968), в зоне обогрева составляет $> 10^6$ экз., в контроле - $3 \cdot 10^5$. При сопоставлении полученных величин пользуясь формулой $Q = \frac{N_{\text{контроль}}}{N_{\text{опыт}}}$ (N - количество потомков от одной самки), устанавливаем, что $Q < 1$. Таким образом, температурный фактор дает стимулирующий эффект, увеличивая потенциальную плодовитость рачков.

Как известно, темп роста в природных условиях прежде всего связан с температурой среды обитания, и, во-вторых, с обеспеченностью пищей. При хорошей обеспеченности кормом на всех исследуемых участках водохранилища наивысший темп роста наблюдается в обогреваемой зоне. Так, средний размер личинок здесь на 12, павок на 11%

выше, чем на участках с естественным температурным режимом. Максимальные размеры самцов из обогриваемого участка подохранившие на 14.1% больше величин контрольного, а самок - 12.3%.

Происходило 2 пика обилия *R. огангис* в обогриваемой зоне. Первый максимум численности приходится на май (1348-1600 экз.), второй - летний - на август (1666-3000 экз.). Всевозможному подъему численности в мае соответствует и повышение показателя биомассы (21.33.68 г/кг). При численности животных в августе 1970 г. 3000 экз на 1 кг сухого веса растений, биомасса их довольно низкая (12.6 г/кг) по сравнению с шильской, равной 28.3 г/кг при численности рачков 1827 экз./кг. Биомасса рачков в августе 1971 г. равна 6. г/кг сухого веса растений при численности 1666 экз. Полученные данные можно объяснить преобладанием в шильских пробах крупных половозрелых особей размером от 6 до 14 мм, а в августе - всего 6 до 10 мм. Осенью, с понижением температуры воды, в популяции *R. огангис* численность падает в сентябре на 1 кг сухого веса растений приходится 230 (1970 г.) и 468 (1971 г.) экз., в октябре соответственно 156 и 243, в ноябре - 77 и 111 экз.

Средние показатели численности за период с апреля по октябрь значительно в зоне обогрева в 1970 г. составляли 1149 экз. на 1 кг сухого веса растений, в 1971 г. - 851, средняя биомасса соответственно 11.93 и 10.72 г. В 1970 г. средняя численность рачков в зоне обогрева была в 2 раза, а средняя биомасса в 3 раза меньше, чем на участке с естественным температурным режимом, а в 1971 г. соответственно в 1.5 и 2.8 раза. Продукция в зоне обогрева в 3.5 раза превосходит продукцию контрольного участка.

В. А. КИТИЦЫНА

(ИНСТИТУТ ГИДРОБИОЛОГИИ АН УССР)

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ОБИТАЮЩИХ В ВОДОЕМАХ-ОХЛАДИТЕЛЯХ ТЭС

В составе фауны беспозвоночных исследованных водоемов-охладителей преобладают экологически пластичные формы, зарекомендовавшие себя теплолюбивые животные. Результаты исследований за последние годы показали, что у отдельных представителей беспозвоночных животных, обитающих в водоемах-охладителях, проявляется определенная тенденция к увеличению размеров их тела, плодовитости и продукции

кроме того, большинство исследованных популяций отдельных видов личинок и бентосных животных имеют либо растущий, либо зрелый период размножения в подогретых участках по сравнению с более ограниченными в контрольных. Так, на нескольких популяциях личинок водоем-охладителей ТЭС показано, что в подогретых участках произошло увеличение размеров тела организмов на 9-36% по сравнению с контролем, сроки размножения животных растянулись в среднем на 2-5 месяцев, плодовитость увеличена на 2-8 поместов. В некоторых случаях подогрев способствует сокращению внешнего цикла, увеличению темпа роста и развития организмов, а также продукции Р/В коэффициентов (Китичина, 1973).

Постоянный подогрев отдельных участков водоем-охладителей ТЭС имеет во многих случаях положительное влияние на гидробионтов. При проточной системе водоснабжения, как это наблюдалось на участке р. Днепр в районе Гривольской ГРЭС, уровень это влияние значительно труднее вследствие сильного течения реки. Исследованиями представителями бентоса здесь являются дождевые черви *contigum* и *Chaetognathus ischnus* и брахиоподы *Limnoria vivipara*. Мы попытались определять влияние подогрева ТЭС на интенсивность их обмена, калорийность и другие параметры. Интенсивность и скорость обмена названными организмами изучались во время на 2 станции с различной степенью обогрева: сбросная (диапазон водоемной температуры 11-33°) и сбросной канал с подогревом устройством, где происходит охлаждение горячей и подогрев воды (диапазон температуры 5-30°). Контрольным был участок реки с естественным температурным режимом (0-24°) выше сброса подогретых вод.

В результате наших исследований установлено, что интенсивность обмена организмов увеличивается весной по сравнению с таковой в другие сезоны при тех же или более низких температурах. Экспериментом, проведенным летом, показала, что существует прямая зависимость между интенсивностью обмена и температурой воды, однако опосредованное влияние оказывает место обитания исследованных организмов. Уже в августе при тех же температурах, что в мае, у бентоса наблюдается снижение интенсивности дыхания. Основой это положение не более известно. Таким же тенденция прослеживается и для других представителей бентоса (дождевые и моллюски) и водоем-охладителей Куржской ГРЭС.

Самостоятельно зимовки отличались в период исследования более высокими температурами водоемной, так как этот вид не выдерживает сильную зиму, где обычно встречается круглый год. Тем

не или в докопавы, моллюски ледовой дышат интенсивнее, чем летом и осенью. При диапазоне температуры воды от 10,6 до 30° интенсивность их обмена увеличивается в 2 раза - коэффициент A в уравнении зависимости обмена от веса тела (типа $R \cdot M^a$) изменяется от 0,075 до 0,190. Коэффициент k в рассчитанных 6 уравнениях (для равных сезонов) довольно стабилен и составляет 0,76-0,83. Таким образом, у мизордон мы наблюдали четкую картину зависимости интенсивности обмена от веса тела (коэффициенты корреляции - 0,7 и температуры воды).

Интересное явление наблюдалось для популяций докопавов, местообитанием которых является оброслой канал Трипольской ГРЭС. В 1971 г. летом, когда там проводились исследования, канал был перегороден дамбой и для организмов создавались относительно постоянные температурные условия. В 1972 г., когда дамбу сняли и в канал вместе со сбросными водами стала попадать речная, исследуемые моллюски оказывались в воде резко меняющейся температуры. Однако это являлось не оградилось на их численности и плодородности (о чем можно судить по наличию икры и большому количеству новорожденных рачков). Интенсивность обмена рачков в этом участке выше, чем в других с такой же температурой. В рассчитанных уравнениях зависимости обмена от веса рачков величина коэффициента k изменяется по сезонам нерегулярно (0,57-1,05). В сбросном канале, где перепад температуры составляет 3-5° в течение часа, коэффициент k равен 0,56-0,63 летом и осенью, что указывает на такую зависимость обмена от веса тела рачков.

Отношение организмов к постоянному изменению температурных условий прослежено в экспериментах, проведенных с мидией и шоршовой звездой в сбросном канале ТЭС (Массачусетс, США) (Pearce, 1966). В приливно-отливных условиях моллюски толерантны к температуре 30° в течение длительной экспозиции (1000 час.), в то время как при постоянной температуре 30° они неизменно погибали через 9-12 час., т.е. организм переносит только подогретую воду при постоянной экспозиции длительной период. Поведение организмов в зоне меняющейся температуры воды изучается в дальнейших исследованиях.

Узнать влияние подогрева на изменение калорийности организмов в исследуемом нами участке оказалось невозможным в связи со ограничением наших ороков действия сбросных вод ТЭС и сильным течением реки.

Круглогодичные наблюдения за калорийностью рачков показали, что происходит сезонное изменение в энергетической ценности организмов животных. Величины калорийности по всем размерным группам в среднем в пределах 2,6 до 4,2 ккал/г сухого вещества, что

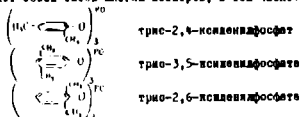
составляет в среднем 3,43 ккал/г. Калорийность беззольного органического вещества составляет в среднем 4,4 ккал/г, изменяясь от 4 до 5,1 ккал/г. Содержание воды в теле гаммарид составило в среднем 23,6%, а для лиц, собранных в нарушенных исследованных районах, эта величина составила 6,4% при калорийности 5,37 ккал/г сухого вещества. Содержание органического вещества в теле гаммарид различается по сезонам: зимой 79, летом повышается до 71,5%, вновь повышается к осени до 76%. Калорийность беззольного органического вещества изменяется аналогично: минимальная летом, повышается осенью.

Таким образом, на примере водоема-охладителя Трипольской ГЭС видно, что приточная система водоснабжения ТЭС на реке с сильными течением не оказывает ощутимого влияния на отдельные физиологические параметры исследованных организмов бентоса. Влияние температуры на эколого-физиологические особенности и продукцию некоторых беспозвоночных - обитателей водоемов-охладителей ТЭС сказывается лишь в отдельных участках, подверженных длительному подогреву.

Н.К.КОРЮГИНА, Н.В.ТУРТУННА
(ВЕРХНЕ-ВОЛЖСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГОСНИОРИ)

ДЕЙСТВИЕ ИВВИНОЛЬ-3 НА РАЗЛИЧНЫЕ СТАДИИ ОНТОГЕНЕЗА ОКУНИ

Иввиноль-3 применяется в системе регулирования турбин тепловых электростанций как огнестойкая жидкость. Это синтетическое фосфор-органическое соединение, состоящее в основном из трикисленилфосфата эфиров ортофосфорной кислоты - трикисленилфосфата (ТКСФ). ТКСФ представляет собой смесь многих изомеров, в том числе:



Наиболее токсичным из них является первое соединение. Трикисленилфосфат применяется в качестве пластификатора при производстве изоляционных материалов и может присутствовать в сточных водах от

проникновения.

Наши в 1971-73 гг. продолжены научения влияния этого соединения на рыб. В качестве тест-объекта использовалась речная окунь (Perca fluviatilis L.) в возрасте 1-2 лет, средним весом 5-7 г и длиной 5-8 см.

Предварительно исследовалось поведение Нивалола-3 в водной среде. Оказалось, что данное соединение довольно устойчиво и гидролизу, содержащему его в воде опытных аквариумов в течение 2.5 месяцев практически не изменилось. Повышение температуры с 10 до 21° и увеличение содержания кислорода с 3 до 7.5 мг/л не влияло на скорость его разложения. Поэтому дальнейшие опыты проводились и в безыонных растворах.

Известно, что с повышением температуры усиливается растворимость газов в воде, и именно содержание кислорода в данном случае может вызвать токсический эффект. При изучении токсичности Нивалола-3 выяснилось, что при температуре 28° снижается содержание кислорода, что увеличивает пагубное действие этого препарата. Например, в концентрации 50 мг/л при содержании кислорода 3 мг/л Нивалола-3 вызвала 100% гибель опытных организмов за 3 часа, в то время, как в 7 мг/л O_2 за 10 час. опыта в той же концентрации процент гибели составил около 40.

По данным Л.И.Семно (1972), в месте сброса теплых вод Комаровской ГРЭС отмечено увеличение содержания кислорода. Поэтому опыты мы осуществляли непрерывную подачу воздуха в аквариумы.

Известно, что у некоторых соединений изменение температуры имеет на силу токсического действия. Например, по мере возрастания температуры у ДДТ наступает ослабление токсичности, а у карбофоса - возрастание; при действии гербицида температура не влияет на токсичность (Лалота, 1971). Изучение зависимости токсичности Нивалола-3 от температуры проводилось в нашей лаборатории.

Действие Нивалола-3 изучалось при 10, 15, 22, 25, 28°. Эти температуры наиболее характерны для Московичского воднозавода (место сброса подогретых вод Комаровской ГРЭС) в различные сезоны года. Исследования в концентрации 10, 50, 100 и 250 мг/л.

При 10 и 15° во всем диапазоне испытанных концентраций пагубное действие Нивалола-3 не проявлялось в суточных опытах. При более длительных (15-30 суток) опытах также не было обнаружено пагубного действия токсиканта. Это, возможно, обусловлено тем, что при 10° Нивалола-3 растворяется и, следовательно, доли растворенного вещества в опытных аквариумах уменьшается.

Токсичность препарата исследовалась при 22° в концентрации 10 мг/л. Данный раствор вызвал гибель 10% опытных особей. Дальней-

ное повышение температуры приводит к уменьшению токсического действия препарата, что особенно заметно при 28°. При этой температуре при внесении 10 мг/л Навиоль-3 гибло 20% окуней, при 50 мг/л - 60%, а при 250 мг/л все подопытные рыбы погибли в течение суток. В анаэробе гибель не было.

Чувствительность рыб к Навиоль-3 зависела от температуры их обитания в водоеме. В наших опытах более чувствительными к действию токсиканта в концентрации 50 мг/л при температуре 28° оказались окуни, которые в природных условиях обитали при 17°, в другом опыте они все погибли. Рыбы, введенные в водоемы при 24°, были менее чувствительными к яду в условиях опыта, гибель здесь составила около 40%. По-видимому, в данном случае при действии токсиканта высокая температура (28°) опыта играет более значительную роль для рыб, обитавших при более низких температурах.

В развитии интоксикации у рыб под действием Навиоль-3 можно выделить 3 основных этапа:

1. Состояние повышенной двигательной активности и возбудимости. Реакция реакции на раздражители, движения быстрые, дыхание учащенное.

2. "Оцепенение". Рыбы застывают в одном месте, реакция на раздражители слабая, дыхание аритмичное, учащенное.

3. Нарушение координации, опрокидывание на бок, затем на спину. Гибель через 10-15 мин.

Данная картина отравления характеризует в известной мере Навиоль-3 как нервный яд.

Нами проводились исследования, позволяющие косвенно судить о функциональных свойствах Навиоль-3. В литературе относительно способности фосфорорганических соединений к аккумуляции в организме гидробионтов имеются различные мнения (Панченко, 1972; Мотелев и др., 1971; Дулякянко, 1967).

Одну партию окуней в течение 10 дней выдерживали в растворах токсиканта в концентрации 10 мг/л, другая партия рыб содержалась в чистой воде. Затем тех и других помещали в концентрацию 250 мг/л. Поддерживалась температура 20°. При обработке результатов обнаружено достоверных различий в скорости гибели опытных и контрольных рыб: и те и другие гибли с одинаковой скоростью в течение 2 суток опыта. По-видимому, если накопление ТКСФ не происходит, то этот процесс растянут во времени.

Для изучения влияния Навиоль-3 на ранние стадии онтогенеза рыб проводились опыты с икрой и личинками окуня. Собрания в водоеме при их стадии подвигнуты эмбрион помещалась в раствор Навиоль-3 концентрации 10 мг/л и в чистую воду. Постоянно поддерживалась

температура 10-12°, вода и растворы сменялись 2 раза в день.

Было обнаружено, что в опытных чашках личинок пропало к 1 суткам равное, но был недружный. Около 80% всех выклевывавшихся в растворе токсоиканта личинок имели те или иные отклонения: неправильные хорды в головном и хвостовом отделах тела, водяную полостьного мешка. На 6-8 день после выклевывания опытные личинки все погибли. Плазменный пузырь у них не был наполнен воздухом. Отсюда, по-видимому, препятствовался процесс токсоиканта на поверхности раствора. В контроле процент гибели составил к этому времени в среднем 20.

Личинок, выклевывавшихся в контрольных чашках, также испытывали на чувствительность к Извюль-3. Исследовалась концентрация 10 мг/л. Личинки кормили природным зоопланктоном, собранным сетью Ланге, и мелкими дафниями из лабораторной культуры.

В первые 3 суток действия токсоиканта в опытных чашках погибло около 40% личинок. Оставшиеся не реагировали на корм, не внешне расщеплялись. На 8 суток все опытные личинки погибли, в то время как в контроле процент гибели составил 10, и личинки охотно брали корм. Следовательно, данная концентрация, не оказывая видимого действия на взрослых рыб, была сильно токсична для личинок.

Суммируя выведенное, можно сделать следующие выводы:

1. Извюль-3 устойчив к гидролизу.
2. Низкое содержание кислорода ускоряет развитие интоксикации под действием Извюль-3.
3. При низких температурах во всех испытанных концентрациях ядохлещущее действие препарата не проявляется в течение 30 суток. Повышение температуры ведет к усилению токсичности данного вещества для рыб.
4. Растворы Извюль-3 препятствуют нормальному развитию икры, вызывая появление уродливых личинок окуля.
5. Личинки окуля более чувствительны к этому токсиканту, чем взрослые особи.
6. Общие закономерности и клиническая картина отравления в известной степени характеризуют Извюль-3 как нервный яд.

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА р. ДНЕПР В РАЙОНЕ
ТРИПОЛЬСКОЙ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

В 1970-1972 гг. нами велось исследование на р. Днепр в районе строящейся Трипольской ТЭС с целью выяснения влияния сброса нагретых вод на гидрохимический и санитарный режим реки.

Изучались режимы главных ионов, органических и биогенных веществ растворенных газов на нескольких разрезах 100-километрового участка реки (контрольном - выше водозабора ТЭС, в районе водозабора, в районе сброса нагретых вод, на расстоянии 8, 35, 40, 70, 90 м ниже водозабора).

Формирование гидрохимического режима р. Днепр в районе Трипольской ГРОС происходило под влиянием стока Киевского водохранилища, р. Десны и промышленно-бытовых стоков г. Киева. В период исследований вода характеризовалась гидрокарбонатно-кальциевым составом второго типа. Индекс, по О.А. Алексину [1], $\Sigma_{Ca}^{CO_3}$. Величины минерализации и общей жесткости изменялись в пределах 120-286 мг/л, 1,40-3,70 мг-экв/л соответственно и не превышали многолетних средних [3-4].

Наблюдения, проведенные на участке Днепра от Триполя до Сечи, показали, что повышение температуры воды за счет сброса нагретых вод ТЭС не сказывалось на величинах минерализации воды и концентрации главных ионов.

Поступление значительных количеств биогенных и органических веществ с водой из Киевского водохранилища и промышленно-бытовых стоков [2] обусловило в период исследований относительно высокое содержание их в воде участка Днепра (см. таблицу).

Подогрев воды не вызывал существенных изменений в содержании биогенных веществ в реке ниже Трипольской ТЭС.

Газовый режим исследуемого участка реки в период наблюдения был вполне благоприятным: содержание растворенного в воде кислорода не падало ниже 5 мг/л, а в период весенних паводков достигало 14 мг/л. Насыщение воды кислородом в большинстве случаев было близким к норме, а иногда превышало 130%. Сброс нагретых вод не вызывал влияния также и на газовый режим реки. Отмечалось лишь значительное понижение абсолютного содержания растворенного в воде кислорода в районе сбросного канала (см. таблицу).

Содержание в воде органического вещества и $НР_5$ по длине реки достигало иногда значений, превышающих предельно-допустимые кон-

Иногенные и органические вещества в воде
р. Днепр в районе Трипольской ТЭС

Ингредиент	Предельные величины по всему участку	Средние за 3 года	
		лавоонная станция	спрос ТЭС
N H_4 мг ч/л	0.12-1.27	0.51	0.57
N O_2 мг л/л	0.0 -0.285	0.008	0.007
N O_3 мг ч/л	0.0 -1.12	0.23	0.22
PO_4 мг P/л	0.0 -0.115	0.027	0.020
Fe мг/л	0.0 -1.0	0.12	0.13
O_2 мг/л	5 -14	9.7	9.1
Перманганатная окисляемость, мг O_2 /л	6 -29	13	13
Хромотная окисляемость, мг O_2 /л	14 -64	32	31
BPN_5 мг O_2 /л	0.8 - 4.9	3.2	3.2

центрации для водоемов в 1.5-2 раза. В зоне обогрева нами пермодически наблюдалось лишь небольшое повышение валового органического вещества.

Судя по некоторым химическим данным [1] (растворенный кислород, BPN_5 , органическое вещество, формы азота), вода реки в различные сезоны характеризовалась как умеренно-загрязненная и загрязненная (лето-осень) и грязная (весна).

Изменения основных показателей, определяющих качество воды, на всем исследуемом участке находились в пределах средних многолетних. Величины окисляемости в BPN_5 превышали ПДК как до сооружения Трипольской ГРЭС, так и в период ее работы.

Таким образом, повышение температуры воды в реке на $1-2^\circ$ существенно не оказывалось на гидрохимическом режиме и не приводило к изменениям в санитарном состоянии исследуемого участка Днепра.

Литература

1. Алексин О.А. Основы гидрохимии. А., Гидрометеоиздат, 1970.
2. Алямов А.М., Денисова А.И., Чайстренко Л.И., Нахичина Е.П. Гидрохимия Днепра, его водохранилищ и притоков. Киев, изд-во "Наша думка". 1980.

3. Денисова А.И. Гидрохимический режим каспада днепровских водохранилищ. Отчет по теме. Архив ин-та гидробiol. АН УССР, 1970.
4. Денисова А.И. Влияние каскадного расположения водохранилищ на их гидрохимический режим. - Гидробiol.м., 1970м, 7, 5.

Г.С.КУДРЯВЦЕВА
(ХАРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)

УСТОЙЧИВОСТЬ К НЕДОСТАТКУ КИСЛОРОДА ГАММАРИД ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ оз.ЛИМАН ЗИМЕСКОЙ ГРЭС

На протяжении ряда лет нами проводятся работы по изучению влияния подогретых вод оз.Лиман Зимеской ГРЭС, где среднегодовая температура воды на 6-7° выше, чем в обычных водоемах этой зоны.

Эколого-физиологическое изучение мшан и гаммарид, их температурных адаптаций и отношения к содержанию кислорода представляет особый интерес в связи с тем, что эти организмы широко используются как акклиматизационный фонд для обогащения кормовой базы озимых различных водоемов и в частности водоемов-охладителей тепловых электростанций.

Так, установлено, что общая теплоустойчивость *gastrogammarus robusoides*, обитающего в оз.Лиман, в летнее время очень высока, он выносит температуру до 39°.

В настоящем сообщении приводятся результаты исследования зимостойкости гаммарид к недостатку кислорода.

Рачки помещались в respiраторы закрытого типа, наполненные водой с содержанием кислорода 0,5 мг/л (содержание кислорода определялось по Винклеру). Respiраторы с животными выдерживались при температурах 20, 25 и 30°. Зикокромалось время гибели рачков 1д-50 и 100%. Опыты проводились круглогодично.

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что с повышением температуры в интервале от 20 до 30°, снижается устойчивость к недостатку кислорода и время выживания рачков сокращается вдвое и больше. Такая зависимость наблюдается на протяжении всего года, причем устойчивость к недостатку кислорода падает к зимнему периоду. Очевидно, это связано с тем, что общая теплоустойчивость гаммарид снижается с повышением температуры воды в водоеме и в весенне-летний период такие температуры как 30, 35 и даже 20° в сочетании с малым количеством кислорода снижает выживаемость рачков.

В общем же, полученные нами в результате экспериментальных исследований данные позволяют сделать заключение, что бокоплавы обладают высокой приспособляемостью к колеблющемуся температурному и кислородному режиму, что дает возможность массового разведения их в водоемах-охладителях в качестве ценного корма в рыбном хозяйстве.

А. П. КУЗЬМИН
(ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД АН СССР)

ТЕМПЕРАТУРА АКЛИМАЦИИ И УСТОЙЧИВОСТЬ К ВЫСОКИМ
ТЕМПЕРАТУРАМ *LEPTODORA KINDTI* (POCKE) (CLADOCERA)

В Ивановском водохранилище в районе влияния подогретых водами Каневской ГРЭС, на участках, прилегающих к водосборному каналу, температура воды в летнее время достигает 28-30°. Для большинства ветвистоусых ракообразных из водоемов умеренных широт эти температуры оказываются близкими к летальным.

Известно, что пойкилотермные животные могут акклиматизироваться постепенному повышению температуры, приспособляясь посредством физиологического регулирования.

Большая часть работ по изучению эффекта акклимации у водных пойкилотермных животных проводилась на рыбах. Способность некоторых видов рыб повышать температурную устойчивость, иногда значительно, отмечена многими авторами (Fry, Cockind, Brett, Coutant). Так, по данным Фрея (Fry, цит. по [3]), у золотого караса в результате акклимации начальная летальная температура может подниматься от 26 до 40°. Сираг [4], изучая устойчивость 4 видов ракообразных, установил, что подъем температуры акклимации от 10 до 20° повышает летальную пороговую температуру (50% смертности за 24 часа) у *Gammarus fasciatus* на 1.9°, у *Asellus intermedius* на 1.3° и *Gammarus pseudolimnasia* на 0.5°.

Мы изучили действие температуры акклимации у планктонного рачка *Leptodora kindti* на процесс размножения, пороговую летальную температуру и теплоустойчивость в условиях повышенной температур. Опыты проводились в 4 литровых цилиндрических сосудах, которые помещались в специальные металлические ванны, где при помощи ультратермостата U-10 поддерживалась нужная температура. Колебание температуры воды в сосудах в течение суток не превышало $\pm 0.5^\circ$. Температуры акклимации, при которых содержались и выростывались рачки, были постоянными: 14, 17, 19, 22, 26°. После завершения

сроки акклиматизации, в острых опытах при определении пороговых летальных температур и теплоустойчивости, рачков пересаживали (по 10 экз.) в химические стаканчики емкостью 250 г и помещали в ванну, где постепенно повышали температуру до испытуемой.

При определении пороговых летальных температур в качестве критерия устойчивости был принят показатель n DL 50 24 часа, т.е. гибель 50% рачков при данной температуре в течение 24 час. при определении верхних границ теплоустойчивости принят показатель 50%-й гибели в течение 1 часа. Результаты наблюдений заносились в таблицы, в которых учитывалось время 50%-й гибели рачков с равной температурой акклиматизации. Всего для каждой испытуемой температуры проведено по 5 серий опытов в 3 повторностях каждая.

Полученные результаты позволяли определить зависимость между испытуемой температурой и временем выживания к ней рачков, акклимированных при разных температурах. Для каждой зависимости рассчитаны уравнения регрессии, по которым построены графики выживаемости (рис. а). На основании этого графика построена диаграмма, показывающая зависимость температурной устойчивости от температуры акклиматизации (рис. б).

Для доказательства того, что эффект акклимации имеет место, необходимо убедиться в том, что животное приспособилось к данной температуре. Время, необходимое для полной температурной акклимации, у разных видов различно, и продолжительность акклимации одного вида к разным температурам неодинакова. Многими исследователями показано, что процесс акклимации к низким температурам протекает медленнее, чем к высоким. Так, по данным И.В.Ивлевой [2], у креветки *Palaeomonetes pugio* при 15-30° акклимация заканчивалась в первые сутки, при 10° - на 4-5-е сутки, при 5° на 11-12-е сутки. Тенденция к уменьшению скорости акклимации с повышением температуры отмечена также Спрагом [4] для элоподы *Aeollus intermedius* и Бреттом (Brett cit. [3] для некоторых видов рыб). По мнению И.В.Ивлевой [1] это объясняется тем, что процесс акклимации, т.е. приспособление организма к новым температурным условиям, следует рассматривать как процесс восстановления физиологической устойчивости, а все жизненные процессы при низких температурах протекают наименее интенсивно.

Показателем того, что у животного закончился процесс акклимации, может служить восстановление постоянного уровня обмена, теплоустойчивости, длительной активности, сердцебиения. В качестве показателя при определении продолжительности акклимации у *A. intermedius* мы использовали восстановление достаточно высокого и сильного уровня теплоустойчивости в острых опытах. Оказалось, что

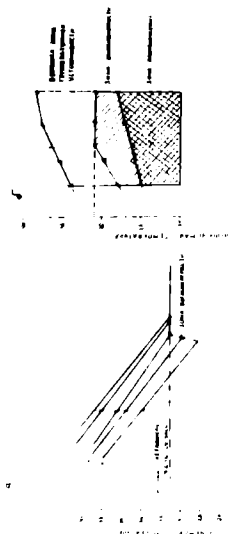


Рис. 1. Зависимость температуры активации от температуры акклимации.

- 1 - зависимость температуры активации от температуры акклимации;
 2 - зависимость температуры активации от температуры акклимации;
 3 - температура акклимации;
 4 - температура акклимации;
 5 - зависимость температуры активации от температуры акклимации.

при температуре от 14 до 20° акклимация заканчивалась на 4-6-е сутки, а при 20-25° на 1-3-и сутки. Кроме того, по нашим наблюдениям у партеногенетической самки лентодора, у которой яйца находились в самой начальной стадии развития, процесс формирования яиц приостанавливается до завершения акклимации. Так, если в сосуде, где находится партеногенетические ооциты, поднять температуру с 19 до 26°, то формирование яиц приостанавливается. Если же после завершения акклимации снизить температуру до 19°, то формирование яиц задерживается еще на несколько суток. Периодические колебания температуры приостанавливают процесс развития в самой начальной стадии овогенеза и скорее приводят к гибели рачков, чем повышенные, но устойчивые температуры. По-видимому, это является одной из причин того, что ленточный рачок *L. kindtii* не встречается в прудах и мелких водоемах, где суточные колебания температуры значительны.

Наблюдения за выживаемостью яиц и эмбрионов в условиях повышенных температур 25-26° показали, что наибольшая гибель яиц и эмбрионов наблюдается у самок, предварительно не акклиматизированных к новым температурным условиям. Следующая порция яиц, сформировавшаяся после акклимации оказывается более устойчивой. По-видимому, устойчивость к повышенным температурам определяется еще на ранних стадиях овогенеза.

Таким образом, эффект акклимации у *Leptodora kindtii* выражен довольно хорошо и заключается в следующем:

1. При подъеме температуры акклимация от 14 до 26° пороговая летальная температура поднимается на 3°.
2. С повышением температуры акклимации уменьшается продолжительность времени акклимации.
3. Показателем законченности процесса акклимации к высоким температурам может служить восстановление способности формирования яиц в начальной стадии овогенеза.
4. Устойчивость развивающихся яиц и эмбрионов к повышенным температурам определяется еще на ранних стадиях овогенеза.

Литература

1. Ивлиев И.В. Влияние температуры на скорость метаболизма теплолюбивых животных. - Усп. совр. биол., М., 1972, 73, 1.
2. Ивлиев И.В. Зависимость обмена от веса тела креветок *Palaeomonetes* (*Rathke*) при разной температуре. - В кн.: Энергетический обмен водных животных. М., 1971.
3. Gortner, J. Biological aspects of thermal pollution. J. Environ.

ment and discharge canal effects. Publication N 383. Environmental Sciences Division Oak Ridge National Laboratory. 1970.

4. Sprague J.B. Resistance of four freshwater crustaceans to lethal high temperature and low oxygen. Fish. Res. Board of Canada, 1963).

Н.В.КУЛИКОВ
(ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ УРАЛЬСКОГО
НАУЧНОГО ЦЕНТРА АН СССР)

ПРОБЛЕМЫ ПРИЛОЖНОЙ РАДИОЭКОЛОГИИ В СВЕТЕ
РАЗВИТИЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

В связи с тем, что в обозримом будущем ресурсы ископаемого топлива будут исчерпаны, в настоящее время разрабатываются прогнозы роста атомной энергии с ориентировкой на использование ядерно-энергетических реакторов. Предполагается, что в 2000 году число реакторов на атомных электростанциях (АЭС) достигнет 5000, в результате чего более 50% всей электроэнергии в мире будет вырабатываться на счет атомной энергии. Исключительно быстрым темпом развития ядерной энергетики неизбежно будут создаваться условия для выхода радиоактивных веществ во внешнюю среду, в частности, в водоемы-охладители АЭС в случае аварий и других чрезвычайных обстоятельств. Отсюда возникает проблема всестороннего изучения влияния АЭС на гидрологию и биологию водоемов-охладителей.

Эту проблему призвана решать радиэкология — новая область радиобиологии, изучающая радиобиологические явления на уровне сложных природных комплексов-биогеоценозов, подобно тому, как другие ее разделы изучают эти явления на молекулярном, клеточном и организменном уровнях. Основные задачи радиэкологии в общем виде сводятся к изучению закономерностей миграции, распределения и биологического действия радиоактивных веществ в различных биогеоценозах, а также к разработке способов снижения отрицательных последствий радиоактивного загрязнения внешней среды для населяющих эту среду организмов, включая, в конечном итоге, человека.

В Лаборатории радиационной экологии и биофизики Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР в течение ряда лет проводится исследование по радиэкологии пресноводных биогеоценозов. К настоящему времени в работе сотрудников лаборатории накоплен

вен экспериментальный материал по сравнительному изучению накопления радионуклидов около 2 десятков химических элементов более чем для 40 видов пресноводных растений и 25 видов животных. Среди изученных форм гидробионтов выделены виды, которые накапливают отдельные изотопы с чрезвычайно высокими коэффициентами накопления. Такие виды получили название специфических накопителей или индикаторов соответствующих радионуклидов. Исследуются закономерности накопления радионуклидов гидробионтами в зависимости от концентрации излучателей в водной среде, химического состава воды, трофности водоема, сезона года и других сопутствующих факторов. Оценивается роль в накоплении радионуклидов отмирающей растительности, детрита и донных отложений. На основании полученных данных прослеживаются механизмы самоочищения воды водоемов от радиоактивных примесей.

Определяется влияние радиоактивного загрязнения водной среды, оказывающее повреждающее действие на эмбриональные (наиболее радиочувствительные) стадии развития рыб и моллюсков. Результаты исследований показывают, что эмбриональное развитие этих гидробионтов проходит без заметных отклонений от нормы при довольно значительных концентрациях радионуклидов в воде (порядка 10^{-5} - 10^{-4} кюри/л). Установлено также, что при одинаковых дозах лучевого воздействия внешне однократное гамма-облучение икры рыб на ранних стадиях развития биологически более эффективно, чем длительное облучение эмбрионов в процессе развития их в загрязненной радионуклидами воде. Это объясняется тем, что в последнем случае максимальные дозовые нагрузки приходится на поздние стадии развития эмбрионов, отличающиеся повышенной радиустойчивостью.

В связи с предстоящим строительством экспериментальной базы лаборатории в санитарно-защитной зоне Белоярской АЭС на Урале в настоящее время намечается программа стационарных радиобиологических исследований водоема-охладителя этой АЭС (Белоярского водохранилища). Обсуждается примерная программа исследований на ближайшие годы.

Т. И. КУРДИНА
(ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД АН СССР)

ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ИЗМЕНЕНИЕ
ЕГО СОСТАВЛЯЮЩИХ В ЖОК ПОДОГРЕВА КОПАКОВСКОЙ ГРЭС

Дополнительное тепло, поступающее в водоем с отработанными водами ГРЭС, вызывает на отдельных его участках более или менее существенные изменения теплового режима. Чтобы определить роль сброса сбрасываемого тепла в этом процессе, необходимо знать величины составляющих теплового баланса водоема и их изменение во времени.

С этой целью для Иваньковского водохранилища, принимающего подогретые воды Копановской ГРЭС, были рассчитаны тепловые балансы за период с мая по октябрь по многолетним климатическим характеристикам и по данным за 1967-1970, 1972 гг. Для подогреваемой зоны, занимающей большую часть акватории Иваньковского плеса и имеющей температуру воды не 3° выше естественной, рассчитаны дополнительный приток тепла за счет подогретых вод и те компоненты баланса, величины которых зависят от температуры водной массы. Расчеты производились в соответствии с имеющимися рекомендациями [4, 5].

В приходной части баланса основным компонентом является поглощенная водой солнечная радиация. По многолетним данным она дает в отдельные месяцы от 80 до 60% тепла. Остальное тепло поступает от водоема реки (20-25%) и за счет теплообмена воды с грунтом (5-15%). Общий теплоприток за расчетный период составил 72,4 ккал/см².

Наибольший расход тепла идет на испарение воды - 32% от суммы расхода; с эффективными излучением уходит 27, на теплообмен с атмосферой и вынос тепла с водами, сбрасываемыми из водохранилища, - по 18,5 и на теплообмен с грунтом идет 4%. Общий расход равен 76,1 ккал/см².

Многолетние характеристики теплового баланса Иваньковского водохранилища по абсолютной величине и их роли в тепловом режиме водоема близки к аналогичным характеристикам Рыбинского водохранилища [2].

В 1967-1970, 1972 гг. величины приходно-расходных элементов в соответствии с характером преобладающей погоды изменились весьма существенно: сумма поглощенной радиации колебалась от 57,4 (1968 г. до 62,0 (1972 г.) ккал/см², что составляло 101-109% нормы; потери на испарение превышали норму на 28%, теплообмен с атмосферой на 5%. Приток и расход тепла с поступающими и сбрасываемыми водами из-за подогретой воды реки был преимущественно ниже нормы.

\mathbb{R}^n 上のベクトル場 X を \mathbb{R}^n の原点 O を中心とする半径 r の球 $B_r(O)$ 上で考える。

$B_r(O)$ 上のベクトル場 X の発散 $\operatorname{div} X$ は、

$$\operatorname{div} X = \sum_{i=1}^n \frac{\partial X_i}{\partial x_i}$$

と表される。

この発散 $\operatorname{div} X$ は、

$$\operatorname{div} X = \sum_{i=1}^n \frac{\partial X_i}{\partial x_i}$$

$$\operatorname{div} X = \sum_{i=1}^n \frac{\partial X_i}{\partial x_i}$$

Еще более значимо изменялись составляющие месячных балансов: приток тепла за счет солнечной радиации колебался в пределах $\pm 20-25\%$, а осенью 1970 г. эта статья прихода составила 60% нормы. Потери тепла на испарение изменялись на $\pm 60\%$, теплообмен с атмосферой $\pm 40\%$ нормы. Разность между наибольшими и наименьшими значениями месячных сумм теплоприхода летом составляла 2-4, а осенью 1-1.5 ккал/см².

Расчеты показали, что при различных гидрометеорологических условиях соотношения отдельных компонентов и приходно-расходных частей баланса в общем сохраняются. Тепловой режим водоема определяется равенством между радиационным балансом водной поверхности и потерями тепла на испарение и теплообмен с атмосферой. Приход и расход тепла с водой, теплообмен с грунтом играют второстепенную роль, тем более, что их величина определяется в значительной мере теми же климатическими факторами, что и обмен водохранилища.

В таблице приведен тепловой баланс Иваньковского водохранилища за май-октябрь 1970 г. Удельный вес каждого компонента вычислен относительно общей суммы прихода и расхода за весь расчетный период.

В 1970 г. при нормальном режиме работы ГРЭС тепловая нагрузка на Иваньковский плес в мае-октябре составила 0.3-0.9 т.кал/м²сутки. Поскольку охлаждение сброшенных вод происходит в долиной части плеса, ниже островных участков, тепловая нагрузка на активную зону повышается до 0.4-0.6 т.кал/м² сутки или 1.2-1.5 ккал/см² месяц. Дополнительное тепло по отношению к естественному теплопритоку составляло в мае-августе 7-12, в сентябре - 18, в октябре - около 60, а за весь период - 12%.

Расходуется дополнительное тепло главным образом через эффективное излучение; потери тепла на испарение и теплообмен с атмосферой увеличиваются в первую более теплую половину расчетного периода и уменьшаются во вторую. Изменение указанных статей баланса в подогреваемой зоне приведено ниже (ккал/см²месяц)

Компоненты	У	У1	УП	УВ	IX	X	Сумма
Приток дополнительного тепла	1.2	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	8.4
Эффективное излучение	0.1	0.5	0.8	0.8	0.7	0.4	3.3
Потери тепла на испарение	0.4	0.5	0.2	0	-0.5	-0.1	0.5
Теплообмен с атмосферой	0.5	0.2	0.1	-0.3	-0.2	0.1	0.4
Сумма расхода	1.0	1.2	1.1	0.5	0	0.4	4.2
Остаток дополнительного тепла в воде	0.2	0.3	0.4	0.9	1.4	1.0	4.2

Остаток дополнительного тепла, составляющий осенью 20-45% естественного теплопритока, задерживает охлаждение вод плеса. Тем

за август 1970 г. выше ГРЭС теплоемкостные вод уменьшилось на 2.4 ккал/см^2 , а в подогреваемой зоне только на 1.6 ккал/см^2 . Разность температуры подогреваемых и непогрееваемых вод в начале ноября составляла $2.5-3.0^\circ$.

Выполненные расчеты подтверждали высказанное нами ранее предположение о слабом влиянии тепла, обросиваемого ГРЭС, на тепловой режим большей части Иваньковского плеса весной и летом и об усилении этого влияния осенью, по мере охлаждения водоема. Более значительные изменения теплового режима сопровождали зимний водовыпуск на участке умеренного и сильного подогрева, объем и площадь которого составляют соответственно 10 и 5% тех же характеристик плеса.

Литература

1. Буторин Н.В., Курдина Т.П. Статистический анализ поля температуры в Иваньковском водохранилище. - Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1972, 15.
2. Зайцева Н.А. Уточнение составляющих теплового баланса Рыбинского водохранилища. - Со. работ Рыбинской гидрометеорол. обсерв., Л., Гидрометеонавт, 1968, 4.
3. Курдина Т.П., Буторин Н.В. О влиянии обросших вод Коляновской ГРЭС на теплоемкость Иваньковского водохранилища. - Информ. бюлл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1971, 11.
4. Рекомендации по определению составляющих теплового баланса водоемов. Л., 1965.
5. Технические указания к расчету прудов-охладителей. М.-Л., Госэнергоиздат, 1963.

Л. Г. ЛЕБНИНА
(ИНСТИТУТ ГИДРОБИОЛОГИИ АН УССР)

БАКТЕРИОПЛАНКТОН ДНЕПРА В РАЙОНЕ ДЕЙСТВИЯ ТРИПОЛЬСКОЙ ГРЭС

Микробиологические исследования среднего Днепра от Плятов до Селища проводились с апреля 1970 г. по октябрь 1972 г. В результате исследований получены данные по численности бактериопланктона, количеству гетеротрофных бактерий, представителей группы кишечной палочки; определены скорость размножения и продукция бактериопланктона в р. Днепе в районе Триполья.

Сезонная динамика развития бактериопланктона, гетеротрофных бактерий и бактерий группы кишечной палочки характеризовалась в 1970 г. максимальным развитием в весенний период, минимальным — осенью. В 1971-1972 гг. в развитии бактериопланктона, гетеротрофных бактерий и кишечной палочки отмечен летний максимум и осенне-зимний минимум.

Общее число бактерий в воде изучаемого участка среднего Днестра колебалось за период исследований от 1.5 до 9.0 млн.кл./мл и составило в среднем в 1970 г. — 5.0; в 1971 г. — 2.8, в 1972 г. — 2.9 млн.кл./мл. Численность гетеротрофных бактерий находилась в пределах 0.2-3.8 тыс.кл./мл, коли-индекс 1 тыс.—200 тыс. Время генерации бактериопланктона в воде Днестра у Триполья колебалось от 18.8 до 59.7 часа, а величина суточной бактериальной продукции — от 0 до 3.3 мл.кл./мл. Размножение бактерий интенсивнее проходило в летнее время, минимальная скорость размножения наблюдалась зимой. Соответственно изменялась и суточная продукция бактериопланктона.

За период исследований в распределении бактериопланктона, гетеротрофных бактерий и бактерий группы кишечной палочки в воде всего изучаемого участка Днестра от Лавтов до Салики значительных изменений не наблюдалось. Изменение микробиологических показателей имело место в районе Триполья в соросном канале с подогретой водой, где температура в 1970-1971 гг. была повышена по сравнению с естественной на 7-9°. Здесь отмечалось увеличение численности бактерий изучаемых групп. Так, общее число бактерий возрастало в 1.2 раза (в среднем от 3.1 до 3.8 млн.кл./мл), численность гетеротрофных бактерий в 3 раза (от 0.5 до 2.6 тыс.кл./мл), величина коли-индекса в 2.5 раза (от 5.5 до 13.1 тыс.). В соросном канале при таком повышении температуры скорость размножения бактериопланктона увеличивалась в 1.8 раза (время генерации в среднем от 45.5 до 24.5 часа), а его продукция в 6 раз (в среднем от 0.25 до 1.5 мл.кл./мл в сутки). Увеличение численности бактериопланктона, гетеротрофных бактерий и коли-индекса было зафиксировано только в воде соросного канала. Ниже Триполья уже в том районе, где температура воды в среднем на 2-3° выше естественной, содержание бактерий изучаемых групп было близко к таковому в воде Днестра в районе Триполья с естественной температурой воды.

В 1972 г. после пуска аэлятора температура воды в соросном канале снижалась и была выше естественной всего на 1-4°. При этом численность бактерий изучаемых групп здесь не отличалась от естественного фона.

Приведение общей численности бактерий и количества гетеротрофов

в 1968-1969 гг. (по данным А.З.Гук) и в 1971-1972 гг. на научном участке Днепра показало, что по микробиологическим показателям качество воды здесь в связи с пуском Трипольской ГРЭС не ухудшилось:

Год	Общая число бактерий, Содержание гетеротрофов,	
	млн.кл./мл	тыс.кл./мл
1968	3.9	2.6
1969	4.2	-
1971	2.8	1.0
1972	2.0	0.9

С.А.ДУБИНОВА, Л.И.ПИСКУНОВ
(ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ УИЦ АН СССР)

НАКОПЛЕНИЕ СТРОНЦИЯ-90 И ЦЕЗИЯ-137 В ВОДНЫХ РАСТЕНИЯХ БЕЛОЯРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ОЗ.ИСЕТСКОГО НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

Для прогнозирования судьбы радионуклидов в водоемах необходимо знать закономерности распределения их между водой, гидробионтами и донными отложениями. Известно, что водная растительность играет существенную роль в концентрировании и перераспределении радионуклидов в водоеме. Однако накопление того или иного радионуклида растениями зависит как от химической природы элемента, так и в сильной степени от факторов окружающей среды, в частности от содержания в воде макроэлементов-аналогов (Тимофеева-Ресовская, 1963; Тимофеева, 1965).

Проводилось сравнение накопления стронция-90 и цезия-137 водными растениями, обитающими в Белоярском водохранилище и оз.Исетском. Эти водоемы находятся в одной и той же климатической зоне на небольшом расстоянии друг от друга и выполняют соответственно функции охладителей Белоярской АЭС им.П.В.Курчатова и Среднеуральской ГРЭС.

В Белоярском водохранилище среднее содержание катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} оказалось в 1,5 и 2 раза больше, чем в оз. Исетском (табл.1).

Водной остией растительности (высшие растения и нитчатые водоросли) в оз.Исетском отмечено разнообразие. Зато в Белоярском водохранилище почти вся водная поверхность покрыта плавающей

Таблица 1

Средние концентрации основных микроэлементов-катионов
в водоемах (1973 г.)

Водоем	Содержание, мг/л				Сухой остаток, мг/л
	Ca	Mg	Na	Cl	
Белоярское водохранилище	12.6	3.6	28.6	11.5	245
Оз. Исетское	8.1	2.3	16.6	3.8	137

(*Cladophora fracta* и *C. glomerata*), тогда как в оз. Исетском это растений встречается редко. По-видимому, это объясняется воз-
растом водоемов. Белоярское водохранилище – сравнительно молодой
водоем, в котором формирование водного сообщества еще не заканчи-
лось.

Содержание радионуклидов в исследованных водоемах варьирует в
пределах одного порядка и не отличается от фоновых уровней, обу-
словленного глобальными выпадениями (табл. 2).

Таблица 2

Средняя концентрация радионуклидов (1973 г.)

Водоем	Колл- чество проб	Концентрация, пкюри/л		
		Суммарная α-актив- ность	Sr^{90}	Cs^{137}
Белоярское водохранилище	11	7.7 ± 0.7	0.96 ± 0.11	0.99 ± 0.10
Оз. Исетское	5	3.0 ± 0.2	0.78 ± 0.02	0.19 ± 0.09

Концентрации стронция-90 и цезия-137 в растениях обоих водо-
емов на 2-3 порядка величин больше, чем в воде. Коэффициенты на-
копления для растений в оз. Исетском имеют значения того же поряд-
ка, что и в Белоярском водохранилище. Некоторая разница объясня-
ется отличиями в химическом составе водоемов. Наиболее высокие
коэффициенты накопления получены для клadoфоры (на 5 изученных ви-
дов растений). В основном коэффициенты накопления, в особенности
по стронцию и цезию-137, оказались больше, чем в случае модель-
ных эваспермиев (Тимофеева-Резовская, 1963).

Для повышения первой стадии исследований, одновременное ра-
диэкологическое изучение водоемов-охладителей атомной и типовой
электростанций показывает, что по радиэкологическим характеристикам
эти водоемы мало отличаются друг от друга.

А.И.МАКАРОВ, И.В.СМИРНОВА
(ВСЕСОЮЗНЫЙ НИИ ГИДРОТЕХНИКИ им.Б.Е.ВЕДЕНЕВА)

К ОЦЕНКЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКОЙ

Программа работ по оценке использования водохранилищ ТЭС в основном заключается в следующем:

1. Уничтоимость проблемы для энергетики, народного хозяйства и охраны природной среды.

Оценке возможного изменения затрат на водоснабжение ТЭС и АЭС и утилизации тепла подогретых вод в случае использования в этих целях водохранилищ комплексного назначения с учетом перспектив, по сравнению с другими вариантами водоснабжения и водоотведения.

Оценке мероприятий по ликвидации возможных отрицательных последствий капафания.

Проблема размещения ТЭС и АЭС на комплексных водохранилищах и недостаточность водных ресурсов.

2. Современный масштаб использования теплоэнергетикой водохранилищ комплексного назначения: около 40 водохранилищ используется более 80 ТЭС.

Особенности и разновидности 2 основных видов использования теплоэнергетикой комплексных водохранилищ: водоснабжение ТЭС и охлаждение сбросных подогретых вод ТЭС.

3. Последствия использования комплексных водохранилищ теплоэнергетикой для ВХК. Назначение режимов использования комплексного водохранилища другими отраслями ВХК. Последствия прямые и косвенные, отрицательные и положительные. Изученность проблемы. Мероприятия по предотвращению отрицательных последствий и утилизации тепла. Схемы использования подогретых вод. Специальные мероприятия по подготовке и освоению подогреваемых водохранилищ.

4. Техничко-экономическая оценка последствий подогрева вод комплексных водохранилищ и возникновения подогретых вод в них. Разработка методов оценки экономического эффекта в результате использования комплексных водохранилищ для охлаждения подогретых вод ТЭС. Возможности оценки последствий подогрева: ощутимые хозяйственные изменения в натуральном и денежном выражении.

5. Техничко-экономическая оценка комплексного использования подогреваемых водохранилищ. Характеристика разных подходов к такой оценке: оуществующие и вновь сооружаемые водохранилища, их размеры и т.п.

6. Необходимость дальнейших исследований влияния подогретых вод на жизнь и хозяйственное использование комплексных водохранилищ, в частности, комплексных природных экосистемных и стационарных наблюдений. Природные исследования на данной стадии изучения должны давать не только качественные характеристики влияния подогрева, но и количественные показатели и их взаимосвязи, что дело бы возможности перехода и успешного развития исследований по разработке методов технико-экономической оценки как последствий подогрева, так и комплексного использования подогреваемых водохранилищ и зон.

7. Необходимость расширения сбора и публикации информации об использовании водохранилищ теплоэнергетикой, о возникновении и эксплуатации подогретых зон комплексных водохранилищ. Первый шаг - обобщение информации в виде справочника, содержащего сведения об используемом комплексном водохранилище, используемых водохранилищах тепловых станциях, показатели исследования и технико-экономической оценки.

Г. Д. МАКСИМОВА
(ВЕРЛАНЕ-ВОЛЖСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГОСНИМОРХУ)

О ВЛИЯНИИ ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ НА РАЗВИТИЕ НЕКОТОРЫХ ЛИЧИН РОДА *Chironomus*

Хирономиды, составляя основную часть биомассы бентоса континентальных водоемов, являются основным кормом для бентосоядных рыб и используются ими на всех стадиях развития. От количества вылета хирономид зависят динамика численности и биомассы личинок, годовая продукция и обеспеченность рыб пещей.

В связи с развернувшимся строительством тепловых электростанций, обогревающих подогретые воды в водоемы, выяснение влияния повышенных температур воды на развитие личинок хирономид приобретает большое значение.

В бентосе Являковского водохранилища личинки хирономид составляют по численности до 69,3% и по биомассе от 40,9 (1971 г.) до 49,4% (1972 г.). Наибольшее значение имеют личинки рода *Chironomus*, долящие около 35,6% среднегодовой биомассы личинок.

Наблюдения за развитием личинок *Ch. f. l. semireductus* Lenz проводились в 1971-1973 гг. как в зоне подогрева Комлевской ГЭС (Монковичский залив), так и в зоне подогретой воды Монковичского залива, куда непосредственно поступают

соросные теплые воды, выше, чем в неподогреваемой части водохранилища, летом на $4.1-6.6^{\circ}$, зимой - на $9-11^{\circ}$ (Буторин, 1969; Курдина, 1971; Флемо, 1972). В жаркое лето 1972 г. эта разница достигала 6.5° .

Сбор проб бентоса производился 2 раза в месяц на глубине 2 м дночерпателем Петерсена размером $1/40 \text{ м}^2$ (по 5 проб одноразовой промывкой через сито № 25). В отепленной зоне пробы отбирались вблизи устья залива.

Размерные стадии личинок устанавливались по измерениям ширины головной капсулы.

Первая молодь личинок в Ломоновичском заливе появлялась в конце мая - начале июня. В дальнейшем в разные годы развития в течение летнего периода шло по разному. В 1971 г. II генерация была с конца августа по сентябрь и III - в ноябре. В 1972 г. в заливе, по всей вероятности, было 2 популяции, поэтому в весенне-летней генерации происходило как бы изломание одного цикла развития личинок II группы на другой, создавая впечатление бесперывности развития. В 1972-1973 гг. число генераций могло быть больше.

В контроле (неподогреваемой зоне) в 1971 г. наблюдалась I генерация личинок *Ch.f.l.semireductus*, в 1972-1973 гг. их было по 2: I - в июне и II - в августе. Первые личинки II стадии единичными экземплярами появлялись в 1-й декаде июля.

Развитие личинок в зоне подогрева летом длилось около 30 дней, в контроле в весенне-летний периоды до 2 месяцев.

Продукция личинок *Ch.f.l.semireductus* рассчитана по методике разработанной сотрудниками ВНИИРХ (Газрилов, 1970). По средним индивидуальным весам была построена кривая весового роста личинок, по которой рассчитывался прирост биомассы для каждой возрастной группы. Продукция возрастных групп определялась путем сложения роста личинок и максимальной летней биомассы. При суммировании продукции возрастных групп была получена общая продукция за сезон личинок *Ch.f.l.semireductus* для отепленной зоны и контроля (см. таблицу).

Летняя продукция (P , г/м^2), средняя биомасса (г/м^2)
и П/Б - коэффициенты личинок *Ch.f.l.semireductus*

Год исследования	Отепленная зона			Контроль		
	1971	1972	1973	1971	1972	1973
Продукция, г/м^2	11.18	6.41	14.47	16.05	8.4	11.2
Средняя летняя биомасса, г/м^2	2.72	1.09	3.18	14.26	6.51	4.93
П/Б - коэффициент	4.2	5.8	4.5	1.2	1.2	2.2

Высокие П/Б - коэффициенты для личинок *Ch.f.l. semireductus* в отепленной зоне объясняются более быстрым развитием молоди и большим числом генераций. В контроле, где наблюдалась высокая летняя биомасса и продукция, развитие молоди протекает медленнее, что приводит к меньшему количеству генераций и низким П/Б - коэффициентам.

На высокий П/Б - коэффициент (от 20.5 до 36) указывает Н.В. Соколова (1959) для видов с коротким жизненным циклом (*Talutagelini*, *Polyredilum scallosum* и др.). У видов с длительным развитием и одной генерацией в году (*Chironomus anthracinus*, *Pallotalurus laticola*) годовой П/Б - коэффициент составляет 2.9-6.6. В оз. Дриэты для хирономид в целом П/Б - коэффициент был принят 4 (Гаврилов, 1970), в обогреваемой части Курьховского водохранилища для личинок *Ch.semireductus* он был равен 6.2-6.4 (Пидгайко, 1971).

По предварительным данным, весенне-летняя продукция в зоне подогрева в 1971 и 1973 гг. составляла, соответственно, 113.0 и 158.8 кг/га, в более жаркое лето 1972 г. она повысилась до 352.6 кг/га. В непогрееваемой зоне продукция за весенне-летний период была ниже: в 1971 г. - 82.7 кг/га, в 1973 г. - 28.3 кг/га; в 1972 г. она также оказалась повышенной - 87.8 кг/га.

На основании 3-летних наблюдений (1971-1973 гг.) за личинками хирономид *Ch.f.l. semireductus* Ивановского водохранилища можно сделать следующие выводы.

Теплые воды оказывают положительное влияние на скорость развития личинок.

Молодое поколение личинок в теплой зоне появляется в конце мая - начале июня, в неотепленной - позже на 3 недели.

Подогрев способствует удлинению вегетационного периода, вследствие этого в отепленной зоне наблюдается 2-3 генерации личинок *Ch.f.l. semireductus*, в неотепленной - всего 1-2.

Теплые воды способствуют увеличению продукции личинок: *Ch.f.l. semireductus*. Весенне-летняя продукция личинок в зоне подогрева выше в 1.5-5 раз, чем в непогрееваемой.

Н. В. МАМАЕВА
(ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД АН СССР)

ПЛАНКТОННЫЕ ИНFUЗОРИИ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В РАЙОНЕ
ВЛИЯНИЯ ПОДОГРЕТЫХ ВОД ПОНАКОВСКОЙ ГРЭС

Влияние обросших подогретых вод теплоэлектростанций на инфузорий водоемов-охладителей до сих пор практически не изучалось. По этому вопросу нам известна только одна работа Ф.П.Чорина и М.М.Валкода [3], где указывается, что численность донных инфузорий в подогретом участке лимана-охладителя выше, чем вне его.

Наши исследования проводились в 1972-1973 гг. с апреля по октябрь в нижнем Иваньковском плесе Иваньковского водохранилища. Сбор и обработка материала проводились по методике, описанной нами ранее [1, 2]. На каждой станции отбиралась интегрированная по вертикали проба, на некоторых - по отдельным горизонтам. Систематически изучался сетной планктон для учета крупных инфузорий и инфузорий - эпибонтов.

Коньковская ГРЭС, построенная на берегу Иваньковского водохранилища, для охлаждения использует воды этого водохранилища, которые забираются из водоема, пропускаются через теплообменники и затем сбрасываются по бетонированному каналу в Можайский водохранилище по течению р.Волга. При этом воде нагревается на 5-10°. Зона влияния подогретых вод распространяется на участке водохранилища выше этого залива, а в период осенней и зимней сработки уровня водохранилища влияние подогрева проявляется в выше, вплоть до района водозабора.

В Иваньковском плесе водохранилища всего определено 77 видов простейших; один из них относится к раковинным амёбам, два - к солнечникам, остальные - инфузории.

Многие из этих видов встречались редко и в незначительном количестве, некоторые (*Tintinnidium fluviatile*, *Codonella cratera*, *Strombidium viride* и др.) (табл.1) встречались постоянно и иногда развивались в большом количестве.

Колебания общей численности инфузорий в зоне влияния подогретых вод и вне его приведены в табл.2.

Видовой состав инфузорий, как и в других водоемах [1,2] заметно изменялся по сезонам. В апреле он был очень беден, средняя численность для Иваньковского плеса составляла 239 экз./л. В зоне влияния подогретых вод численность инфузорий была заметно выше (табл.2).

В мае инфузория достигла наибольшего развития. При этом в

Таблица 1

Средняя численность массовых видов инфузорий Иваньковского
плеса водохранилища в 1972 г. (экз./л).

Виды	Месяцы	У	УІ	УІІ-УІІІ	ІХ	Х
<i>Tintinnidium fluviatile</i> Stein		435	310	165	375	638
<i>Coleps hirtus</i> Nitzsch		ед.	1203	140	557	205
<i>Strebilidium velox</i> Fauré-Pr.		7	36	4	18	4
<i>Codonella cratera</i> Leidy		119	362	108	164	21
<i>Strombidium viride</i> Stein		161	100	60	108	ед.
<i>Vorticella anabaena</i> (Wang) Wenrich		0	31	82	0	0
<i>Phacelodon vorticella</i> Stein		1237	0	0	0	0
<i>Epistylis rotans</i> Sreć.		0	116	60	0	0

Таблица 2

Средняя численность инфузорий Иваньковского плеса
водохранилища в районе влияния подогретых вод и вне
его (экз./л)

Месяцы	Вне по течению	Подогретые воды	Вне по течению	Среднее
1972 г.				
У	1660	1961	1850	1900
УІ	3777	1565	1170	1950
УІІ-УІІІ	480	34	403	358
ІХ	1353	950	873	1003
Х	276	1085	43	731
1973 г.				
У	199	325	178	239
У	1216	1782	1230	1345
УІ	1058	1110	1279	1108
УІІ	120	102	-	111
Х	-	1162	179	743

подогретых вод в Можовичский залив количество их резко уменьша-
лось за счет гибели инфузорий в охлаждающей системе ГРЭС. Наибо-
лее высокая численность, до 5 тыс. экз./л, была на выходе Можович-
ского залива в водохранилище. При прохождении агрегатов ГРЭС на-
иболее сильно сокращалась численность *Tintinnidium fluviatile*.

Phascolodon vorticella, а также крупными ленточными формами: *Stokesia vernalis*, *Dileptus auber*, *Paradileptus conicus*, *Strombidium viride*.

В июне очень высокая численность, до 6 тыс. экз./л, наблюдалась в районе водовабора ГРЭС на счет обильного развития *Colera hirtus*. Численность этого вида в Можковичском заливе заметно сокращалась и ниже по течению оставалась на низком уровне, так и численность *Tintinnidium fluviatile*, одного из преобладающих видов в июне. *Strombidium viride* совсем не была отмечена в Можковичском заливе, как и в мае. Видимо, он полностью погибает при прохождении агрегатов ГРЭС. Только в зоне влияния подогретых вод были отмечены *Epistylis rotans* и *Vorticella ambaeana* — летние виды, которые в обычных условиях развиваются гораздо позже.

Летние месяцы — июль и август отличались минимальными развитием инфузорий. Численность их в Ивановском плесе была очень небольшой (табл. 2). В Можковичском заливе при наиболее высоких температурах (до 33°) в 1972 г. почти все инфузории погибли.

В сентябре численность инфузорий была значительно выше, чем в июле и августе. В районе влияния подогретых вод она несколько уменьшалась. Количество *Tintinnidium fluviatile*, *Codonella cratera* и *Colera hirtus*, преобладающих видов в этот период, в этой районе также уменьшалось, но незначительно.

В октябре влияние подогрева на численность и состав инфузорий оказывалось в наибольшей степени. Численность в этой зоне была в несколько раз выше, чем вне ее, видовой состав разнообразнее. В зоне подогрева резко увеличивалась численность *Tintinnidium fluviatile*, преобладающего в этом месяце вида, а также *Codonella cratera* и *Stokesia vernalis*. В отличие от других периодов в октябре мы не отмечали травмирующего влияния на инфузорий при прохождении воды агрегатов ГРЭС. Только в этом районе развивалось в значительном количестве *Amphileptus tracheloides*, *Colera hirtus*, *Strombidium viride*.

Таким образом, подогретые воды, поступающие в водохранилище с Комариновской ГРЭС оказывают на инфузорий Ивановского водохранилища существенное влияние. Это влияние сильнее всего в зоне наибольшего подогрева, но в разные месяцы проявляется в разной степени.

Наблюдается травмирование и гибель инфузорий при прохождении воды через охлаждающую систему ГРЭС. С мая по сентябрь численность *Tint. fluviatile*, *Phascolodon vorticella* и всех крупных ленточных форм после агрегатов ГРЭС заметно сокращалось. В меньшей степени травмировались *Colera hirtus*, *Codonella cratera*, *Epistylis rotans* и *Vorticella ambaeana*, что следует объяснить особенностями

строения этих организмов. В октябре хранившиеся зимние личинки зорий не отмечались.

В зоне подгогрева весной раньше, чем где-то, появляются летние виды: *Colera hirtus*, *Cristatella rotunda*, *Vorticella alabastrina*. В осеннее время здесь значительно дольше сохраняются.

Литература

1. Мамеева Н.В. Предварительные результаты исследования индустриальной прибрежной зоны Рыбинского водохранилища. - Докл. обш. биол. ин-та окол. внутр. вод АН СССР, 1973, 16.
2. Мамеева Н.В. К изучению простейших р. Волги. - Докл. обш. биол. ин-та окол. внутр. вод АН СССР, 1974, 21.
3. Чорна Ф.П., Никол М.И. Наука донных свободноживущих индустриальной Кучурганского лимана-охладителя Молдавской ГРЭС. - Бюлл. ресурсы водоемов Молдавии, 1973, 11.

И.А. МЕЧИНОВ
(НИС ГИДРОПРОЕКТА им. С.А. ДУКА)

РАЗВИТИЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ И ПРОБЛЕМА ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Рост народного хозяйства и благосостояния нашей страны неразрывно связан с опережающими темпами развития энергетики. К 1990 г. общая установленная мощность всех электростанций достигнет 650 млн. кВт, а выработка превысит 3000 млрд. кВт/час. При этом более 4/5 всей электроэнергии будут вырабатываться тепловыми и атомными станциями.

При работе ТЭС и АЭС будет использоваться огромное количество воды. Так, в 1990 г. на охлаждение потребуется 590 км³ воды. Только в пределах Европейской территории СССР (ЕТС) в сбросных водах ТЭС и АЭС будет содержаться около $2,5 \cdot 10^9$ Гкал тепла.

Напряженность топливного баланса в настоящее время и в перспективе в значительной мере связана с низким КПД электростанций. Вместе с тем, громадное количество тепла теряется без всякого использования, являясь ущерб окружающей среде. В настоящее время количество сбросного тепла только в ЕТС составляет примерно $2,5 \cdot 10^9$ Гкал, что может покрывать потребности промышленности в тепле.

Принципиально возможно следующим путем решить проблему использования теплоты воды сбросов: сбросившая электроэнергию вода

вод (их температура примерно на 10° превышает температуру воды на водозаборе); предварительный подогрев вод до нужных температур; организация технологии безотходного производства (замкнутая система); изменение технологии выработки электроэнергии с целью получения теплых вод требуемых параметров; рациональное размещение ТЭС и АЭС.

В настоящее время основные усилия по утилизации теплых вод направлены по пути непосредственного использования низкотемпературных вод в тепличном хозяйстве, на животноводческих фермах, для организации рыбоводных хозяйств на прудах-охладителях. Кроме того, изучаются возможности использования теплых вод для орошения сельско-хозяйственных культур и обогрева открытого грунта, для выращивания зеленых водорослей.

Разработаны и опробованы гидротеплицы, использующие низкотемпературную воду, где могут культивироваться несколько десятков видов и сортов овощных культур, цветов и др. Широко строительство гидротеплиц на соросных водах может полностью устранить строительство теплиц обычного типа и освободить народное хозяйство от необходимости их специального обогрева.

Одним из потребителей тепла являются животноводческие фермы. За счет обогрева помещений улучшаются условия труда, повышается продуктивность животных, снижаются заболевания. Имеющиеся данные свидетельствуют о перспективности этого направления, но его широкому внедрению должны предшествовать научные исследования.

Потребность в рыбной продукции 2000 г. по плану будет составлять 6 млн. т рыбы в год. В настоящее время эта потребность на 1/5 покрывается за счет океанического лова. По предварительным данным, абсолютная величина последнего будет падать, в связи с чем резко возрастет роль искусственного рыбоводства и особенно его интенсивных форм — садкового и бассейнового хозяйства. Исключительно большую роль может сыграть организация этих хозяйств на базе теплых вод. Уже накоплен производственный опыт, свидетельствующий о том, что выпуск продукции с единицы площади таких хозяйств может быть увеличен по сравнению с обычными прудовыми хозяйствами в 100 раз! В целях широкого промышленного внедрения этого метода необходима дальнейшая работа по совершенствованию биотехники выращивания рыб и расширению их видового состава.

В связи с быстрым развитием промышленного производства продуктов животноводства остро стоит проблема обеспечения животных кормами с высоким содержанием белков и витаминов. Опыт выращивания зеленых водорослей в культивиаторах и бассейнах показывает его высокую эффективность: например, хлорелла может дать до 40 т пере-

варимого белка с 1 га в год. Диапазон оптимальных температур для культивирования ларв составляет 18-40°, что открывает принципиальные возможности выращивания зеленых водорослей с использованием сбросного тепла.

Мало изучены возможности использования теплых вод для обогрева открытого грунта. Такое использование позволяет удлинить вегетационный период, повысить урожайность и расширить ареал сельскохозяйственных культур. Однако недостаточно разработаны вопросы экономичности систем обогрева и подбора культур, причем важно предупредить возможность иссушения почвы.

Имеется еще одна возможность использования низкотемпературных сбросных вод электростанций: орошение теплыми водами, применяемое в левых районах для выращивания риса, что способствует повышению его урожайности. Внедрение этого метода требует изучения возможности полива в весенне-летний период.

При существующей схеме эксплуатации ТЭС происходит загрязнение водоемов и атмосферы. Помимо избыточного тепла, в водоемы поступают нефтепродукты, соли тяжелых металлов, кислоты и щелочи. В атмосферу выбрасываются зола, окислы серы, азота и др. Поступление теплых вод в водоемы усугубляет процессы загрязнения. В частности, уже первые исследования, проведенные на водоемах-охладителях на Украине, показали, что норматив сброса теплых вод (не допускающий повышения температуры в водоеме в месте полного смешения более чем на 3° против максимальной наблюдаемой месячной температуры) недостаточно обоснован.

Уже в ближайшей перспективе на площадках крупных ТЭС и АЭС будет иметь место концентрированный выброс в окружающую среду неиспользуемой тепловой мощности. Одновременно в системах технического водоснабжения этих станций будет испаряться большое количество воды.

Выброс таких огромных потоков тепла и влаги в настоящее время имеет место лишь над территориями крупнейших городов мира, где приводит к заметному изменению микроклимата. Это обстоятельство требует изучения влияния строительства мощных ТЭС и АЭС на изменение микроклимата в районах их сооружения.

Интенсивные формы животноводства и рыбного хозяйства на теплых водах могут стать источниками дополнительного загрязнения среды. Эти же отходы являются ценным сырьем, которое может быть полностью использовано при комплексной форме развития хозяйства на теплых водах. В частности, кислород, получаемый в теплицах, может быть направлен на животноводческие фермы, а из последних воздух, обогащенный углекислым газом, — в теплицы. Животноводческие фермы

и рывные хозяйства является востанавливающим ценного удобрения для производства сельско-хозяйственных культур и выращивания водорослей.

Возможна и уже находится в стадии разработки более широкая постановка решения проблемы, связанная с созданием агропромышленных комплексов, использующих все отходы ТЭС и хозяйства, работающих в едином комплексе с ними.

Проблема развития теплоэнергетики и ее влияния на окружающую среду носит комплексный характер. Многие аспекты этой проблемы или вовсе не изучены, или изучены в недостаточной степени. В связи с этим требуется дальнейшая работа научно-исследовательских и проектных организаций ряда министерств и ведомств, институтов АН СССР и вузов.

Одной из важнейших частей этой проблемы является изучение влияния теплых сбросных вод на гидрологический и биологический режим естественных водоемов.

Необходимо разработать методику и организовать стационарные гидрологические, термические, гидрохимические и гидробиологические исследования водоемов, принимающих сбросные воды с целью изучения современного и прогнозирования будущего гидроэкологического и гидрохимического режима водоемов.

Должны быть разработаны эффективные рыбозащитные устройства для технического водоснабжения ТЭС и АЭС.

Выполнение указанных выше работ позволит учитывать вопросы "теплового", химического и биологического загрязнения при решении задачи оптимизации размещения крупных ТЭС и АЭС на территории СССР.

Ф.Д.МОРДУХАЙ-БОЛТОВСКОЕ
(ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД АН СССР)

ФОРМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕПЛЫХ И АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ЖИЗНЬ ВОДОЕМОВ

Влияние тепловых и атомных станций (ТЭС и АЭС) на гидроэкологический и биологический режим водоемов, на которых они расположены, многостороннее и далеко не ограничивается только сбросом подогретых вод. Оно осуществляется по 3 направлениям: А. При прохождении организмов агрегативные станции вместе с охлаждающей водой. Б. Непосредственно в тушении со сбрасываемой водой добытого тепла, влияющего на температуру в водоеме. В. Через изменение кру-

гих факторов среды сброса электростанций (изменение гидролого-гидрохимического режима, загрязнение).

А. Прохождение агрегатов станций. Оно может оказывать очень сильное влияние на организмы, вовлеченные вместе с охлаждающей водой, т.е. на рыб и планктон. Они испытывают следующие воздействия:

- а) Удары о заградительные решетки перед входом в насосы. От этих ударов травмируются рыбы, которые нередко погибают здесь в большом количестве. Так, на решетках одной ТЭС в США за 2 зимних месяца было собрано 1,5 миллиона погибших рыб. Личинки и ранняя молодь рыб проходят через отверстия решеток.
- б) Повышенное давление в насосах, нагнетающих в станцию охлаждающую воду; оно, очевидно, может травмировать более нежные организмы, хотя точных сведений об этом не имеется.
- в) Хлорирование воды, проводящееся периодически на многих станциях для предотвращения обрастания конденсаторных трубок. Некоторые авторы указывают на его вредное влияние на планктон.
- г) Прохождение через конденсаторные трубки. Через эти трубки диаметром 15-30 мм вода с организмами проносится в течение немногих (1-2) минут со значительной скоростью (1,5-2 м/сек.) и за это время быстро нагревается от окружающего трубки пара. Организмы испытывают механическое травмирование от ударов о стенки трубок и одновременно термический шок от внезапного повышения температуры, обычно на $8-12^{\circ}$ (в США повышение температуры в разных атомных станциях составляет от 6 до 16° , в среднем - $10,8^{\circ}$).
- д) Прохождение через водосбросный канал и порог-водопад, которым он часто заканчивается. На пороге вода сбрасывается иногда с высоты 2 м и более (при повышении уровня водоема) и здесь, очевидно, должно происходить сильное травмирование организмов. По американским данным молодь рыб, прошедшая конденсатор и испытавшая термический шок, теряет равновесие или способность к ориентированным движениям, в результате чего становится добычей хищников. Было отмечено, что доступность молоди хищникам возрастает, причем тем больше, чем дольше испытывался подогрев. По отношению к планктону неоднократно подтверждалась гибель многих видов, в основном ракообразных, причем наибольший процент гибели (иногда, как например у азиатской ГЭС - до 80-90) наблюдался при наиболее высоких температурах.

Вблизи места водосброса обычно наблюдается много погибших или мертвых планктонных животных, что способствует развитию бактериальной флоры.

Б. Повышение температуры водоема ниже места сброса подогретых вод. Оно вредно: гнет на всю гидрофуну и гидрофлору, включая и бентос. Сброс подогретых вод часто вызывает «тепловым загрязнени-

ли", однако это выражение лучше избегать (иногда его называют термином "пеллефикация", равнозначным "нагреванию"), так как подогрев не всегда приносит вред. На основании многих исследований теперь уже известно, что температуры, приближающиеся к 30° ("замороженные тридцать") на большинство водных организмов производят отрицательное действие и дальнейшее повышение температуры часто приводит к их гибели. Но повышение температуры до $20-25^{\circ}$ обильно вызывает положительное действие, стимулируя рост и размножение организмов. Поэтому вредное влияние подогрева в умеренном климате может сглаживаться лишь в самое теплое время года и в самые теплые годы, а в субтропическом и тропическом климате оно может проявляться почти всегда уже при незначительном повышении температуры. Но большинство организмов обособило к температурной адаптации, позволяющей им повышать летальный порог или увеличивать длительность выживания при высокой температуре. При подогреве, не доводящем температуру до $27-30^{\circ}$, его влияние наиболее известно выражается в сдвиге фаз или стадий жизненного цикла в минимальном численности и удлинении вегетационного периода. Влияние на численность более или менее отчетливо замечается на планктоне (бактерио-, фито- и зоопланктоне), количество которого повышено в зонах подогрева. Это, конечно, способствует эвтрофикации водоема, но обилие планктона зависит не только от температуры, но и от других факторов. Влияние же такого подогрева на обилие бентоса вообще неясно, так как обычно замаскировывается другими, более сильными факторами, особенно характером грунта.

В. Изменение других экологических условий водоема ниже водосбора электростанций. Здесь наблюдается несколько явлений. а) Усиление течения - появление непрерывного потока подогретой воды, достигающего иногда высоких скоростей (например до 1 м/сек. зимой в районе крупных ГРЭС). Этот поток может на большом расстоянии (несколько километров) сносить планктон и сильно изменять условия его обитания. б) Разрыв грунтов под влиянием этого же потока, резко изменяющий условия обитания зообентоса (особенно пеллофитов). в) Изменение кислородного режима. Несмотря на повышение растворимости кислорода при повышении температуры водохранилище его в зоне подогрева не ниже, а обычно выше, чем в непогреваемой зоне ниже. г) Поступление сильной аэрации воды при проходе им ГРЭС. г) Поступление промышленных загрязнений от электростанций, в частности - отходов, промышленных растворов, золы, ионов тяжелых металлов, веществ, используемых для водоподготовки. Нефтепродукты за 1 м/сек. как толщу вод, так и в виде тяжелых фракций, дна (загрязнения). В этих водах содержится кислоты, щелочи

чи, некоторые ядовитые вещества, и хотя они подвергаются очистке, она обычно оказывается недостаточно полной. д) Поступление в воду радиоактивных веществ от атомных станций. При надлежащей изоляции оно может быть предотвращено. е) Поступление бытовых загрязнений от поселков у электростанций. Бытовые загрязнения вырываются в поступлении органических веществ, а если они хорошо очищаются — биогенных соединений. Это изменяет условия питания животных и растений и часто способствует автотрофизации водоема.

Таким образом, в районе электростанций на организмы водоема кроме добавочного тепла, одновременно действует несколько других факторов среды. Из них важнее всего травмирование при прохождении станций, течение, изменение условий питания организмов и характера донных отложений. Большое значение в условиях водохранилищ имеют и колебания уровня, экологическое влияние которых очень велико. Влияние некоторых из этих факторов иногда совершенно замаскировывает действие подогрева. Кроме того, с повышением температур обмечаются потребности организмов к кислороду и пище и усиливается (большая часть усиливается) токсическое действие ядовитых веществ.

Этот „синдром“ во многих случаях сильно затрудняет выяснение значения наиболее характерного для ТЭС и АЭС фактора — подогрева (добавочного тепла) и подчеркивает необходимость экспериментальных исследований (лабораторных и модельных), в которых может быть искусственно устранено влияние других факторов.

В.И. НАЗАРОВ, В.С. ТВОРСКИЙ
(ХАРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А.М. ГОРЬКОГО)

РОСТ, СОЗРЕВАНИЕ И НЕКОТОРЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛЕЩА ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЗИМЕСКОЙ ГРЭС - оз. ЛИМАН

Оз. Лиман относится к водоемам-охладителям озерно-прудового типа с оборотной системой водозабора. Озеро, площадью 1200 га, расположено в пределах второй левобережной террасы р. Сев. Донец. Уровень воды в озере поддерживается путем подкачки воды из Сев. Донца по специально построенному каналу.

В связи с исследованием озера в рыбохозяйственных целях представляет интерес изучение морфоэкологических особенностей рыб, обитавших в водоеме. В настоящем сообщении приводятся результаты исследований по росту, созреванию и морфологическим характеристикам осетрового плетистого леща в озере — леща, к описанию которого по

эти показатели с лещем из Печеневского водохранилища, площадь 9000 га на р.Сев.Донец.

Материал был собран в 1971-72 гг. Для отлова рыб использовались ставные сети с различными размерами ячей и промышленный невод длиной 100-200 м. Возраст и рост рыб определялся по чешуе, в частности морфологических показателей были использованы микротические и пластические признаки, относительный вес сердца и печени. Весь собранный материал обработан вариационно-статистическим методом.

У леща оз.Лиман и Печеневского водохранилища отмечено отсутствие полового диморфизма по темпу линейного роста. Самцы и самки имеют примерно одинаковый темп роста и достоверных различий между ними в этом отношении не обнаружено.

Для лиманского леща характерен более быстрый рост и более значительный коэффициент упитанности. В первый год жизни прирост длины тела у леща в оз.Лиман составляет 10.8 см, а в Печеневском водохранилище - 8.5 см, в течение 2-го года соответственно - 7.8 и 7.7 см, 3-го - 6.6 и 5.9 см, 4-го - 3.6 и 5.5 см. Таким образом, наиболее быстрый рост лиманского леща приходится на первые 3 года его жизни. Поступающее с 4-летнего возраста земледелие линейного роста связано с тем, что в оз.Лиман лещ на 4-м году жизни достигает половой зрелости и впервые нерестится в основной массе в возрасте полных 3 лет. В Печеневском водохранилище лещ становится половозрелым в 5-летнем возрасте и лишь отдельные экземпляры созревают в возрасте 4 лет. Известно, что повышение температуры воды (именно это наблюдается в водоем-схладителе - оз.Лиман), не выходящее за рамки возможного для вида диапазона, в большей степени стимулирует развитие, чем рост (Расс, 1941).

Удельная скорость роста леща в рассматриваемых 2 популяциях в первые 3 года примерно одинакова, но затем этот показатель у лиманского леща заметно снижается, что связано с достижением им в этому времени значительных размеров.

В промысловых уловах в Печеневском водохранилище отмечено 8 возрастных групп леща, а в оз.Лиман 5, причем преобладают особи в возрасте 3-4 лет, что указывает на довольно интенсивный характер промысла.

Влияние подогретой вод сказывается и на упитанности леща в оз. Лиман. Наблюдается, как и у леща из Сев.Донца и его притока Айдар в районе сброса в них подогретых вод Луганской ГРЭС (Дарбуна, 1971), положительное влияние повышенной температуры на упитанность леща в оз.Лиман в зимний период. Д. Лиманский лещ из зимних и равновесных уловов характеризуется более высокими показателями коэффи-

еита упитанности и жирности, чем этот же вид из Печеневского водохранилища.

Изучение размерно-возрастной изменчивости группы пластических признаков показало относительное уменьшение многих признаков, связанных с движением у рыб. Известно, что с возрастом подвижность многих рыб уменьшается, что естественно, влечет и замедление развития локомоторных органов. У леща оз. Лиман отмечено несколько меньшее число чешуи в боковой линии и лучей в брюшном плавнике, что является приспособлением к движению в более теплой и, следовательно, в менее вязкой воде.

По группе интерьерных признаков лиманский лещ обладает меньшим относительным весом сердца и большим развитием печени, что свидетельствует о неблагоприятных условиях потребления и усвоения кормовых организмов. Для самок леща характерны меньшие значения индекса сердца, чем для самцов, и близкие по относительному весу величины индекса печени.

Таким образом, у леща из водоема-охладителя Зимней ГРЭС — оз. Лиман и леща из Печеневского водохранилища, расположенных в одной географической зоне, наблюдаются различия в скорости роста, созревания, и некоторых интерьерных и интерьерных признаках.

В.М. НИКОЛАНОВ
(ВЕРХНЕ-ВОЛЖСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГОСНИИРОУ)

О НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ИХТИОФАУНЫ В ВОДОЕМАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ СЫРСЫХ ВОД ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Современные тепловые электростанции, используя большое количество воды, служат источниками дополнительного тепла, поступающего в водоема-охладители. Повышение температуры воды вносит значительные изменения как в состав фауны рыб, так и в биологические показатели отдельных видов. При этом в водоеме создается новый биотоп с более продолжительным вегетационным периодом. В связи с развитием энергетики преимущественно за счет строительства тепловых и атомных станций, когда число водоемов с изменившимися температурными режимами резко возрастает, их воздействие на формирование ихтиофауны и заплом рыб в водоемах необходимо учитывать.

В настоящее время формирование ихтиофауны в большинстве водоемов-охладителей происходит стихийно. Поэтому изучение закономерностей формирования ихтиофауны под воздействием теплых вод прибор-

рассматривает особую актуальность, тем как позволяет подойти к вопросам управления этими процессами. Закономерности формирования ихтиофауны в водоемах-охладителях определяются многими условиями, в том числе географическим положением, типом и размерами водоема, гидрологическими и метеорологическими условиями, а также количеством поступающей в водоем тепловой воды.

В результате проведенных нами в 1966-1973 гг. исследований по воздействию сбросных теплых вод Канавинской ГРЭС на биологические процессы и ихтиофауну Ивановского водохранилища, а также анализе литературных данных (Астрахань, 1971; Владимирова и др., 1971; Щербук, 1972; Статова, Кубрак, 1971; Denker, 1966; Allen et al., 1970; Zawischa, Baskiel, 1971; Kriake, 1972) выявлены некоторые закономерности формирования ихтиофауны в водоемах под влиянием сбросных вод тепловых электростанций. Они заключаются в следующем:

1. Изменение видового состава рыб, обитающих в «отопленных» участках и водоемах: господствующее положение занимают рыбы бореально-равнинного и понтонаспийского преомоводных фаунистических комплексов, увеличивается, в частности, численность теплолюбивых рыб (красноперки, густеры, уклей, плотвы и др.).
2. Образование зимних и весенних скоплений рыб преимущественно в районе сброса теплых вод и концентрация реофильных рыб (зареза, головля, язь) в течение всего года в этом районе.
3. Изменение в численности отдельных видов рыб соответственно изменению видового состава: увеличение численности из ценных видов рыб — судака, леща, карпа, сома, карася и некоторых других, из малоценных — красноперки, густеры, уклей, плотвы; уменьшение численности щуки.
4. Зональность в распределении рыб и тенденция к образованию локальных стад.
5. Ускорение созревания половых продуктов и сдвиг нереста на более ранние сроки, а в некоторых водоемах с резкоизмененными гидрологическими условиями — увеличение продолжительности нереста.
6. Наступление половой зрелости в более раннем возрасте и при меньших размерах.
7. Возникновение неблагоприятных температурных условий для развития икры щуки, язя (в отдельных случаях для окуни), а также холодолюбивых рыб (изюма, сиговых, снетки), что приводит к их угнетению или полному исчезновению из состава ихтиофауны.
8. Увеличение периода инкубации рыб и, как следствие, ускорение роста большинства видов рыб, особенно в младших возрастных группах; периодичность в характере роста в течение года: рост то резко ускоряется, то замедляется.

9. Возникновение отличий в характере питания и уязвимости рмо, связанных с особенностями развития кормовой базы и условий откорма в водоемах-охладителях по сравнению с естественными условиями. 10. Усиление заражения рмо паразитами, в частности лигулезом.

11. Создание благоприятных условий для обитания ценных теплолюбивых видов рыб: белого амура, толстолобика, карпа, серебряного ласина, угря и других видов, что позволяет проводить работы по направленному формированию ихтиофауны и повышению рыбопродуктивности водоемов-охладителей, так как видовой состав рыб и их количественные соотношения являются одним из решающих факторов, определяющих рыбопродуктивность водоема.

Поскольку рыбы являются пойкилотермными животными, важнейшие процессы жизнедеятельности которых выходят в прямой зависимости от температуры окружающей среды, нами предложена экологическая классификация основных пресноводных рыб по температурному фактору. Пресноводные рыбы, обитающие в средних широтах, могут быть разделены на 4 группы. Основными критериями для разделения рыб на группы были выбраны пороговая температура нереста по нашим наблюдениям и литературным данным (Дригин, 1949) и пороговая температура выживания по данным различных авторов (Привольнев, 1965; Кудровская, 1959; Фидон, 1971; Ногосевич, 1969). По этим признакам пресноводные рыбы распределяются так:

1. Холодолюбивые (холодолюбивые) рыбы (температурный порог нереста ниже $4-7^{\circ}$, температурный порог выживания $23-28^{\circ}$): ряпушка, сиги, елец, снеток.

2. Заритермные рыбы с ранне-весенним нерестом (температурный порог нереста до $10-12^{\circ}$, температурный порог выживания 30°): минюга ручьевая, щука, ляз, окунь, ерш.

3. Заритермные рыбы с поздне-весенним нерестом (температурный порог нереста не выше $16-17^{\circ}$, температурный порог выживания $32-33^{\circ}$): плотва, елец, голавль, карась, подуст, синец, подкаменщик, ляз, судак.

4. Теплолюбивые (теплолюбивые) рыбы (температурный порог нереста не выше $16-18^{\circ}$, а температурный порог выживания $34-35^{\circ}$): красноперка, верховка, лязь, пескарь, уклей, густера, чебак, карась, карп, щиповка, вьш, белый амур, толстолобик.

Указанная классификация позволяет наметить перспективы рыбохозяйственного использования водоемов-охладителей.

Холодолюбивые рыбы полностью выйдут из состава ихтиофауны воздействия теплых вод, так как здесь для них не имеется условий для нереста, ни для нагула в летний период. Эти рыбы могут обитать в зонах теплых вод или водоемах-охладителях эпизодически из

«неотепленным» участкам или водоемам.

Заритермные рыбы с ранне-весенним нерестом будут находиться в водоемах-охладителях в угнетенном состоянии, так как в связи с быстрым прогревом воды в весенний период для развития икры и личинок этих рыб создаются неблагоприятные температурные условия, а, кроме того, при сильном прогреве воды в летний период (выше 30°), если они не могут уйти в другие участки или водоемы, возможны их гибель. Эта группа не будет иметь особого значения в водоемах-охладителях.

Для группы заритермных рыб с поздне-весенним нерестом в водоемах-охладителях, как правило, создаются благоприятные условия для нереста особенно при холодной, затяжной весне, а также и для нагула, за исключением периода повышенных температур в летний период (выше $26-27^{\circ}$), когда происходит снижение интенсивности их питания. Рыбы этой группы могут занять господствующее положение в составе ихтиоцены, особенно в больших по площади водоемах-охладителях с разнообразными экологическими условиями.

Теплолюбивые рыбы имеют в водоемах-охладителях наиболее благоприятные условия как для нереста, так и для нагула в связи с удлинением времени для нереста и периода нагула. Однако развитие этих рыб в больших степенях зависит от кислородного режима и развития водной растительности, так как при повышенных температурах в летний период в зарослях возможен дефицит кислорода и гибель отложенной икры.

В связи со сложностью вопроса и сравнительно небольшим периодом наблюдений еще трудно окончательно установить все закономерности формирования ихтиоцены в водоемах-охладителях и необходимым дальнейшее исследование в этой области.

В. А. НИКАНОРОВ, В. В. ФАДОН
(ВЕРХНЕ-ВОЛЖСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГОСНИИРА)

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ГИГИАНЫ ВОД КОЖАКОВСКОЙ ГРЭС НА НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОТВЫ

В Ижмэковском водохранилище по численности плотвы известны одно из первых мест. По классификации Г. И. Никольского (1933) этот вид относится к порочно-различному комплексу. Этот комплекс занимал господствующее положение в фауне, подверженной влиянию сбросных теплых вод кожакновской ГРЭС (Никаноров, 1955).

В 1956-1957 гг. для плотвы в этих условиях, особенно в зимний

ческими анализами, в Мокшвичском заливе (зона теплых вод) оставили 36,6, 49,4, 50,0%, в водохранилище (контрольные неподогретые участки) соответственно 23,4, 30, 36,8%.

Изменение условий среды обитания в Мокшвичском заливе под влиянием сброса теплых вод ГРЭС оказало влияние на биологию плотвы. Изменились сроки ее нереста. Если в водохранилище (Сухаринский валек, служивший контролем) в 1971 г. нерест проходил во 2-й декаду мая при температуре 11,6°, а в 1972 г. в конце 1-й декады мая при температуре 11,4°, то в Мокшвичском заливе сроки сдвинулись в 1971 г. на конец апреля при температуре 11-12°, в 1972 г. - на 3-ю декаду апреля при температуре 14,7°. Единичные экземпляры плотвы нерестились здесь и в первой половине апреля при температуре 10,6-12°, т.е. почти на месяц раньше, чем в водохранилище. Как отмечает Т.А.Вримова (1972), резорбция овоцитов у плотвы в Мокшвичском заливе замечается обычно в середине мая, а в водохранилище - в июне. Длительность II стадии зрелости у повторно-нерестившихся особей в Мокшвичском заливе составляет 1,5-2 месяца, в контроле - 1-1,5 месяца.

Абсолютная и относительная плодовитость плотвы из Мокшвичского залива, по данным 1969 г., несколько выше, чем в контрольных участках по всем возрастным и размерным группам (Биртальсон, 1972).

Темп роста молоди плотвы почти не изменялся под влиянием повышенных температур. Однако в связи с удлинением вегетационного периода, обусловленным ранним нерестом и продолжением роста в сентябре-октябре, в Мокшвичском заливе увеличились конечные размеры и вес сеголеток плотвы по сравнению с контрольными участками. В 1969 г. сеголетки плотвы в Мокшвичском заливе имели длину на 17 мм больше и соответственно вес в 3 раза больше, чем в контроле, в 1970 г. - длину на 27 мм и вес в 4 раза больше, в 1971 г. различий не обнаружено, что связано с неблагоприятными метеорологическими условиями (Бойцов, 1972).

По данным Г.Д.Максимовой (1972) в питании взрослой плотвы тоже отмечены некоторые изменения. Так, в контроле плотва в основном питается животными с преобладанием зоопланктона, а в Мокшвичском заливе предпочтение отдается растительной пище.

Получены некоторые данные по влиянию теплых вод и по другим биологическим показателям плотвы: коэффициент упитанности, содержание жира, а также коэффициент зрелости и темп роста.

Коэффициент упитанности (K_u , по Фултоу) плотвы, по данным исследований 1969-1970 гг., по водохранилищу и челму, включая и Мокшвичский залив, колеблется от 1,39 до 2,2. В весенний период K_u плотвы из различных участков был сходен, по исключению с размер-

ных групп (8-10 и 10-12 см) в 1969 г., когда наблюдалось притяжение K_u у плотв на контроле. В летне-осенний период 1969 г. в Мошковичском заливе указанные размерные группы были менее упитаны, остальные существенных различий не имели. В летне-осенний период 1970 г. плотва размером до 14 см отличалась большей упитанностью в Мошковичском заливе, более крупные имели одинаковый K_u по обоим районам.

Так же, как и упитанность, содержание жира в рыбе характеризует ее обеспеченность пищей. В летний период 1972 г. наибольший показатель жирности имели плотва из Мошковичского залива (среднее 14.76 и 16.07% у омов, 15.11 и 20.86% у омовцов).

Как в зоне теплых вод, так и в контроле у плотвы наблюдается тенденция к некоторому уменьшению для сохранения на одном уровне K_u от зимы к весне и постепенному увеличению его от весны к лету и от лета к осени. Например, в группе 12-14 см явной K_u составлял 1.98 (1970 г., Мошковичский залив), весной 1.94, летом 2.10 и осенью 2.23%. Аналогично возрастает и содержание жира у плотвы независимо от пола и места обитания. Так, весной 1972 г. содержание жира у плотвы составило около 5% (от сухого веса), летом - около 17.

Коэффициент зрелости (K_z) в целом по всему водоему колеблется у самок плотвы в пределах 0.77-14.8, у самцов - 0.23-5.6%. Минимальный коэффициент зрелости приходится на преднерестовый период, апрель, максимальный - на июль. Сравнение K_z по годам (1970-1972 гг.) показало, что как в Мошковичском заливе, так и в контроле в июле-октябре K_z у самок был выше в 1970 г. (среднее 1.2 и 0.77 в июле, 2.6 и 1.28 в августе, 6.6 и 3.75 в сентябре, 8.1 и 5.7 в октябре в Мошковичском заливе). Но овам существенного различия по годам не отмечается.

Судя по коэффициенту зрелости, нерестовый период плотвы в контроле приходится на апрель-май, в зоне теплых вод он ограничен апрелем. K_z у самок на контроле в апреле составляет 11.1, в мае 9.4 (1972 г.), в Мошковичском заливе - в апреле 14.8, в мае 1.16. У самцов соответственно в контроле 5.6 и 2.55 и в Мошковичском заливе 3.65 и 11.36.

Наблюдениями установлено, что темп роста плотвы в Мошковичском заливе и контроле неодинаков. В 1970 г. размеры 2-леток как в июле, так и в октябре были выше в Мошковичском заливе (7.3-8.5 см), чем в контроле (8.1-9.3 см). У 3-леток начальные размеры (в мае) также выше в контроле, но в октябре размеры их в Мошковичском заливе превышали контрольные (средние соответственно 8.9 и 9.3 см). 4 и 5-летки имели более высокие начальные и конечные размеры

Монковичском заливе.

Однако в ходе роста отдельных возрастных групп в течение года в зоне теплых вод и в контрольных участках значительных колебаний не отмечается и установить какие-либо закономерности довольно трудно. Все же сравнение темпа роста плотвы по районам и годам показывает, что в зоне теплых вод плотва растет несколько быстрее (см. таблицу).

Рост плотвы в Ивановском водохранилище в 1970-1973 гг.

Районлова, годы	В о з р а с т				
	1	2	3	4	5
Монковичский залив (зона подогрева)					
1970	6.1	10.3	13.0	14.7	16.0
1972	8.0	9.4	12.0	15.3	16.6
1973	7.2	9.8	11.2	14.0	16.0
Перетрусовский залив (неподогреваемая зона)					
1970	-	10.7	12.2	14.4	15.6
1972	6.5	9.7	10.4	15.0	16.8
1973	-	9.7	11.2	12.5	-

Таким образом, сброс теплых вод в водохранилище оказывает определенное влияние на основные показатели роста и развития плотвы. Созревание плотвы в зоне теплых вод сдвигается на более ранние сроки. В летний период K_p и содержание жира, так же как и темп роста, несколько выше в зоне влияния теплых вод.

И.А. НИКИТИН, И.Г. ПОЗНЯК
(ИНСТИТУТ ГИДРОМЕХАНИКИ АН УССР)

АЭРОГИДРОТЕРМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ВОДОЕМАХ, ПОДОГРЕВАЕМЫХ СТРОЯМИ ВОДАМИ ТЕПЛОВЫХ И АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Современные планы строительства АЭС связаны с водой, охлаждающей конденсаторы, очень большое количество тепла, способное существенно повысить среднюю температуру используемых для целей охлаждения водоемов и, главное, вызвать опасность для гидробиологического режима местных водоемов и окружающих земель. Поэтому строительство новых и развитие действующих станций на водоемах комбинированного типа, позволяющих использовать тепло, выделяемое

нормами допустимого «теплового загрязнения». Разработка их является комплексной задачей, требующей совместной работы гидробиологов и гидромехаников.

Прогноз «теплового загрязнения» водоема будущей станцией должен строиться с учетом конкретных условий ее работы. Для правильной оценки развития гидробиологических процессов в реальных условиях эксплуатации водоема необходимо определение местных и средних температур, а также процесса накопления тепла с учетом нестационарности гидрометеорологических характеристик и режима работы станции.

Разработка методов расчета процессов переноса, рассеивания и накопления тепла в подогреваемом водоеме в нестационарных условиях является сложной задачей, решение которой гидромеханиками выполнено лишь частично.

Исследования в этом направлении проводятся в Институте гидромеханики АН УССР, где разработана математическая модель приводного олюя воздушного потока и на ее основе предложены методы расчета аэротермического процессов и теплоотдачи в атмосферу с поверхности подогреваемых водоемов. Они существенно уточняют величину теплоотдачи за счет учета влияния ряда неучитывавшихся ранее факторов: шероховатости подстилающей поверхности внутреннего берега, трансформации скоростей ветра по длине водоема, его размеров и конфигурации, термической стратификации в приводном слое воздушного потока, нестационарности метеорологических условий. При этом определяются не только средние по площади, но и локальные характеристики, что важно для контроля «теплового загрязнения» по отдельным зонам водоема.

Для проведения практических расчетов теплоотдачи конкретных водоемов необходима информация о протекающих в них гидротермических процессах, в частности данные о сетке поверхностных изотерм. В настоящее время для получения этих сведений требуется проведение моделирования водоема, что связано с большими затратами труда, времени и средств. Но даже на крупномасштабной модели практически невозможно с необходимой полнотой воспроизвести сложную картину реального течения в водоеме, связанную с деформацией нестационарных циркуляционных струй нестационарным сносимым потоком, вызванным ветровыми и стоковыми течениями. Еще труднее в этих условиях обеспечить правильное воспроизведение нестационарного теплообмена струй с ограничивающими ее областями, т.е. процессов, определяющих формирование изверженных изотерм водоема. Наиболее рациональным выходом из этого положения является разработка математических моделей нестационарных гидротермических процессов, которые, до-

поднять инженерно уже модели аэротермических процессов, могли бы служить основой для создания расчетных методов исследования переноса, рассеивания и накопления в водоемы тепла, образующегося отапливая. Работы в этом направлении институт гидромеханики АН УССР планирует проводить, начиная с текущего года.

В качестве конкретного примера использования расчетных методов аэротермического расчета на практике в докладе приводятся результаты определения зоны теплового загрязнения акватории Кременчугского водохранилища в районе Чигиринской ГРЭС.

С.А.ПАРИМЕНКОВ, Г.Я.БЕРНЕР
(СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ БИОСФЕРЫ АН СССР)

ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ ТЭС И АЭС НА ГИДРОХИМИЮ ВОДООЕМОВ

Теплоэнергетика является наиболее водоемкой областью народного хозяйства. На ее долю приходится 35% общего промышленного потребления воды. Поэтому на работу этой отрасли народного хозяйства обращается серьезное внимание.

В настоящее время источниками загрязнения водоемов теплоэнергетическими являются вода, шлам, промышленные растворы, технологические взвеси (нефтепродукты, извесь), растворы для производственной подготовки воды, подогрев воды.

При эксплуатации атомных электростанций возникают следующие отходы: 1. Жидкие радиоактивные: вода, используемая как теплоноситель, замедлитель или охладитель; любые растворы, применяемые для обработки радиоактивных материалов реактора; сбросы "активного" дренажа. 2. Газообразные. Возникнут при нарушении герметичности теплообменников элементов. 3. Твердые. Образуются из материалов активной зоны реактора.

При работе блоков ТЭС мощностью 300 мвт сбрасывается до 10 тыс. м³ промышленных растворов соляной кислоты, едкого натра, щелочи, солей аммония, пелла и прочих компонентов. Содержащиеся в этих растворах HCl, NaOH и другие вещества повышают или понижают кислотность водоемов (биохимическое самоочищение водоемов проходит при pH 6.5-6.8), нарушают биохимические процессы и фитоценологические функции организмов. Торможение биохимических процессов вызывает повышение содержания аммонийных солей и нитрата, которые агрессивны к даткам. Поэтому такая вода не может быть использована для промышленного водопотребления.

Если в воде находится более 10 мг/л нитритов, ее нельзя подавать в питьевые водопроводы, так как она вызывает такие случаи метгемоглобинемии.

Наличие магния в концентрации 100 мг/л вызывает дистрофическое изменение в печени, почках и других органах у людей и животных. Гидравлик и соли фтора делают воду ядовитой. Соединения железа откладываются на маорах рыб и приводят к их гибели.

Вещества ОП-7, ОП-10 влияют на вкус, цвет, запах воды, осложняют работу городских очистных сооружений, образуя пену.

Все промывочные растворы, имея ржавчину, оналну повышают общий объем минерализации, что затрудняет использование воды для хозяйственно-питьевых нужд. Большинство промывочных растворов имеет специфический запах, который портит вкус мюо рыб.

В настоящее время эти растворы нейтрализуются в специальных остоных котлованах, откуда оставшаяся после очистки вода направляется в обратный циркуляционный водоотвод, на золоотвал, а промышленную канализацию, через которую сорасивается в водоем.

Недостатками существующих систем очистки является сохранение в растворах нитратов, солей аммония, фтористых солей, магния, ОП-7, ОП-10, так как при нейтрализации разрушаются только кислоты, щелочи, гидралин.

Для предотвращения попадания этих компонентов в водоемы предлагается сбрасывать в водоемы воду в ограниченных объемах, чтобы не нарушить санитарных норм; накапливать, обезвреживать, осветлять промывочные растворы в одном и том же водоеме; уменьшать токоомность растворов; сбрасывать воду на золоотвал для разбавления концентраций вредных веществ. Предлагемые мероприятия однако не решают вопроса полной очистки промывочных растворов.

Зола является минеральным остатком сгоревшего топлива и содержит окиси кремния, алюминия, железа, кальция, редкие металлы, соединения серы, фосфора. При существующей гидравлической схеме удаления золы и шлака из топок кот. ов нет твердой уверенности, что эти компоненты не попадают в водоемы и не загрязняют их. В первую очередь соединениями железа (содержание Fe_2O_3 в некоторых золах достигает 44%), в вредном воздействии которого упоминалось выше.

Для предотвращения попадания золы в водоемы целесообразно установить, ее пневматическими средствами через включенный бункер, откуда вывозить железнодорожным транспортом; возможно внедрение специальных, капиллярных систем. Чтобы зола не накапливалась в больших количествах, желательно наладить использование из нее редких металлов, окислов алюминия, углерода; при этом золу доводить до оптималь-

ных нужд.

Угрозу для жизни организмов представляют подогретые воды ТЭС, особенно если они попадают в водоемы с высокой температурой. Для ликвидации этого явления необходимо разработать некие организационные, так и технические мероприятия и широко внедрить их в производственную практику.

Сложность предотвращения загрязнений атомными электростанциями заключается в том, что отходы (или более активные) не могут быть обезврежены и должны быть захоронены. Такие меры носят паллиативный характер, поэтому уже в настоящее время нужно обратить серьезное внимание на технологию получения энергии от АЭС. Прежде всего вода должна быть по возможности исключена и заменена другими веществами или ее употребление в качестве теплоносителя, замедлителя или охладителя ограничено.

При конструировании АЭС необходимо предусмотреть надежные теплоизоляционные материалы, если вода будет применена как охладитель. Вопрос захоронения должен быть тщательно изучен, чтобы предотвратить заражение грунтовых вод.

Вышеизложенное вызывает необходимость в комплексном использовании энергетического сырья при полной утилизации отходов энергетической промышленности и сохранении природной среды.

М.А.ПИДГАЙКО

(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ И.-И. ИНСТИТУТ ОЗЕРНОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА)

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛООБМЕННЫХ ВОД ТРИПОЛЬСКОЙ ГРЭС НА ЗООБЕНТОС р. ДНЮР

В задачу исследования входило установить, какое влияние оказывает сброс теплообменных вод Трипольской ГРЭС на макрозообентос среднего Днестра.

Согласно данным, приведенным в работах Б.М.Марковского и Г.А.Оливари (1956) и Г.А.Оливари (1967), в среднем Днестре до зарегулирования формировалось, в основном, 3 типа донных ценозов: поемноресифильный, пелоресифильный и пелофильный. Наиболее разнообразно население пелоресифильных ценозов, в составе которых зарегистрировано около 100 видов, из них типичных для биоценоза - 50. Наиболее высокая плотность населения поемноресифильных ценозов, но на больших размерах животных обилие и биомасса низка ($0.06-1.0 \text{ г/м}^2$); наибольшую биомассу дают пелоресифильные ценозы ($0.25-72.3 \text{ г/м}^2$).

Трипольская ГРЭС относится к электростанциям с максимальной

выработкой электроэнергии 1800 тыс. кВт. Расход воды, необходимой для охлаждения турбины, составляет до $60 \text{ м}^3/\text{сек.}$ В 1970 г. была пущена I очередь Трипольской ГРЭС. Количество подогретой воды было невелико и тепловой gradient, достигавший 6.5° , сохранился на очень небольшом расстоянии от сброса. В 1971–1972 гг. происходило последовательное наращивание мощности станции и в августе 1972 г. мощность станции достигла окончательной. При этом расходы охлаждающей воды составили $53 \text{ м}^3/\text{сек.}$, а коэффициент разбавления колебался в течение 1972 г. в пределах 5–10. Исследования продолжались с апреля 1969 г. до октября 1972 г., причем отбор проб в первые 2 года производился раз в сезон, а в последние 2 года – раз в месяц, за исключением холодной части года. Зимой пробы отбирались только в феврале 1972 г. Исследования проводились на участке среднего Днепра выше Триполья до с. Селище. Этот участок находится под влиянием подогрета отработанными водами Трипольской теплоэлектростанции. Подогрев воды и изменение течения воды в зоне подогрета в сторону ускорения, за счет работы электростанции, привели к перестройке биоценозов. До подогрета ведущую роль в образовании биомассы на этом участке Днепра играли олигохеты, на втором месте стояли личинки хирономид и ракообразные. Моллюски достигали высоких биомасс только в отдельных немногих участках. Встречаемость моллюсков вдоль правого берега (по дночерпательным сборам) в 1969 г. составляла весной 0, летом 16, осенью 37%. В 1970–1972 гг. количество моллюсков, главным образом, дрейссены (*D. polymorpha*, *D. bugensis*) увеличилось. Их встречаемость (в среднем за 3 года) составила весной 27, летом 38, осенью 45%. Средняя численность по разным участкам в 1969 г. колебалась от 33 до 540 экз./м^2 , а биомасса от 3 до 22 г/м^2 , в 1970–1972 гг. численность была $20\text{--}1620 \text{ экз./м}^2$, биомасса $0.6\text{--}1157 \text{ г/м}^2$.

Олигохеты, как до подогрета так и после, встречались повсеместно, но их количество после подогрета уменьшилось. Так, в 1969 г. средняя плотность популяций червей в разных участках колебалась от 20 экз./м^2 до 63 тыс. экз./м^2 , биомасса от 20 мг/м^2 до 20 г/м^2 . В 1970–1972 гг. численность составляла 3 экз./м² – 21 тыс. экз./м^2 , биомасса от 3 мг/м^2 до 1 г/м^2 . Таким образом, наблюдалось резкое уменьшение численности и биомассы олигохет в зоне подогрета. Это может объясняться разными причинами – прямым неблагоприятным воздействием повышенных температур на развитие червей, или косвенным действием подогрета, а именно, ухудшением условий существования в связи с более широким распространением моллюсков в зоне подогрета или ускорением выедания олигохет рыбами в зоне подогрета.

Влияние подогрета на количественное развитие личинок хирономид

было менее определено. Личинки хироноид там же, как и олигохеты, повсеместно распространены в среднем Днепре. После подогрева их плотность осталась практически на том же уровне, а биомасса несколько снизилась. Там, в 1969 г. плотность составляла 20-1860 экз./м², а биомасса 0.5 мг/м² - 1.4 г/м². В 1970-1972 гг. они составляли соответственно 50-1830 экз./м² и 25-640 мг/м².

На вышних рекообразных, представителем которых был *Pontogammarus* обитав, подогрев воды, видимо, действовал благоприятно. В 1970-1972 гг., особенно в 2 последние года, увеличивалась встречаемость рачков в дночерпательных оборах, а также их численность и биомасса. Кроме того, если в 1969 г. они были обнаружены только летом и осенью и отсутствовали весной, то в годы работы ГРЭС рачки стали встречаться в ловках в течение всего вегетационного периода, а в наиболее отепленном участке и зимой (в феврале). В контрольном неотепленном участке рачки либо отсутствовали во все годы последования, либо были в минимальных количествах. В отепленной зоне средняя численность рачков по учетным колебалась от 3-5 до 1200 экз./м², биомасса от 2 мг/м² до 4.7 г/м², тогда как в 1969 г. плотность составляла 40-660 экз./м², а биомасса - 0.3-3.2 г/м².

Образование высоких биомасс дрейссены в зоне подогрева привело к тому, что общая биомасса зообентоса возросла в несколько раз по сравнению с контрольным неподогретым участком реки и с тем же самым участком в годы, предшествующие подогреву.

Зообентос правобережной рipples, вдоль которой проходит оток подогретых вод, количественно был значительно богаче, чем левобережной, хотя в 1969 г., до подогрева, наблюдалось обратное отношение и донное население левобережья было богаче.

Там, в среднем за вегетационный период на участке от Триполья до Селища биомасса зообентоса у левого берега составляла в 1969 г. 9.4, а у правого - 6.7 г/м². В 1970-1972 гг. биомасса у левого берега была в 5 раз ниже, чем у правого, а именно: 20 и 104 г/м² соответственно. На контрольном участке соотношение биомасс донных моллюсков было 1:1, (у левого берега она составляла в среднем за вегетационный период 0.42, а у правого - 0.44 г/м²).

На этом основании можно говорить, что подогрев оказал стимулирующее действие на развитие зообентоса правобережной рipples, где происходит основной сток подогретых вод, вследствие стимулирующего действия на теплолюбивый вид - дрейссену.

В целом в период подогрева (1970-1972 гг.) общая биомасса зообентоса за счет увеличения биомасс моллюсков, выросла в 2 и более раз по сравнению с предыдущим годом, хотя биомасса мягкого

бентоса уменьшалась вследствие снижения биомассы организмов.

Влияние подогрева на развитие донной фауны на участках разно-
лопекных на разных расстояниях оброса циркуляционных вод в получе-
ющих разное количество тепла, было различным. В 1970 г. оно силь-
нее всего проявилось на II участке (участок наибольшего подогрева),
в 1971 г. - на III (участок умеренного подогрева), в 1972 г. - на
IV участке (слабого подогрева) и выразилось в разном возрастании
биомассы моллюсков. Биомасса мягкого бентоса увеличилась только
на II участке.

Таким образом, поступление дополнительного тепла в реку, в ко-
личестве 35-52 млн.т кал./сутки, привело не к разрушению и обед-
нению донных зооценозов, а только к адаптационной их перестройке,
позволяющей в большем количестве использовать взвешенное органи-
ческое вещество на построение тела моллюсков.

Усиление роли моллюсков как организмов-биофильтраторов должно
способствовать улучшению санитарного качества воды среднего Дне-
пра.

И.В. ПИКУШ

(ИНСТИТУТ ГИДРОБИОЛОГИИ АН УССР)

ВЛИЯНИЕ ТРИПОЛЬСКОЙ ТЭС НА ТЕРМИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ДНЕПРА

Трипольская ТЭС, расположенная на берегу Днепра ниже Киева, име-
ет 6 блоков по 300 тыс.квт. Для охлаждения конденсаторов ТЭС дне-
провская вода подается по водоподводящему каналу 2 насосами на
каждый блок. Подогретая вода отводится по 2 водоводам и сбрасыва-
ется в Днепр через 2 прямоугольных отверстия, расположенных на дне
искусственного рукава в 0,2 км ниже водозабора. Таким образом осу-
ществляется прямоточное водоснабжение, система которого рассчита-
на на пропуск расхода воды до $50 \text{ м}^3/\text{сек.}$

ТЭС вошла в эксплуатацию поэтапно. Первый блок начал да-
вать промышленный ток 1 января 1970 г. В течение 1971 г. работало
2-4 блока. В январе-августе 1972 г. работало 5-6 блоков, а с сен-
тября 1972 г. начали работать все 6 блоков.

За первые 3 года эксплуатации ТЭС среднесуточные расходы подо-
гретой воды колебались от 0,3 до $53,4 \text{ м}^3/\text{сек.}$ А расходы воды в Дне-
пре изменялись в пределах $0,5-18,4 \text{ тыс. м}^3/\text{сек.}$

Прозрачность воды после подогрева не менялась и колебалась в
пределах 55-155 см, а плотность воды повышалась от $1,01$ до $1,02$ (по
шкале цветности).

Температура подогретой воды в месте сброса менялась в пределах 7.5-33.1⁰, принимая естественную на 7.5-11.8⁰.

Так как в зоне сброса подогретых вод в явине в русле Днепра скорости течения воды превышают 40-50 см/сек, то очень быстро происходит вертикальное перемешивание, а минимальная температура она-ляется на 3-5⁰.

Перемешивание по ширине реки происходит медленнее. На первых 2-3 км участка Днепра ниже ТЭС подогретые воды принимают узкую по-лозу реки вблизи правого берега, которая постепенно расширяется и достигает левого берега только через 10-15 км.

Полное перемешивание подогретых вод с речными, характеризую-щим равномерным распределением температур воды по всему попереч-ному сечению реки, происходит на расстоянии 15-20 км от ТЭС.

Внедрение больших расходов воды в Днепре и расходов подогретых вод их смешение и охлаждение происходит на разном удалении от места сброса. Соотношение между этими расходами пред-ставляет собой степень разбавления подогретых вод речными. Это разбавление можно оценить коэффициентом разбавления, который пред-лагается вычислять по формуле:

$$\tau = \frac{Q}{q} \quad (1),$$

где τ - коэффициент разбавления, Q - средний за расчетный пе-риод расход воды в Днепре, выходящий в расход подогретых вод q .

Коэффициенты разбавления, вычисленные по формуле (1), относят-ся ко всему участку реки с постоянным расходом, расположенному от отвора полного перемешивания до нижней границы распространения по-догретых вод. Длина такого участка на Днепре превышает 100 км.

На небольшом участке, расположенном между отвором сброса по-догретых вод и отвором полного перемешивания, коэффициенты раз-бавления по ширине реки непостоянны. Их вычисление затруднено пра-ктической невозможностью определения переменных значений долей рас-хода подогретой воды, приходящихся на различные части ширины реки. Известными разбавления на таком участке может служить измеренная температура воды.

В связи с неустойчивым режимом работы ТЭС и поступившим в Днепр переменным расходом подогретых вод не представлялось воз-можным получение коэффициентов разбавления для коротких отрезков времени. Только коэффициенты разбавления для коротких отрезков воды, осредненные за длительные отрезки времени, представляют со-бой надежные характеристики.

Далее получены следующие средние значения коэффициентов разбав-ления:

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	IX
1970	142	118	97	702	474	262	162	102	100	50	66	62
1971	42	63	70	185	102	56	49	36	30	29	38	43
1972	26	19	19	55	55	25	21	16	12	14	12	25

Среднемесячные коэффициенты разбавления колебались в пределах от 12 до 202, суточные от 10 до 2000, а средние за безледооттаивный период (с апреля по ноябрь) от 26 до 240.

Коэффициенты разбавления являются важной гидрологической характеристикой, от которой зависит степень подогрева речных вод и зона их распространения.

По установленным зависимостям можно рассчитывать и прогнозировать термический режим водотоков при прямоточном водоснабжении ТЭС.

За 3 года эксплуатации ТЭС среднемесячные расходы подогретой воды колебались в таких пределах: в 1970 г. от 7.2 до 26.2 м³/сек., в 1971 г. от 26.3 до 34.4 м³/сек. и в 1972 г. от 30.8 до 51.6 м³/сек.

Вследствие этого в Днепр ежедневно поступали следующие количества дополнительного тепла в млн.т кал/сутки: в 1970 г. от 5 до 27; в 1971 г. от 17 до 35 и в 1972 г. от 19 до 52.

В дальнейшем при работе ТЭС на полную мощность расход подогретых вод будет около 50 м³/сек. и количество дополнительного тепла будет составлять около 50 млн.т кал/сутки.

Русло Днепра на участке Триполье - Канев имеет ширину 400-1000 м, среднюю глубину около 5 м и длину 100 км. В нем находится объем около 15-20 млн. м³ воды, а площадь водной поверхности около 70 км². Хотя детальные исследования термического режима Днепра ниже Канева не проводились, можно предположить, что подогрев на 0.1-0.2° сказывается на большом участке в низа Канева.

После заполнения Каневского водохранилища в 1976 г. Трипольский ТЭС окажется на его берегу. Прямоточное водоснабжение частично заменится оборотным и скорости течения в районе Трипольской ТЭС окажутся до 5-10 см/сек., поэтому эффект подогрева воды увеличится и его влияние распространится на все водохранилище, где температура повышется примерно на 1-2°. Это, по-видимому, повлечет значительное изменение санитарно-биологического режима всего Каневского водохранилища и верхней части Кремenchугского водохранилища.

Л.М. ПИСКУНОВ, С.А. ИВАНОВА, С.И. ТРИМГЕР, В.М. КАЗАКОВА
(ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ УИЗ АН СССР И СВЕРДЛОВСКАЯ
ОБЛАСТНАЯ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ)

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОХИМИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ БЕЛОЯРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В СВЯЗИ СО СБОРОМ
ТЕПЛОЙ ВОДЫ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Белооярское водохранилище создано на р. Пышме в Свердловской обл. для технических нужд Белооярской АЭС им. И.В. Курчатова. Заполнение водохранилища осуществлялось в течение 1959-1963 гг., главным образом за счет весенних паводковых вод. Зеркало водоема составляет 47 км², его длина около 20 км, ширина от 1 до 3 км. Глубина водоема по фарватеру р. Пышмы достигает 15-20 м.

Белооярское водохранилище (за пределами санитарно-защитной зоны АЭС) широко используется для отдыха трудящихся, любительского и промышленного лова рыбы. На берегах водоема сооружено много баз отдыха предприятий 3 промышленных городов - Свердловска, Березовского и Аббасты. В прошлом чаша водохранилища представляла в основном лесные многоводные (преимущественно весенние), кустарниковые болота, примыкавшие к пойме реки, и в меньшей степени пастбищно-луговые угодья. Берега водохранилища сильно изрезаны и характеризуются мелководьем, благоприятным для развития водной флоры.

Наибольшее развитие водной растительности, как по видовому составу, так и по biomassе, наблюдается в заливе, в который по специальному каналу сбрасывается теплая вода АЭС. Почти все песчаное дно залива покрыто зарослями *Elodea canadensis* и *Ceratophyllum demersum*, а прибрежная поверхность воды в период максимальной вегетации растительности покрывается слоем *Lemma minor*. Значительно растения в заливе с теплой водой развиты лучше, чем в других местах водоема. Здесь не наблюдается относительное обилие водных насекомых и их личинок, в большей степени развит фито- и зоопланктон, что привлекает сюда массу рыбы.

Радиэкологические и гидрохимические исследования проводились в 1972-1973 гг. как в заливе с теплой водой, так и в ряде других точек водоема с естественными температурными режимами. В результате установлено, что накопление G_{137} в донных отложениях, по сравнению со Sr_{90} , в 6-39 раз больше; в особенности это относится к величине со сбросом теплой воды (табл. I). Поскольку здесь концентрация Sr_{90} и G_{137} в воде, как и в других точках водоема, примерно одинаковая и варьирует на уровне глобального загрязнения, то мож-

мо предположить, что повышенная температура воды и ее слабое течение создает благоприятные условия для сорбции Cs^{137} песчано-глинистым донным слоем. Повышенные концентрации Sr^{90} и Cs^{137} наблюдаются также в песчано-глинистых отложениях водозаборного канала, в котором происходит непрерывный водообмен.

Таблица 1

Накопление стронция-90 и цезия-137 в донных отложениях
Келлерского водохранилища (1972 г.)

Объект наблюдений	Концентрация, пкюри/г сухого веса			Коэффициент на- копления	
	Sr	Sr^{90}	Cs^{137}	Sr^{90}	Cs^{137}
Залив с теплой водой	15,0	0,63	0,98	50	1960
Водозаборный канал	15,0	0,26	0,90	230	1280
У плотины, левый берег	6,0	0,05	0,79	60	1320
У плотины, правый берег	13,7	0,19	1,16	60	1290
Правый берег напротив АЭС	12,9	0,12	0,44	100	670

Примерно такая же картина наблюдается по накоплению Sr^{90} и Cs^{137} в водохранилище Стаффордского плеса (табл. 2)

Таблица 2

Накопление стронция-90, цезия-137 и цезия-134 в
нижней водохранилище Стаффордского плеса (1972 г.)

Объект наблюдений	Концентрация, пкюри/г сухого веса				Коэффициент на- копления	
	Sr	Sr^{90}	Cs^{137}	Cs^{134}	Sr^{90}	Cs^{137}
Залив с теплой водой	50	0,6	4,6	4,8	890	9160
Водозаборный канал	46	1,1	4,8	3,7	570	6920
У плотины, левый берег	29	0,5	1,3	3,2	590	2140
У плотины, правый берег	42	1,2	1,4	5,0	1580	1800
Правый берег напротив АЭС	4	1,4	2,1	6,6	1120	5620

Характерно, что если коэффициенты накопления Sr^{90} в водохранилище одного порядка с данными других исследований (Синдров-Росовский, 1963), то для Cs^{137} они в несколько раз больше. Пороговый

фит относительно других видов пресноводных растений отмечался и раньше (Куликов, Любимов, Флейшман, 1971). По-видимому, в природных условиях водоросль *Cladophora glomerata* можно считать одним из специфических индикаторов Cs^{137} . На Белоярском водохранилище этот вид растений имеет самое широкое распространение.

Гидрохимия водоема типична для уральских рек. Так, в разных его точках в течение года (а также по многолетним наблюдениям) нонный состав воды, pH и плотный остаток не претерпевает существенных изменений (табл. 3).

Таблица 3
Гидрохимическая характеристика Белоярского водохранилища
(1975 г.)

Участки отбора проб	Месяц	pH	Концентрация, мг/л						Плотный остаток, мг/л
			Na	K	Mg	Ca	Cl	SO ₄	
Залив с теплой водой	I	6.7	-	-	12.8	31.1	24.7	39.6	249
	У	7.7	-	-	10.9	30.1	24.0	35.0	297
	УИ	7.1	12.6	3.6	12.5	33.5	-	-	-
Напротив АЭС	I	6.3	-	-	11.6	33.1	25.7	37.5	259
	У	7.6	-	-	11.6	32.1	25.9	35.4	220
	УИ	7.4	12.2	3.8	12.3	32.6	-	-	-
Плотина	I	6.7	-	-	12.8	36.1	26.6	40.4	242
	У	7.8	-	-	12.2	30.1	25.0	36.1	222
	УИ	7.2	12.5	3.8	12.8	32.0	29.8	35.4	222
Правобережье	I	6.9	-	-	14.6	34.1	29.5	40.6	237
	У	7.8	-	-	12.2	30.1	22.1	34.0	218
	УИ	7.4	12.7	3.5	12.2	34.5	25.0	35.6	244
Левобережье водоема выше АЭС	I	6.6	-	-	17.6	38.0	28.5	41.8	265
	У	7.8	-	-	10.9	30.1	24.0	35.8	216
	УИ	7.2	12.8	3.5	12.8	32.0	25.9	34.4	229

Величина $\text{E}^{\text{H}}_{\text{K}_2\text{O}}$ обычно не превышает 3 мг/л кислорода, а растворенный кислород в разное время года варьирует в пределах 7.6–11.4 мг/л. В частности, в теплой воде содержание кислорода высокое и стабильное (порядка 10 мг/л). Отсюда можно заключить, что сток теплой воды на гидрохимический режим водоема отрицательного влияния не оказывает.

Многолетний дозиметрический контроль показывает, что сброс в Белоярское водохранилище загрязненных вод, содержащих радиоактивные вещества, практически отсутствует (Петросьянц, 1967; 1972). Это значит, что содержание искусственных радиоизотопов в водоеме за счет внешних стоков Белоярской АЭС (например, короткоживущих продуктов аварийной активности) по крайней мере на несколько порядков меньше допустимых концентраций, установленных нормами радиационной

безопасности (НРБ-69).

Таким образом, влияние сброса теплых вод Белоярской АЭС выражается в интенсификации развития водного фитоценоза и, по-видимому, других гидробионтов. Кроме того, повышение температуры воды и ее олабое течение обуславливают некоторое перераспределение радиоизотопов (Cs 137) в компонентах гидробиоценозов. Последний фактор представляет интерес для радиэкологических исследований в природных условиях.

А.И. ПИСКУНОВ, С.И. ТРЕЙГЕР, И.В. КАРАГОДИНА
(ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ ИЦ АН СССР И
СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛАСТНАЯ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ
СТАНЦИЯ)

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОДОЕМОВ-ОХЛАДИТЕЛЕЙ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРО-
СТАНЦИЙ ПРИ РАДИЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ В ПРИРОД-
НЫХ УСЛОВИЯХ

При эксплуатации атомных электростанций (АЭС) некоторая часть короткоживущих продуктов нейтронной активности (Cs ⁵¹, Mg ⁵⁴, Fe ⁵⁵, Fe ⁵⁹ и др.) попадает в стоки технологической (тепловой) воды и с последней — в водоем-охладитель. Предельная концентрация каждого из радиоизотопов в таких сбросах определяется нормами радиационной безопасности (НРБ-69). В водоемы сбросы разбавляются, вследствие чего концентрация радиоизотопов быстро уменьшается. При этом в действие вступают естественные механизмы конвективного и диффузионного переноса растворенных веществ и их перераспределения между компонентами биоценозов. В связи с этим возникают благоприятные условия для радиэкологического исследования миграции, распределения и накопления радиоизотопов в воде, донных отложениях и гидробионтах.

Известно, что донные отложения и гидробионты, в особенности водные растения, способны накапливать радиоизотопы в концентрациях в десятки, сотни и тысячи раз больших по отношению к их концентрации в воде. Этим фактором следует воспользоваться при исследованиях, имея в виду, что радиометрический и радиохимический анализ проб грунта и компонентов биоценозов менее трудоемкий и более эффективный, чем прямые измерения содержания радиоизотопов в воде. Так, если допустить, что концентрация радиоизотопов в водоеме в 1000 раз больше средней допустимой концентрации (СДК) для отдельных лиц в населении (НРБ-69), то получим следующую картину

охлаждаемой удельной активности радионуклидов, например в водных растениях, обитавших в водохранилище Белоярский АЭС (табл. I). Подобная ситуация является типичной и для других водоемов-охлаждающих АЭС.

Таблица I

Охлаждаемая концентрация продуктов наведенной активности в пресноводных растениях при 10^{-3} СДК в воде

Вид растения	Коэффициенты накопления (по Тимонинской, 1963)				Расчетная концентрация, пкюри/г сухого веса			
	Cr''	Fe''	Co''	Zn''	Cr''	Fe''	Co''	Zn''
<i>Cladophora fraxta</i>	-	26800	8750	6110	-	1420	306	611
<i>Cladophora glomerata</i>	-	31500	1985	3900	-	1670	69	390
<i>Spirogyra</i> sp.	-	3120	5640	31500	-	165	197	3150
<i>Myriophyllum spicatum</i>	695	530	3500	3980	1042	28	122	398
<i>Ceratophyllum demersum</i>	470	4510	4665	4740	705	239	163	474
<i>Lemna minor</i>	-	9050	3900	8950	-	480	136	895
<i>Blodes canadensis</i>	480	4735	3490	3110	720	251	122	311
<i>Stratiotes aloides</i>	-	-	4900	-	-	-	172	-
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	260	-	5430	6900	390	-	190	690

*) 10^{-3} СДК в воде Cr'' , Fe'' , Co'' и Zn'' соответственно составляет 1500, 53, 35 и 100 пкюри/л (НРБ-69).

Как видно, концентрации Cr'' , Fe'' , Co'' и Zn'' в растениях вполне доступны для измерения радиохимическим путем или на многоканальных γ -спектрометрах. При этом вес проб в сыром виде может быть порядка 0,5-1,0 кг, а в ряде случаев и меньше.

В качестве примера рассмотрим частичные результаты изучения миграции растворенных веществ, образующихся с подогретой водой Белоярской АЭС в водохранилище. Решались следующие задачи: оценка границ ареала разбавления сточной воды в условиях слабопроточного водоема; доступность приносимых веществ рыбе; распределение отдельных радионуклидов по органам и тканям рыб. С этой целью по всему водоему в летние периоды 1972 и 1973 гг. проводился отбор проб рыб и водных растений. Индикация рыб проводилась по Zn'' . Было установлено наличие радиовитальной метки у всех 7 видов рыб (плотва, лещ, сорока, щука, карась, линь, карп), выловленных в разных местах водоема. Ареал миграции Zn'' удалось оценить на расстоянии до нескольких километров выше и ниже места сброса подогретой воды.

гретой воды. В члосты прикрепленных водных растений, отобранных примерно в тех же точках, где вылавливалась рыба, были также обнаружены продукты наведенной активности. Из всего этого можно заключить, что в водоеме происходит значительная как биологическая, так и преимущественно гидрокимическая миграция веществ, поступающих с подогретой водой.

Накопление Zn^{65} в организме рыб происходит главным образом в костях и в голове, причем в разном соотношении (табл.2). Такое распределение Zn^{65} сходно с данными по другим видам рыб (Зиневбад, 1967).

Распределение Zn^{65} по органам и тканям рыб
Белоярского водохранилища, %

Таблица 2

Вид рыбы	Средний вес индивида, г	Мышцы	Кости ^{х)}	Голова	Отходы ^{хх)}
Дем	430	6.4	32.9	32.5	28.2
Плотва	140	11.4	22.8	42.9	22.9
Сырок	630	3.3	21.5	47.3	27.9
Щука	490	4.7	39.8	20.7	34.8
Линь	140	3.8	39.7	26.8	29.7
Карась	180	12.0	29.6	45.5	12.9

х) Без костей головы

хх) Внутренности и чешуя

Опыт дозиметрических и радиобиологических исследований на водоеме-охладителе Белоярской АЭС показывает большие возможности постановки научного эксперимента в естественной обстановке и практического использования результатов. Подобный подход, где это оказывается возможным, целесообразен еще и потому, что во многих случаях данные лабораторных экспериментов нельзя считать адекватными аналогичным процессам в природных условиях.

М.Ф. ПОЛИВАННАЯ, М.А. ПИЛГАНКО, В.Г. ГРИНЬ, Т.А. ВИНОГРАДСКАЯ,
Л.А. КИТИЦКИНА, Г.Г. ЛЕМЧИНА, О.А. СЕРГЕЕВА
(КИЕВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ, ИНСТИТУТ ГИДРОБИОЛОГИИ АН УССР)

ВЛИЯНИЕ ПОДДЕРЖКИ НА РАДИОАКТИВНОСТЬ ВОДОЕМОВ-ОХЛАДИТЕЛЕЙ ПРИ
ОБОГАТЕНИИ И ПРОМОУЩЕНИИ ВОДОСНАБЖЕНИИ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Влияние поддержания на радиацию водоемов-охладителей при
обогащении и промывании водоснабжения тепловых электростанций

Постоянный круглогодичный подогрев воды в водокранильщиках-охладителях (при оборотном водоснабжении ТЭС), в основном, благоприятно влияет на развитие почти всех групп фитопланктона. В таких водоемах в большинстве случаев создаются оптимальные условия для массового развития эвритерных и stenотерных теплолюбивых видов водорослей. Поэтому в изученных водокранильщиках-охладителях на протяжении всего года наблюдалось повышение численности и биомассы фитопланктона, в среднем в 0,5-5 раз (в зависимости от степени подогрева, состава водорослей и обеспеченности биогенными элементами) по сравнению с таковыми в аналогичных водоемах с естественным температурным режимом.

В реках (при прямоточном водоснабжении) влияние подогрева на развитие фитопланктона определяется, в основном, временем его действия (однократность кратковременного сильного подогрева и непродолжительное пребывание водорослей в условиях более слабого подогрева в связи с быстрым сносом планктона вниз по течению). В Днепре подогретые воды Трипольской ГРЭС быстро перемещались и охлаждались на коротком участке реки (0,5-1,5 км). Заметных изменений в показателях видового состава и количественного развития водорослей при слабом подогреве не наблюдалось на расстоянии до 90 км от места сброса. В Сев.Донце повышение температуры воды отмечено на расстоянии более 80 км, причем на расстоянии до 35 км степень подогрева была сильной. В развитии фитопланктона реки на протяжении всего года наблюдались значительные изменения, главным образом, количественные. В зависимости от температуры и химического состава воды численность водорослей в подогреваемой точке могла повышаться или понижаться в несколько раз по сравнению с непотраиваемыми.

Среди организмов планктона наиболее чувствительными к нагреву и циркуляции оказывались зоопланктеры. При прохождении воды через конденсаторы и водоводы ГРЭС имеет место механическое повреждение организмов зоопланктона. Здесь сказывается комплексное влияние нескольких факторов (большие скорости течения и турбулентное перемешивание воды, резкое повышение температуры и давления), приводящие к травмированию и гибели зоопланктеров.

Отрицательное влияние подогрева и циркуляции на организмы зоопланктона при прямоточном водоснабжении, когда расход циркуляционных вод по сравнению с расходом реки очень мал, проявляется лишь в непосредственной близости от сброса воды. Так, общая численность организмов зоопланктона Днепра на водозаборе Трипольской ГРЭС (май 1972 г.) была в 2 раза больше, чем на сбросе.

Численность Трипольской ГРЭС на зоопланктон речного участка Днепра

в 1970-1972 гг. было незначительным и не изменило существующей закономерности - постепенной утраты биомассы за счет диморфных элементов, поступающих в реку из Киевского водохранилища.

Реакции на подогрев у донных водорослей и беспозвоночных, которые подвергаются постоянному влиянию дополнительного тепла, выражены сильнее, чем у планктонных организмов. Влияние подогрева в циркуляции воды зависит от степени подогрева водоема, от температурного градиента. Подогрев способствует увеличению видового разнообразия и благоприятно оказывается на развитии наиболее теплолюбивых видов фито- и зообентоса как при оборотном, так и при проточном водоснабжении ТЭС. Наиболее высоко продуктивны по зообентосу - водоемы или участки их, в которых придонная температура воды не превышает 25° , и по фитобентосу - если эта температура не превышает 29° .

Круглогодичное повышение температуры воды в такой мощной реке, как Днепр, сказалось на развитии донных водорослей локально, лишь в зоне обводного канала. Среди донных зооценозов на исследуемом участке Днепра произошла смена доминирующих видов. Увеличилось количество олигохет и моллюсков, главным образом дрейссены.

Интенсивность газообмена как донных, так и планктонных животных резко возрастает в условиях подогрева, по сравнению с таковой в реке с естественной температурой воды. Под влиянием подогрева наиболее пластичные организмы могут проявлять склонность к увеличению размеров и веса тела, а соответственно плодовитости и продукции. Особенно четко это выражено у донных форм, размеры представителей которых на 10-55% больше в подогреваемом участке, чем в контрольном.

Для ряда бентосных видов под влиянием подогрева характерно сокращение жизненных циклов и расширение сроков размножения по сравнению с контролем. Размножение в популяциях некоторых покеплавов и моллюсков в подогретых участках продолжается круглый год, а продукция их увеличивается в 2-5 раз.

Оборотная система водоснабжения, способствующая образованию участков водоема с относительно стабильным температурным режимом, создает благоприятные условия для существования термифильных видов, их интенсивного роста, обмена, размножения. Тенденция к увеличению видовых рацийов некоторых представителей бентоса с повышением температуры воды способствует усилению функциональной роли их в процессах самоочищения водоемов от органического загрязнения.

Мы остановились лишь на общих закономерностях и тенденциях, которые характерны для жизни в водоемах-охладителях и реципиентах, и оборотном водоснабжении ТЭС. В каждом конкретном случае могут

с.л.

Видовой состав зоопланктона в районе распространения подогретых вод Трипольской ГРЭС сохраняется почти неизменным при сравнении с видовым составом на участке реки с естественной температурой воды.

Биомасса зоопланктона была, как правило, меньше на участке реки ниже Триполья по сравнению с таковой на участке реки выше Триполья как до начала работы Трипольской ГРЭС (в 1969 г.), так и в годы после ввода ее в эксплуатацию (1970-1972 гг.). Увеличение биомассы зоопланктона по мере удаления от плотины Киевской ГЭС связано с оттоком оверных элементов, поступающих из Киевского водохранилища в речной участок Днепра. Весной, при половодьях, когда в планктоне доминируют коловратки, разница в биомассе незначительная. По мере увеличения разнообразия, численности и биомассой зоопланктона на отеч рекообразных, в летне-осенний период увеличивается разница в биомассе между участками реки выше и ниже Триполья (см. таблицу).

Биомасса (мг/м³) зоопланктона Днепра на участке Триполье-Селище до и после ввода в эксплуатацию Трипольской ГРЭС

Участок реки	1969 г.			1970-1972 гг.		
	У	УП	К	У	УП	К
Выше Триполья	7.6	654.1	209.7	14.6	1736.8	1796.7
Ниже Триполья	9.3	583.2	122.5	14.5	1171.1	1123.6
У Ринцева	7.1	483.7	137.0	8.9	748.1	1001.9
У Перекопье	9.4	585.0	93.0	14.1	602.1	606.6
У Селища	8.4	253.4	48.9	14.1	497.5	543.1

Трипольская ГРЭС до некоторой степени также способствует оттоку зоопланктона в связи с изменением скоростного режима, повышением давления и температуры воды при заборе ее на охлаждение турбин. При прямоточном водоснабжении в отличие от оборотного вода проходит охлаждающие системы однократно.

Сравнительный анализ зоопланктона до и после прохождения системы охлаждения Трипольской ГРЭС показал, что, хотя заметных изменений в видовом составе не происходило, наблюдался значительный процент (30-70) травмированных и убитых крупных форм зоопланктона - *Daphnia*, *Leptodora*, *Asanthocyclops*. Однако, в мощном потоке талой реки над Днепр, с богатым зоопланктоном, поступающим из Киевского водохранилища, убийство организмов зоопланктона после прохождения системы охлаждения ГРЭС существенно не отразилось на общих показа-

теплой количественного развития зоопланктона на участке реки ниже Триполья. Об этом свидетельствуют осредненные данные за время с апреля по октябрь 1972 г. (малозимный год, период работы ТЭС на полную мощность): биомасса зоопланктона в реке выше и ниже Триполья в этот период была соответственно 1.30 и 0.86 г/м³, т.е. преиния закономерность — некоторое уменьшение биомассы зоопланктона по мере продвижения по течению реки — сохранялась.

Различия в скоростном режиме реки и глубине обуславливали разный уровень количественного развития зоопланктона у берегов в посередине реки. Как правило, численность и биомасса зоопланктона у левого берега была выше, чем у правого.

Сезонная динамика биомассы зоопланктона в отепленном участке и в районах с естественной температурой воды сходны. Наименьшие биомассы зоопланктона наблюдались в зима-весенний период: выше Триполья в разные годы исследования биомасса составляла 1.1-33.0 мг/м³, а ниже Триполья — 0.0-38.3 мг/м³. Максимальные количественные показатели зоопланктона наблюдались летом и ранней осенью. В районе обогрева биомасса зоопланктона колебалась в пределах 0.2-2.1 г/м³, вне этого района 0.1-3.5 г/м³.

А.А. РАЧЕНАС
(ИНСТИТУТ ЗООЛОГИИ И ПАРАЗИТОЛОГИИ АКАДЕМИИ НАУК
ЛИТОВСКОЙ ССР)

ЗООМАКРОБЕНТОС ВОДОХРАНИЛИЩА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЛИТОВСКОЙ ГРЭС

Зоомакробентос изучался в период 1967-1968 гг. на 17 станциях, расположенных на разных грунтах: сером и торфянистом илах, нетронутых размылом и размываемых почвах и песках. Фитофильных и фито-реофильных биоопознанных собирали на 4 станциях путем дражирования и сбора животных с определенных площадок с различным составом растительного покрова.

Общий план водохранилища, в котором наиболее сильно сказывается влияние отепления сбросами ГРЭС, характеризуется относительно большей площадью размываемых почв и песков. Наиболее значительные отложения серого ила распространены на участках озер, входящих в состав водохранилища после зарегулирования стока р. Стрывы. Ила всего серые или расположены на глубинах 10 м. В речном плесе относительно больше торфянистых, чем серых илов.

Разнообразие динамических процессов в водоеме обуславливает сложность процессов оседания ила и формирования грунтов. В

процессе перестройки грунтовых комплексов песчанистые отложения постепенно распространяются вплоть до границы зоны аккумуляции илов.

Донное население водохранилища представлено 9% таксонами животных. Более высокую среднегодовую численность и биомассу образуют, личинки хирономид и кормовых моллюсков обуславливает, главным образом, не прямое влияние собственно термического фактора, а наличие более или менее благоприятных условий для питания организмов, т.е. более богатых органикой и бактериями грунтов.

Фауна зоомакробентоса в отепляемой зоне при сравнительно большом видовом разнообразии дает меньшую численность и биомассу, что связано в основном с низким оттоком органических завесей и детрита — основной пищи донных животных.

Основная биомасса бентоса образована олигохетами (тубифицидами) — 6 видов, личинками хирономид — 22 вида и моллюсками — 34 вида. Состав и численность отдельных групп зообентоса почти одинаковы в обогрешенной зоне и вне ее, но различаются на разных биотопах: серых и торфянистых илах, размываемых и не тронутых размывом почвах и песках.

Плотность и биомасса зообентоса достигают самых высоких показателей в озерном плесе вне зоны влияния потока теплой воды, на серых илах в котловинах затопленных озер, на глубине 15–20 м (до 4.8 тыс. экз./м² и 88.7 г/м² — без крупных моллюсков, табл.1). Олигохеты и хирономиды вместе составляют здесь 95% биомассы, моллюски — лишь 4% (табл.2). Более низкая плотность и биомасса зообентоса наблюдается на торфянистых илах и почвах. На песках, как в зоне влияния потока теплой воды, так и вне ее, численность и биомасса животных очень низки и часто в десять и более раз ниже, чем на биотопе серых илов (табл.1).

Преобладавшие по численности и биомассе виды среди олигохет — *Enchytraeus hammoniensis*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, среди личинок хирономид — *Chironomus f. plumosus*, *Procladius* sp., среди кормовых моллюсков — представители сем. Sphaeriidae, *Bithynia leachi*, *B. tentaculata*, *Valvata piscinalis*. Моллюск дрейссена обитает в водоеме на грунтах разного типа. Его колонии чаще всего встречаются на грунтах серого и торфянистого илов озерного плеса. В речном плесе колонии дрейссены обнаруживаются редко.

На погруженной водной растительности литорали и сублиторали в отепляемой зоне отмечено 77 таксонов животных, численность которых летом достигала 9.6 тыс. экз. при биомассе 275 г на м² растительного покрова. Преобладают по численности *Orthocladia* v. d. Kuip. (личинки хирономид), *Ascor diptera* (личинки поденок),

Таблица I

численность и биомасса зоомакробентоса на разных грунтах водохранилища-охладителя
Иттовской ГРЭС в 1967-1968 гг., (I - численность, экз./м², 2 - биомасса, г/м²).

	Грунт	Весна		Лето		Осень		Зима	
		I	2	I	2	I	2	I	2
В зоне влияния потока теплой воды	Сарм. ил.	2363	76.5	1248	33.4	3366	45.8	2483	14.6
	Торфянистые ил.	648	32.6	859	26.2	2656	31.3	745	11.8
	Размываемые почвы	596	16.0	205	6.8	173	7.5	344	9.8
	Незрокутые размытом почв.	792	44.3	490	11.5	1322	37.8	243	7.5
Вне зоны влияния потока теплой воды	Пески	145	3.6	84	3.0	177	8.4	48	4.2
	Сарм. ил.	4472	88.7	3663	74.2	4820	72.0	2108	19.3
	Торфянистые ил.	1673	28.5	3019	51.5	3901	47.3	506	4.2
	Размываемые почвы	652	28.3	740	19.6	1175	33.7	836	21.7
	Незрокутые размытом почв.	780	20.5	860	18.2	2067	45.6	511	17.3
	Пески	88	2.9	149	14.5	308	22.7	274	16.8

Состав донного населения на разных грунтах водохранилища-охладителя Литовской ГРЭС в 1967-1968 гг., (1 - число видов, 2 - % по биомассе)

Организмы	Серый ил		Торфянистый ил		Размываемые почвы		Нетронутые почвы		Площи	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
В зоне влияния потока теплой воды										
Олигохеты	3	57	3	12	2	25	3	36	3	10
Хирономиды	8	40	10	83	4	63	4	61	4	65
Мошкеры ^{х)}	15	3	11	4	6	12	12	3	12	24
Вне зоны влияния потока теплой воды										
Олигохеты	3	54	4	74	3	9	3	40	2	11
Хирономиды	7	41	9	21	5	83	3	40	4	61
Мошкеры ^{х)}	5	4	9	5	11	8	16	20	16	28

х) численность и биомасса мошкеры дана без улиток и дрейссены.

представители сем. Sphaeriidae (мошкеры). В водоеме обитает также многоклеточные животные ракообразные коловитового комплекса: *Monocyclops kovalenskyi*, *Limnocalanus benedicti*, *Pontogammarus robustoides*, *P. crassus* и *Chaetogammarus chaetochrysi*.

На загрязненной поверхности в нестепляемой зоне обнаружено 63 вида животных, численность которых летом достигала 8,7 тыс. экз./м², биомасса - 340 г/м². По численности преобладали Limnocalanus экз. gr. parvus, Pontoporeia, Tanytarsus экз. gr. gregarius (личинки хирономид), представители сем. Mysis (олигохеты), (м. Planorbidae и Limnidae - мошкеры).

В дальнейшем, по мере повышения устойчивости режима водохранилища и формирования грунтов, должна повыситься относительная роль автохтонного органического вещества и микробиологических процессов в толще ила. В зонах аккумуляции завесы в озерном плесе дополнительные площади серых илов с их относительно высокими биомассами зоомикрофитов могут создать новые нагульные площади для рыб-бенгальцев.

В. И. РИВЬЕР
(ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД АН СССР)

**ИЗМЕНЕНИЯ ЗООПЛАНКТОНА ИВАНЬКОВСКОГО ПЛЕСА
ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕПЛЫХ СБОРНЫХ ВОД
КОШАКОВСКОЙ ГРЭС**

В результате изучения влияния теплых сбросных вод Кошаковской ГРЭС на зоопланктон Иваньковского водохранилища выяснилось, что зона их воздействия ограничивается участком Иваньковского плеса от верховьев Можковичского вливания до района Корчемы. Влияние на зоопланктон проявляется двояко. Во-первых, живое население в забирной для охлаждения воде подвергается воздействию течения, турбулентности, резкому подогреву, вибрации, давлению в охлаждающей системе. Состояние зоопланктона при выходе водных масс из охлаждающей системы в водоем оказывается иным по сравнению с районом водозабора.

Во-вторых, теплые воды, выходящие в Иваньковский плес, распространяются поверхностным слоем и изменяют гидрологические и гидробиологические условия плеса. Создавая проточность и повышая температуру в поверхностном слое, они изменяют картину вертикального распределения и миграций зоопланктона. Они хорошо отличаются от остальных водных масс, так как их население бедно и специфично. Из района Корчемы происходит окончательное охлаждение теплых вод, перемешивание их с водами водохранилища, заселение обычными планктонными формами, т.е. влияние теплых вод на гидробиологический режим перестает прослеживаться.

В районе водозабора, представляющем собой углубленное русло Волги, глубиной 14–16 м, для охлаждения агрегатов ГРЭС забираются наиболее холодные придонные слои воды. Вместе с ними улавливаются и водные массы средних слоев, наиболее заселенные ракообразными в летнее время. Неблагоприятное воздействие охлаждающих агрегатов ГРЭС на зоопланктон (резкое возрастание температуры на $7-10^{\circ}$, соприкосновение животных с горячими стенками труб, высокие опорота течения) наиболее сильно проявляется летом в период массового размножения ракообразных и мелких форм рачков. губительное действие охлаждающей станции на крупных ракообразных становится очевидным спустя несколько часов, когда теплый поток выходит в Можковичский валик. Угнетенное состояние рачков усугубляется механическим воздействием водопеда в конце водосбросного лотка. Крупные планктонические формы с длинными конечностями (депто-

дура, длинносиды, диафнозома, крупные дафнии и копеподы) страдают при этом наиболее сильно: омой био поглотили ракообразных при температуре $3\text{--}33^{\circ}$ составляет около 12 т.

Отмирание зоопланктона в теплом потоке продолжается по мере прохождения им Момовичевского залива и прослеживается вплоть до района Корчмы. Неползавшие живые ракообразные пытаются уйти из потока, где для них - пелагических форм - складываются мало благоприятные условия (проточность, перегрев), и мигрируют в придонные слои. В теплом потоке остаются мелкие зоопланктеры (молодь вратки, мшуплы, мидорум, боомини, молодь крупных ветвистоусых).

Зона придонного подтона вод водохранилища в настоящее время располагается в нижней части Момовичевского залива. Границы холодного придонного слоя могут меняться в зависимости от метеорологических условий, а также от режима работы тепловой и гидро-электростанций. При высоком уровне воды придонный слой может существовать в течение 5-7 дней, и в нем накапливаются необычайно высокие биомассы зоопланктона - до $80\text{--}420 \text{ г/м}^3$. Никогда миграций ракообразных из придонных слоев вверх в зону теплого потока в течение суток не происходит. В таких скоплениях животные лишены нормальных условий существования. Здесь сконцентрированы виды, обычно не живущие совместно в планктоне (копеподитные стадии *Cyclops vicinus*, *C. степаницы*, *Daphnia cucullata*, *Daphnia longiremis*, *Leptodora kindtii*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Boecklinia longicauda*). Концентрация у дна ветвистоусых, приуроченных в естественных условиях к верхним горизонтам пелагиали, лишает их возможности нормально питаться. Скопления ракообразных под теплым потоком следует рассматривать как вынужденное переживание животными неблагоприятных условий, избегание ими зоны подогретых вод.

Легко доступные скопления крупных ракообразных у дна создают условия для интенсивного питания рыб не только планктоноядных и молоди, но и бентосоядных. Так, лещи длиной 240-300 мм и весом до 350 г летом 1972 г. усиленно потребляли планктонных ракообразных, кормясь в этих придонных скоплениях. Кишечники лещей оказались полными неполовыми дафниями, лептодорами, циклопами. Количество заглотанных одной рыбой ракий доходило до 50-100 тыс. экз., индекс наполнения составлял $150\text{--}240\%$. Пищевых длинных животных в кишечнике не было обнаружено.

В районе от устья Момовичевского залива до Корчмы теплые воды распространяются верхним 1,5-2-метровым слоем. Обширные толпы вод характеризуется естественным гидробиологическим режимом. Слой теплых вод на этом участке отличается все же малой насыщенностью. В нем продолжает встречаться обильная планктонная фауна: даф-

нии с пустыми кишечниками, с отмершими яйцами и эмбрионами, отмершие особи, пораженные гифами грибов.

Район Корчеви является зоной периодического воздействия теплых вод. При их отсутствии поверхностный слой имеет обычное планктонное население, при перемене направления ветра теплые воды быстро достигают этого района и хорошо прослеживаются не только по повышенной температуре, но и по своему обилию и разнообразию в количественном и качественном отношении зоопланктону, отсутствию крупных форм планктонных рачков (см. таблицу).

Численность зоопланктона в поверхностном слое у Корчеви
летом 1973 г.

Время	4. VII. 9.30	5. VII. 9.00
Температура поверхностного слоя воды, °C	21.8	25.8
Общая численность ракообразных (экз./м³)	68500	23500
<i>Daphnia cucullata</i>	12500	5400
<i>Daphnia longispina</i>	1900	-
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	400	-
<i>Leptodora kindtii</i>	100	-
<i>Bosmina coregoni</i>	13300	9150
<i>Cyclops vicinus</i>	600	-

В.Ф. РОДНИКО, А.П. КИЗИЧКИН
(ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНЕШНИХ ВОД АН СССР)

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ В РАЙОНЕ КОШАКОВСКОЙ
ГРЭС НА ПОПУЛЯЦИЮ *Leptodora kindtii* (РОССЕ) (СЛАВЯНКА)
Летом 1977 г.

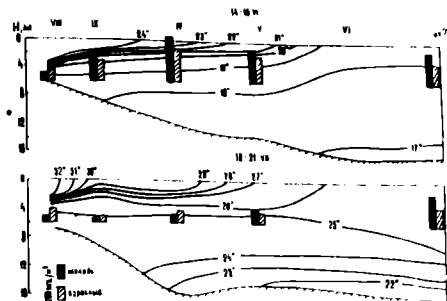
Летом 1972 г. погодные условия на Иваньковском водохранилище отличались от обычных аномально высокой температурой воздуха, отсутствием осадков и безветрием. Так, по показаниям водпоста Кошаково, характеризующим общие температурные условия всего водоема, среднесуточная температура воды в июне (19.7°) превысила средние многолетние значения на 1.4° (18.3°), а в июле — на 4°.

В зоне подогрева Кошаковской ГРЭС в летнее время численность многих воднотелюющих ракообразных повышается. Одновременно наруша-

ется возрастная структура популяции, т.е. изменяется количественное соотношение молоди и взрослых особей. Количество молоди в популяции может служить показателем, характеризующим интенсивность партактогенетического размножения вида. Понижение численности и изменение возрастной структуры в зоне подогрева обусловлены 2 основными причинами: гибелью речков при проходе через складчатые склоны тепловых электростанций и депрессией в размножении под влиянием повышенных температур. На участках, находящихся близко от водосборного канала — Ишквический элиа (разрезы УВ-IX), где отчетливо наблюдается изменение возрастной структуры и понижение численности, установить, какой из этих факторов определяет нарушение, довольно трудно.

Аномально жаркое лето 1972 г. способствовало значительному повышению температуры воды на участках, расположенных далеко от водосборного канала. Мы провели наблюдения за численностью и возрастной структурой популяции *Leptodora kindtii* в зоне подогрева и на непогреваемых участках Ивьяновского плеса. В середине июля естественный прогрев поверхностного слоя воды в верхней части Ивьяновского плеса составлял 21–22°, а в приплотинной — 18,4–18,6°. В районе распространения подогретых вод температура повышалась до 24–25°. В это время в Ивьяновском плесе на участках, не подверженных влиянию теплых вод, популяция килтодору состояла из 60–70% из молоди (нормальное состояние популяции). В районе сильного подогрева (разрез УВ) процент молоди в популяции уменьшился до 30–40. Общая численность популяции значительно понизилась (см. рисунок). Тенденция к снижению численности и изменению возрастной структуры сохранялась и на IX разрезе, где температура верхнего теплого потока достигала 24°. Ниже, в районе IX разреза и до плотины, процент молоди в популяции увеличился и численность повышалась.

Сохранение жаркой и безветренной погоды способствовало дальнейшему прогреву вод. Во второй половине июля температура верхней 10-метровой толщи воды в непогреваемых частях Ивьяновского плеса принимала средний многолетний максимум (23,0–23,9°) на 2,0–2,3° и была близка к максимальной срочной величине, равной 25,6–26,4°. В Ишквический элиа сбрасывались воды, подогретые до 33,4°. В зоне влияния подогретых вод Конаковской ГРЭС температура воды превышала многолетний максимум на 6–10°. В районе IX и У разрезов, по ходу теплого потока, температура воды у поверхности достигала 27–29°. В этот период сильное понижение численности и нарушение возрастной структуры популяции наблюдалось в районе IX разреза, а тенденция к снижению численности наметилась и в районе У разреза.



Распределение температуры, численности и возрастной структуры популяции *Leptodora kindtii* в районе влияния подогретых вод Конниковской ГРЭС

Темные цифры - номера разрезов, красные - номера станций.

Таким образом, в районе сильного подгрева ГРЭС (сентябрь) наблюдается понижение численности и нарушение возрастной структуры популяции *Leptodora kindtii* вследствие депрессии размножения, а при дальнейшем зонировании зоны сильного подгрева эти явления распространяются на значительно большей площади.

И. В. РОДЧЕНКО, А. С. ЛЕВАНОВ
(ИНСТИТУТ ГИДРОЛОГИИ ВНЕШНИХ ВОД АН СССР)

О КОЛЛЕБАНИЯХ ТЕМПЕРАТУРЫ И СОДЕРЖАНИИ КИСЛОРОДА В ЛЕВАНТОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ НА УЧАСТКЕ ВЛИЯНИЯ КОННИКОВСКОЙ ГРЭС

С целью изучения особенностей вертикального распределения растительного и животного мира в водохранилище на участке влияния Конниковской ГРЭС

иловой ГРЭС в июле 1973 г. были выполнены многосуточные наблюдения. Проба воды отбиралась на латисловном русле Волги в районе Корчевы с 4 горизонтов (1, 5, 10 и 15 м) через каждые 3 часа с 4 по 10 июля. Определение содержания O_2 проводилось по общепринятой методике.

За период исследований забор воды в канал им. Чокмы колебался от 65 до 105 м³/сек. Сброс воды через гидроузел производился только 6 и 10 июля с расходом от 100 до 300 м³/сек. Подопотребление Комановской ГРЭС составляло 65-70 м³/сек. Средние скорости стокового течения изменялись от 0,14 до 0,19 м/сек. Увеличение их до 0,14-0,16 м/сек. отмечалось только 6 июля и было вызвано сбросом воды через Иваньковский гидроузел. При незначительных скоростях стокового течения на динамику вод водохранилища ощутимое влияние оказывала метеорологическая обстановка.

В начале наблюдений в районе исследований подогретые воды отсутствовали. Температура воды на горизонте 1 м при этом изменялась от 22 до 23°, а у дна от 20,7 до 21,0°. Поступление теплых вод было отмечено через 15 час., когда температура возросла до 25°. Исходя из данных о скоростях течений, полученных с помощью самописцев, можно предполагать, что 4 июля теплые воды находились в 4 км к западу и занимали район III-IX разрезов. Это было обусловлено северо-восточным ветром, наблюдавшимся на водосеме в течение 2 предшествующих суток. С поступлением теплых вод в район Корчевы на станции образовалась четная температурная стратификация.

Устойчивым северо-восточным ветром со скоростью до 8 м/сек. 8-10 июля теплые воды снова были отнесены в район III-IX разрезов. Это вызвало понижение температуры у Корчевы и ее выравнивание от поверхности до дна.

За период многосуточной станции средняя температура воды была на горизонте 1 м - 23,4, 5 м - 22,4, 10 м - 21,7, 15 м - 21,2°. Разница между средними поверхностной и придонной температурой составляла 2,2°. Максимальная среднесуточная температура воды на глубине 1 м была равна 25°, а наблюдаемая - 26°. Наибольшие различия между среднесуточными поверхностной и придонной температурой отмечались в ясную погоду и составляли 4,1, а между среднесуточными - 5,0°.

В начале наблюдений количество кислорода на глубине 1 м изменялось от 7,50 до 7,80 мг/л, что составляло 83-88% насыщения, у дна оно уменьшалось до 48-59%.

С поступлением в район наблюдений подогретых вод ГРЭС концентрации кислорода в поверхностном слое увеличилась до 8,50-9,60

мг/л, а в отдельные сроки достигала 10,0-11,60 мг/л или 117-134% насыщения. С глубиной количество O_2 уменьшалось и у дна составляло 2,25-2,40 мг/л (26-30% насыщения).

В ходе измерения содержания кислорода в течение 6 суток на глубине 1 м дважды отмечались максимумы с количеством O_2 11,60 и 10,00 мг/л. Оба раза он соответствовал периоду с наиболее высокой температурой воды (см. рисунок). Таким образом, при штатной погоде с поступлением сбросных вод ГЭС содержание растворенного в воде кислорода у Корчевы увеличивается. Это предположение согласуется с данными об увеличении биомассы фитопланктона в районе Корчевы с приходом теплых вод [2], а также с данными о возрастании интенсивности фотосинтеза фитопланктона Яваньковского водохранилища при повышении температуры воды в условиях эксперимента [1].

Изменение содержания кислорода в верхнем слое водохранилища не всегда совпадало с суточной динамикой освещенности. Максимальное количество O_2 не обязательно приходилось на дневные или ранневечерние часы; это обусловлено подходом в район Корчевы вод с равной насыщенностью кислородом.

Минимальные величины содержания O_2 отмечались в придонном слое на глубине 15 м и приходились на утренние часы (3,6 час.). Безветренная погода и отсутствие вертикального обмена способствовали обеднению глубинных слоев кислородом. Максимальная разница между количеством O_2 в поверхностных и придонных горизонтах достигала 8,04 мг/л и наблюдалась в конце штатной погоды. Интересно отметить, что увеличение скоростей течения во всей водной толще, обусловленное сбросом воды через ГЭС 6 июля, вызвало довольно интенсивное перемешивание в верхнем 5-метровом слое. В результате этого произошло выравнивание температуры между горизонтами 1 и 5 м, а также увеличение содержания O_2 на глубине 5 м. Впоследствии, при уменьшении скоростей течения, вновь возникла дифференциация водной толщ как по температуре, так и по кислороду.

Средние за весь период наблюдений величины содержания кислорода были на горизонте 1 м - 8,35, 5 м - 6,71, 10 м - 5,44, а 15 м - 3,96 мг/л. Наибольшие значения стандартных отклонений характерны для придонного слоя ($\delta = 2,07$), а наименьшие - для горизонта 5 м ($\delta = 0,72$). Максимальные суточные изменения в количестве O_2 наблюдались на горизонтах 1 и 5 м ($\delta = 1,26-1,77$) в дни с наиболее высокой температурой поверхностного слоя. У дна в этот период величина δ составляла 0,09-0,35, а абсолютное содержание O_2 было минимальным.

Спектральный и периодограммальный анализ рядов наблюдений показали на-

лические колебания в содержании кислорода и температуры воды с периодом от 12 до 36 час. Отмеченные колебания продолжались на всех горизонтах. Анализ водных спектров указывает на наличие синхронных изменений в количестве O_2 на глубинах 5 и 10 м. В то же время изменение кислорода на поверхности находится в противофазе изменениям в глубинных слоях. При максимальном содержании O_2 на горизонте 5 м в отсутствии перемешивания в глубинных слоях оно было минимальным, что обусловлено потреблением кислорода водными организмами. Усиление ветра до 7-9 м/сек. привело к выравниванию содержания кислорода во всей водной толще до величин, превышающих среднее количество на горизонте 5 м.

Полученные данные свидетельствуют о перспективности изучения влияния подогретых вод на экосистемы крупных водоемов методом непрерывных многосуточных наблюдений.

Литература

1. Вайнштейн М.Б., Давыткин В.Г. и Антипольская И.В. Влияние подогретых вод Коньковской ГРЭС на фотоинтегративную активность фитопланктона Иваньковского водохранилища. - Гидробиол. ж., 1973, 9, 6.
2. Давыткин В.Г. Динамика фитопланктона в зоне влияния подогретых вод Коньковской ГРЭС. - Симпоз. по влиянию подогретых вод ГЭС на гидр. и биол. водоемов. Боров., 1971.

А.М.САЛЮ, А.Н.ТАРАСЕНКО
(ВЕРХНЕ-ВОЛЖСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГОСНИИРХ)

О ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ И ПРОДУКЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ ФИТОПЛАНКТОНА В ИВАНЬКОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Исследования интенсивности фотосинтеза и деструкции проводились в летнее время (11-14 июля 1973 г.) в Сухаринском (с естественным температурным режимом) и в Москвитинском (подогреваемом Коньковской ГРЭС) заливах. Интенсивность фотосинтеза и дыхания определяли методом влияния в его кислородной модификации с точной экспозицией. Параллельно с определением первичной продукции велся учет численности и биомасса фитопланктона.

Полученные результаты представлены в табл.1, из которой следует, что наиболее высокие величины валовой продукции в обоих заливах наблюдались в поверхностном слое, но в Москвитинском заливе

Таблица I

Численность фитопланктона и первичная продукция в
подогреваемом и неподогреваемом заливах Иваньковского
водохранилища

Горизонт	Диатомовые	Синезеленые	Зеленые	Паруфитовые	Всего	мг O ₂ /л		
						Ф	Д	Ф-Д
Сухаринский залив (с естественным температурным режимом)								
0.2	<u>1536</u> 11.43	<u>107952</u> 57.29	<u>3048</u> 1.67	<u>408</u> 0.78	<u>113328</u> 73.88	2.81	0.54	+1.07
1.0	<u>700</u> 1.59	<u>19560</u> 8.66	<u>540</u> 0.66	<u>260</u> 0.10	<u>21220</u> 12.62	0.50	1.18	-0.68
2.0	<u>1360</u> 3.63	<u>55260</u> 45.74	<u>1140</u> 0.53	<u>280</u> 0.37	<u>59380</u> 50.85	0.61	1.31	-0.70
Могорвичинский залив (подогреваемый)								
0.2	<u>1230</u> 4.24	<u>48000</u> 24.14	<u>2430</u> 2.4	<u>30</u> 10.7	<u>51780</u> 42.78	2.56	1.32	+1.24
1.0	<u>420</u> 1.51	<u>34000</u> 20.38	<u>1160</u> 0.7	<u>40</u> 0.02	<u>35680</u> 23.48	0.53	1.32	-0.79
2.0	<u>1580</u> 4.66	<u>50440</u> 26.64	<u>1160</u> 0.91	<u>160</u> 0.06	<u>53480</u> 44.29	0.38	1.28	-0.90
5.0	<u>920</u> 2.98	<u>22100</u> 13.25	<u>980</u> 0.48	<u>80</u> 3.48	<u>24140</u> 21.05	0.26	1.01	-0.75

Примечание. В числителе - численность фитопланктона (млн.кл./л),
в знаменателе - биомасса (мг/м³).

сти величина несколько ниже, чем в Сухаринском. Интенсивность фотосинтеза с глубиной резко уменьшалась, особенно отчетливо в Мокшвичском заливе. Наибольшие величины биомассы и количества фитопланктона водорослей наблюдались также в поверхностных слоях в обоих заливах, чем в Сухаринском заливе она выше, чем в Мокшвичском.

Потребление кислорода в процессе дыхания наиболее интенсивно происходило в Мокшвичском заливе в поверхностном слое, где наблюдалось наибольшее продуцирование органического вещества, и составляло его 51.5%. В Сухаринском заливе, наоборот, более интенсивно процесс деструкции проходил в придонном слое.

Наличие чистой продукции имело место в обоих заливах только в поверхностных слоях, с глубины I м господствовал отрицательный биотический баланс.

Отношение Ф/Д было невысоким и не превышало в поверхностном слое 2.99 в Сухаринском заливе и 1.94 в Мокшвичском заливе; с глубиной это отношение постепенно снижалось.

Величины, характеризующие продукционные возможности фитопланктона в исследуемых заливах, представлены в табл.2.

Таблица 2

Скорость продуцирования органического вещества фитопланктоном в обогреваемом и контрольном участках

Чистая продукция фитопланктона (80% от биоловой, мая.)	Биомасса фитопланктона (мг.)	П/Б коэффициент	Время оборота (сутки)	t, °C	Процент в биомассе		
					диетических	симбиотических	профитических
Сухаринский залив							
7.89	44.33	0.17	5.8	21	15.5	77.4	1.1
Мокшвичский залив							
7.20	34.22	0.20	5.0	20.9	9.8	56.1	25.0

Здесь рассчитана скорость разложения естественного фитопланктона в поверхностном слое, где наблюдалась наибольшая величина фотосинтеза. В обоих заливах П/Б - коэффициенты невелики. В этот период (первая половина июля) наблюдался опад в развитии фитопланктона. Низкие значения П/Б - коэффициента, видимо, можно объяснить ухудшением физиологического состояния водорослей, особенно в Мокшвичском заливе, где температура воды достигала 28.9. Однако для окончательных выводов необходимы более подробные наблюдения.

Именно фитопланктон в поверхностном слое Можовичского залива в июле может обновиться через 5, в Сухаринском - через 5.8 суток.

Мы не подсчитывали скорость размножения фитопланктона под единицей поверхности, тем паче в Можовичском заливе величина деструкции под 1 м^2 превышает величину чистой продукции. В Сухаринском заливе величина чистой продукции под 1 м^2 превышает величину деструкции.

Таким образом, наблюдения, проведенные в июле 1973 г., показали, что основная масса первичной продукции смыта с поверхности в поверхностном слое, причем интенсивность фотосинтеза поверхностного слоя Можовичского залива была несколько ниже, чем Сухаринского. Наибольшая величина биомасса фитопланктона отмечена в поверхностных горизонтах заливов и она выше в Сухаринском заливе. Значения H/E - коэффициентов в обоих заливах оказались невысокими, в Сухаринском заливе - 0.17, в Можовичском - 0.20.

Л.М.САПО, И.А.ФЛЕИС
(ВЕРХНЕ-ВОЛЖСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГОСНИОРХ)

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПОДОГРЕТЫХ ВОД КОМАКОВСКОЙ ГРЭС

В 1969-1972 гг. проводились наблюдения за температурным и гидрохимическим режимом Иваньковского водохранилища, в которое сбрасываются подогретые воды Комаровской ГРЭС.

Сброс подогретых циркуляционных вод вызывает заметные изменения в ледовом, температурном и газовом режимах Можовичского залива, куда непосредственно сбрасываются подогретые воды ГРЭС. Благодаря сбросу теплых вод Можовичский залив и часть Иваньковского плеса не замерзают. Размеры льдов (длина 3.5-5 км, ширина около 1-2 км) зависят от количества сбрасываемой воды и конкретных метеорологических условий года. Сброс подогретых вод ГРЭС в количестве $80 \text{ м}^3/\text{сек.}$ вызывает повышение температуры воды в Можовичском заливе. По сравнению с контрольной станцией у водосбора разность поверхностных температур воды достигает зимой 11.2, весной 9.2, летом 7.8, осенью 8.6, а средней суточной по вертикали соответственно 10.6, 0.5, 7.1, 8.6. Температура воды в заливе превышает санитарную норму не только зимой и в 5-10 летом, но и в период минимума летом - в Можовичском заливе 7.4 и 7.5 на стан-

троле. Максимальная температура воды отмечена в мае 1972 г. в заливе - 31.1° , у водозабора - 25.2° .

По классификации М.А.Пидгейко (1970) в районе залива подогретый вод ГРЭС можно выделять зону сильного подогрева - водосбросный канал и Можковичский залив, а в самом Иваньковском водохранилище зону минимального или слабого (перемежного) влияния подогретых вод, экватория которой непостоянна и зависит от метеорологических факторов.

Подогрев воды летом прослеживается на расстоянии 9-10 км ниже залива (залив - до плотины гидроузла) в Иваньковском плесе и на 9-10 км выше залива в Свездие-Волжском плесе, достигая водозабора при восточных ветрах, направленных в сторону ГРЭС, а зимой, при повышении уровня воды, под влиянием прикосывающего действия турбогенераторов ГРЭС. Глобальное влияние подогретых вод проявляется зимой: температура воды у водозабора превышает естественную на 2.2° , а в районе разреза - Можковичский залив - Городище в Иваньковском плесе - на 7.4° , т.е. выше санитарной нормы на 2.4° . Летом превышение санитарной нормы оставалось здесь только 0.6° . Разница в температуре между поверхностными и придонными слоями воды в Иваньковском плесе достигала 7.6° .

Сброс подогретых вод не ухудшает кислородный режим. В водосбросном канале, Можковичском заливе и в Иваньковском плесе содержание кислорода зимой было значительно выше по сравнению с контрольным учетом. Этому способствовало отсутствие ледяного покрова и митохондриальная взвесь воды на трассе водовыпуска. Количество кислорода в заливе (в зимы 1969-1972 гг.) не опускалось ниже 9.59 мг/л и было на $1.41-4.84$ мг/л выше, чем на контрольной станции. В Иваньковском плесе наблюдалось снижение содержания кислорода по сравнению с зимой, однако и здесь количество кислорода выше, чем у водозабора. Так, в марте 1972 г. в районе дер.Уходово (в 10-13 км ниже Можковичского залива) на поверхности содержалось 7.55 мг O_2 /л (46.0%), тогда как в районе водозабора содержание кислорода достигало только 2.69 мг/л (18.3%), т.е. разница составляла 4.86 мг/л. В придонных слоях эта разница была еще больше: 6.15 мг O_2 /л. В вегетационный период в Можковичском заливе, рассматривая из более высокой температуры воды, когда растворимость газа снижается, было отмечено увеличение содержания кислорода в воде по сравнению с водозабором. Зимний режим водохранилища в вегетационный период зависел от метеорологических условий и фотосинтетической активности водных организмов. В период жаркой, солнечной погоды на большей части водохранилища наблюдалась значительная кислородная насыщенность. В придонных слоях содержание

растворенного кислорода падало до уровня ниже 1 мг/л (лето 1972 г.).

Определенной закономерностью в содержании биогенных элементов при сравнении зоны подогретых вод и контрольного участка не наблюдалось. Значительную роль в формировании их режима играют метеорологические факторы. Особенно наглядно влияние метеорологических условий проявлялось в отношении минеральных форм азота. Так, в январе 1972 г., когда погода была холодной, минерального азота было больше в воде Мозковичского залива, чем в районе Корчовы — соответственно 0,780 мг/л и 0,625, а в марте (при теплой погоде), наоборот больше в заливе — соответственно 0,614 мг/л и 0,836. В целом за период наблюдений (1969—1972 гг.) в Мозковичском заливе и Иваньковском водохранилище содержание азота зимой было меньше, чем у водозабора, а летом, наоборот, больше, кроме лета 1972 г., когда различий не было. В зимнее время в конце водосборного канала отмечалось увеличение минерального растворенного фосфора. Летом увеличение его в сбросных водах наблюдалось лишь в 1969—1970 гг., а в 1971—1972 гг. различий не отмечено. Зимой содержание общего железа было меньше в зоне подогретых вод, по сравнению с контролем, летом — наоборот. В содержании кремния различий между зоной подогретых вод и контролем не замечалось.

Перманганатная окисляемость зимой в Мозковичском заливе была ниже, чем на контрольной станции, летом существенных различий не было, кроме жаркого сухого лета 1972 г., когда она была ниже. В июльском составе различий между зоной распространения подогретых вод и контрольным участком не отмечено. Общая жесткость летом выше в Мозковичском заливе, чем в контроле.

Таким образом, подогрев воды вызывает повышение температуры воды выше санитарной нормы в Мозковичском заливе на 6° зимой и на $3,6^{\circ}$ летом, а в самом Иваньковском водохранилище зимой на $2,4^{\circ}$, летом только на $0,5^{\circ}$. Сброс подогретых вод не ухудшает кислородного режима водохранилища. После достижения ГРЭС проектной мощности размеры плотины, температура воды и дальность распространения подогретых вод существенно не изменились, а загрязнение водохранилища уменьшилось. В зоне подогрева наблюдалось увеличение минерального азота и общего железа в летний период, и понижение количества органического вещества (по перманганатной окисляемости) зимой.

В.П.СМЕРНОЕ
(ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВЕРХНИХ ВОД АН СССР)

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ПО ЭКОЛОГИИ ВОЗЫ ВЛИЯНИЯ
ПОДОГРЕТЫХ ВОД КОМАНОВСКОЙ ГРЭС

Проблема влияния подогретых вод ТЭС на биологический режим водоемов-охладителей настолько сложна, что любые сведения по биологии и экологии водных организмов из зоны влияния теплых вод представляют большой интерес.

Сведения об экологии возы влияния подогретых вод Комановской ГРЭС имеются лишь в работах по бентосу (Подлубная, 1971). Согласно этим данным в зоне подогрева преобладает *Limnodrilus hoffmeisteri* Clap., у которого наблюдался здесь второй (осенний) период размножения.

Настоящее сообщение основано на изучении олигохет из оборотней (мелкобентоса)¹⁾ и макрозообентоса, выполненных в 1973 г. с марта по октябрь и в марте 1974 г. в районе влияния подогретых вод Комановской ГРЭС.

В зоне сильного подогрева здесь обнаружено более 20 видов олигохет, т.е. половина известных к настоящему времени в Иваницком водохранилище видов (табл.1). Из них 14 видов впервые указываются для Иваницкого водохранилища, а *Aeolosoma trivittatum* Mayer 2-й раз найден на территории Советского Союза. До сих пор этот вид был указан лишь для Индии, Польши (Кааргаак, 1972) и Бразилии (Чекановская, 1962). В Иваницком водохранилище он найден только в зоне подогрева, в устье Мокшачского залива.

Рассмотрим распределение *Limnodrilus hoffmeisteri* - массового вида тубицид, найденного в зоне сильного подогрева, в Мокшачском заливе.

В мелкобентосе здесь была обнаружена молодь *L. hoffmeisteri* (только что или недавно выходящая из коконов) размером 2,5-7,0 мм. Молодь присутствовала в течение всего вегетационного периода с марта по октябрь 1973 г.; численность ее была довольно высокой весной и в начале осени (табл.2), а в летний период, особенно в июне, когда температура воды в заливе достигала 27,5°, значительно снизилась, по-видимому в результате угнетения размножения.

1) Пользуясь случаем поблагодарить Е.С.Ведичко за предоставленный материал.

Личинки, обнаруженные в зоне сильного загрязнения
Кавказской ГЭС

Виды	Глухониз, м					Грунты		
	1-1,5	2-2,5	3-4	5,0	7-8,0	звн- лим- ный пес- сок	ил	зв- рос- ля
Сем. Aeclosomatidae								
Aeclosoma quaternarium Ahrent.	+	-	-	+	+	-	+	-
Ae. nivolum Leydig	+	-	-	-	-	-	-	+
Ae. travancorensis Aiyer	-	-	+	-	-	+	-	-
Сем. Naididae								
Vejdovskyella interme- dia (Bretsch.)	-	+	+	+	-	+	-	-
Carictonais lomondi (Martin)	-	-	-	-	+	-	+	-
Stylaria lacustris L.	+	-	-	-	-	-	-	+
Dero dorsalis Ferron.	-	+	-	+	-	-	+	-
Nais barbata Muller	+	-	-	-	-	-	-	+
Amphichaeta leydigii Isaacs	+	+	-	+	+	+	+	-
Chaetogaster langi Bretsch.	-	+	-	-	-	-	+	-
Chaetogaster ovellus	+	+	-	+	-	+	+	-
Pristina foreli Riguet	-	-	+	-	-	+	-	-
Pr. longicaeta Ahrent.	-	-	+	-	-	+	-	-
Pr. aequicaeta Pourne	-	+	-	-	-	-	+	+
Pr. archibiotica Lach.	-	-	+	-	-	+	-	-
Сем. Tubificidae								
Limnodrilus limnaticus Bretsch.	+	+	-	-	-	+	-	-
Au. pigueti Cowsl.	-	+	-	-	+	+	+	-
Notamothrix tollaviensis Vejd. et Ar.	-	-	-	+	-	+	+	-
Limnodrilus hoffmeisteri Clap.	+	+	+	+	+	+	+	-
Colaparcadeum spz.	+	-	-	-	-	-	-	-
Amphichaeta newmani Isaacs	-	+	+	-	-	+	+	-
Hydrulix - det. spz. Smith.	+	-	-	-	+	-	-	-
Chaetogaster sp. spz.	-	-	-	-	-	-	+	-
Tubificoides - det. spz.	-	-	-	-	-	+	-	-

Численность и биомасса ($\frac{\text{экз.}}{\text{г/м}^2}$) молоди *L. hoffmeisteri*

таблица 2

по месяцам в Мокшвичском заливе

Встречаемость, %	VI	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Среднее за сезон
74.1	6000	5100	2500	1400	2200	9300	4660	2800	4300
	0.511	0.254	0.168	0.042	0.201	0.784	0.380	0.252	0.324

По данным Т. Л. Поддубной (1962), оптимальные температуры для размножения личинодрюлов макродонтов в пределах 14–20°.

Половозрелые особи *L. hoffmeisteri* массы коконов с апреля в зарослях, молодь ранних стадий были найдены в конце марта 1974 г. на глубине 4 м, в русловон части Мокшвичского залива, в 2 км от водосброса, при температуре воды около 6°. В этом же районе, в одном из отрогов залива, на глубине 0.5 м при температуре около 4° были также найдены половозрелые особи и молодь *L. hoffmeisteri*. В нормальных условиях половозрелые особи встречаются в яме, в отдалении коконов происходит в конце июня-июле. Таким образом, в зоне (постоянного) сильного подогрева половое размножение *L. hoffmeisteri* происходит и в зимнее время, т.е. в течение всего года.

Другой особенностью является изменение индивидуального веса *L. hoffmeisteri* по пути теплого потока. В наших сборах имелись половозрелые черви из периферии Мокшвичского залива, в 5 км от водосброса, в устье залива и недалеко от границы распространения теплых вод (м. Корчева). Индивидуальный вес червей сильно увеличивался от начала потока теплых вод к его концу. Так, в начале залива вес одного экземпляра в среднем составлял 2.2 мг, в устье залива — 7.2 мг, а у Корчеви на глубине 1.5 м достигал 17.3 мг.

Большой вес червей в первом пункте, по-видимому, объясняется ускорением полового созревания из-за повышения температуры. Возможно, что играет роль и усиленное питание в связи со слабым оттоком ила в условиях острого течения. В районе устья залива температура обычно близка к оптимальной для размножения и здесь формируются значительные иловые отложения. Размеры и вес червей близки к нормальным для этого вида. Большой вес червей в третьем пункте, возможно, связан с многолетним зимним циклом и хорошим питанием благодаря выносу сюда масс органического вещества от отмершего после прохождения ГРП макродонтов.

Таким образом, приведенные данные по биологии и экологии макродонтов в зоне подогрева в Мокшвичском ГРП позволяют сделать следующие

влияние о двойном действии подогрева на *L. hoffmeisteri*. С одной стороны - благоприятное, выражающееся в увеличении числа генераций червей. С другой стороны - отрицательное: уменьшение размеров, а по-видимому, повышенная элиминация червей вследствие ускоренного жизненного цикла и массового выедания рыбой, привлекаемой сюда теплой водой, и химическим хищничеством.

В.В. СИНЕЛЬНИКОВ, В.В. КРОВ
(ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД АН СССР)

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ВОДЕ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА УЧАСТКЕ ВЛИЯНИЯ ПОДОГРЕТЫХ ВОД ГРЭС

Состав и содержание нефтепродуктов в районе Конаковской ГРЭС изучалось в период ее ввода в эксплуатацию (1969-1970 гг.) и в годы работы в оптимальном режиме (1972-1973 гг.).

Определяя сумму хлороформрастворимых веществ весовым методом и фракционный состав с помощью ламинесцентно-капиллярного метода. Из суммы хлороформрастворимых веществ были выделены легкие и тяжелые фракции путем обработки сухого остатка гексаном. Вещества, растворимые в гексане, включают в себя легкие нефтяные фракции, а нерастворимый остаток содержит тяжелые фракции. В части проб нефтепродукты извлекались из больших объемов воды (5-10 л) экстракцией хлороформом (350 мл). Для отделения окисленной части от углеводородной экстракт пропускали через колонку с двуокисью алюминия (активность I). Были зарегистрированы ИК-спектры поглощения всех фракций. Содержание углеводородов определяли по интегральной интенсивности полос поглощения в области $2800-3000\text{ см}^{-1}$.

Выяснено, что в годы стабильной эксплуатации ГРЭС характер загрязнения вод оброслого канала и залива нефтепродуктами заметно отличается от характера загрязнения в период проведения пуско-наладочных работ. В дни обследования в 1972-1973 гг. признаки загрязнения поверхности воды и берегов канала и залива отсутствовали. На участках интенсивного вспенивания воды и в местах скопления пены не обнаружено видимого загрязнения воды нефтепродуктами, а также появления поверхностной пленки. Окисленные фракции составляли до 80% от общей суммы хлороформрастворимых веществ.

Точечный пробы, используемый ГРЭС, содержит в среднем 16.6% смол и 14.5% асфальтенов. Тяжелые фракции составляли от суммы хлороформрастворимых веществ вод Иваньковского водохранилища от

25 до 65%. Поэтому для сравнительной оценки непосредственных и отдаленных последствий загрязнения водоема нефтепродуктами ледяни ограничиться только определением веществ, растворимых гексаном, как предлагает стандартная методика. Весной 1972 г. содержание хлороформрастворимых веществ в сбросном канале составляло 0,44-0,49 мг/л, а в период летней межени возросло до 1,16 мг/л, а основным за счет окисленных фракций (см. таблицу).

Содержание хлороформрастворимых веществ (мг/л) в воде
Иваньковского водохранилища (июль 1972 г.)

Место отбора пробы	Сумма хлоро- формраство- римых веществ	Фракция, на- влекаемые гексаном	Тяжелые фракции (би- тумомы)
Конаковская ГРЭС, русло водохранилища	0,61	0,22	0,39
Конаковская ГРЭС, водозабор	0,74	0,24	0,50
Сбросной канал ГРЭС	1,16	0,37	0,79
Можковский канал, станция 5	1,27	0,56	0,71
Иваньковское водохранилище, IX разрез	0,62	0,49	0,33
Водохранилище у с. Корчава, русло	0,74	0,52	0,22
Водохранилище, 5 разрез ...	0,92	0,63	0,29
Водохранилище, 5 км выше Иваньковской плотины	0,81	0,72	0,09
Верхний озер Иваньковской плотины	0,53	0,31	0,22
Верхний озер Угличской плотины	1,14	0,12	1,02
Романское водохранилище, с. Коприно	1,59	0,57	0,77

Битумомы из образцов воды, отобранных в период работы ГРЭС в нормальном режиме, были представлены средними и легкими смолами и маслами. Тяжелые смолы и асфальтены в большей части образцов отсутствовали. В 1969 г. тяжелые фракции, характерные для нефтяных битумов, обнаружались в воде канала и залива. Их способность к распространению в воде водохранилища значительно меньше, чем средних и легких нефтяных смол и масел. Появляются они в воде только при сильном загрязнении.

Относительная доля легких фракций, растворимых в гексане, летом 1972 г. увеличилась в 2 раза по участку выхода подогретой вод по сравнению с выше рассмотренным участком. В 1972 г. наблюдалась

прилике низкая водность, однако несмотря на редкое уменьшение поступления воды с притоками, в Иваньковском водохранилище, в отличие от других Верхне-Волжских водохранилищ, вследствие малых потерь через плотину, уровень воды был сохранен примерно в НПГ. С этим обстоятельством связаны более низкие концентрации хлороформ-растворимых веществ по сравнению с их концентрациями в других водохранилищах.

На основании анализа инфракрасных спектров поглощения было выяснено, что углеводородная часть хлороформ-растворимых веществ состоит из парафиновых цепочек прямого и разветвленного строения.

В.Е. СИДЯВНИКОВ, Т.С. РОЖДЕСТВЕНСКАЯ, В.И. ДЕНИНА
(ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД АН СССР)

БИОФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ОКИСЛЕНИЯ В ПОДОГРЕТЫХ ВОДАХ КОНАКОВСКОЙ ГРЭС

Исходя из представлений биофизики, вода водоемов представляет собой активную среду, в которой сопрягаются реакции внешнего биологического окисления и физико-химические процессы. С их участием возникают промежуточные активные соединения и частицы, возбужденные состояния, которые определяют характер и направленность превращения веществ в водоеме.

В водоеме существуют 2 энергетических потока: биотический и поток энергии, участвующий в превращениях веществ вне организмов. В первом потоке биологической утилизации органических веществ используется энергия питания организмов и ферментного гидролиза пищи. Второй поток складывается из экзотермических реакций окисления и энергии свободно-радикальных цепотци, действия света, тепла, механического перемещения водных масс, фона ионизирующей радиации. Источники использования энергии пищевой цепи и энергии физико-химических и геофизических процессов неодинаковы. Первые явно доминируют над вторыми. Барис и Рого (1972) путем расчета баланса O_2 показали, что его потребление в биологических процессах автотрофного водоема составляет 12.2% от общего потребления.

Осуществление процессов самоочищения без участия внешнего потока энергии ограничено. Роль внешнего потока энергии становится более важной в условиях влияния вод, проходящих через ГРЭС. Здесь в процессе превращения веществ в водоеме участвуют 3 фактора.

1) Длительный подогрев до 25–35°; 2) высокая скорость воды в паротеплообменной системе и перемешивание водных масс в канале;

3) дополнительное аэрирование. При соемы в вегетационный период температурах Верхней Волги (6-18°) практически в природной воде протекают только химические реакции с низкой энергией активации: 2-10 ккал/моль. При температурах воды вои ГРЭС возможны реакции с энергией активации в 2-6 раз выше. Так, для изучения свободно-радикальных процессов в природной воде М.И.Телютченко и В.И.Чорных предлагали измерять кинетику окисления ДФА в мешках. С заметным ускорением эта реакция идет при подогреве до 35-45°. За энергию активации в зависимости от содержания в воде ингибиторов и минимизаторов свободно-радикальных реакций оставляет 10-60 ккал/моль. На участке выхода вод ГРЭС этот тест можно использовать в естественных условиях без искусственного подогрева. Наименьшая характеристика и скорости и других реакций, протекающих с участием свободных радикалов. Химилуминесценция поверхностной пленки и полной видности при комнатной температуре составляет от 3 до 40 мп./сек, а в воде 0.2-0.4 мп./сек. При подогреве до 40-50° интенсивность химилуминесценции возрастает в 2-10 раз. Следовательно, увеличивается число элементарных актов взаимодействия частиц, сопровождающихся выделением больших порций энергии. Заключившиеся ингибиторы (C_6H_5OH) в этих условиях генерирует свободные радикалы, ускоряющие окисление органических веществ. При входе в реакторный сосуд с химикомом подогретого, аэрированного раствора $10^{-5}M$ фенола возникает омыльная вспышка химилуминесценции и возрастает скорость окисления диминов.

Энергия, выделяющаяся при протекании биологических реакций во внутренних средах организмов, составляет 3-10 ккал./моль. В результате протекания во внешней среде фотохимических и радиохимических реакций, а также темновых реакций, сопровождающихся образованием электронно-возбужденных состояний, с последующим испусканием квантов света в видимой и ультрафиолетовой области спектра, одновременно выделяется в 1-15 раз больше энергии (до 50-150 ккал./моль). Атомы O_2 также обладают свободной энергией. Они нестабильны и при их рекомбинации освобождается значительные порции энергии (40 ккал/моль). Очень часто реакции ферментного гидролиза требуют активации кислородом, иногда светом или использованием энергии свободных электронов или протонов, например, в виде иона гидроксония.

Условным интенсивного окисления оказываются для организмов производимыми и внешне могут быть значительны от неблагоприятных факторов. ... действия ряда внешних факторов на участке ... подготовленный вод ... части водохранилища во ...

В.Виниатовой обнаружено интенсивное увеличение численности микроводорослей. На этом участке водохранилища антиокислительная активность возросла, а в концентрате водорослей, собранных планктонной сетью, отмечалось резкое подавление свободно-радикальной активности и отсутствие окисления внесенного в воду молекул калия (тест на содержание в воде окислителей, в том числе продуктов распада легкорастворимых органических веществ).

Таким образом, факторы, связанные с прохождением вод через ГЭС, стимулировали окислительные процессы и в то же время активизировались процессом образования антиокислителей. Защита организмов от действия квантов высоких энергий может быть осуществлена флуоресцирующими веществами. Их выделяют в воду водоросли. Это неорганические органические соединения, флуоресцирующие в области 400-450 нм. Поглощая более коротковолновое излучение высокоэнергетических квантов (< 10 эв), они преобразуют поглощенную энергию, частично используемую в темновых реакциях.

Таким образом, в результате совокупности описанных выше процессов создаются условия для запасаания и переноса свободной энергии.

Система запасаания и переноса внешнего энергетического потока неравновесна, так как находится в подвижном динамическом балансе между притоком и расходом энергии. Во функционировании участвуют с помощью определенных сумм окислителей, H_2O_2 , интенсивности химилуминесценции хлорофлора. Сотрудниками Б.Н.Тарусова предложены ряд тестов (определение фотосинтетического послесвечения и др.), характеризующих равновесие внутренних биологических сред. Процессы запасаания энергии во внутренних биологических средах и возможность использования больших квантов живой клеткой описываются в работах Г.М.Баренбойм, В.А.Владимирова, А.А.Гурвич, С.В.Кочова, Б.Н.Тарусова, А.И.Хуразлева. Порция энергии АТФ, участвующая в процессах дыхания и биологического окисления, не превышает 10 ккал./моль, но в воде водоемов, в отличие от других сред, процесс биологического окисления протекает не только во внутренней, но и во внешней среде. Связан с биофизическим исследованием оказывается не отдельные организмы и популяции, а экосистемы как более точно проявления результатов их жизнедеятельности, рассредоточивающиеся на непосредственное окружение. А в этом случае роль больших квантов энергии несомненна. Большие кванты энергии часто оказываются движущей силой химических реакций, протекающих во внешней среде (М.В.Алфимов, Р.Ф.Васильев, В.Л.Ермолаев, К.Смит и Ф.Исчелот).

В обзоре "Действия квантовых превращений веществ", осуществленные за счет утилизации энергии пищевой цепи, значительно поль-

не. Но на квантово-механическом уровне при рассмотрении роли внешнего потока энергии, выполняемая им в отдельных элементарных актах работа может быть эквивалентна 10-15 ед. тепловых ферментных реакций.

При прохождении воды через складчатые агрегаты в сброшенной канав ГРЭС создаются благоприятные условия возмещения в окислительные процессы внешнего потока энергии.

И.А. СКАЛЬСКАЯ
(ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД АН СССР)

ЗАСЕЛЕНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ СУБСТРАТОВ ФАУНОЙ В ПОДОГРЕВАЕМОЙ И НЕПОДОГРЕВАЕМОЙ ЗОНЕ У КОСТРОМСКОЙ ГРЭС

В 1973 г. были исследованы энтомофауны (обратная) деревянных субстратов (пластик) в районе Костромской ГРЭС в зоне естественного температурного режима — на ст. 3 и в зоне подогрева — на ст. 5.

Состав образующихся энтомофаун в общем сходен: в них доминировали личинки хирономид *Sturptochironomus gr. paracostriatus* и *Cricotopus gr. silvestris*, наядиды *Mela barbata*, *M. variabilis*, *M. pseudobutata*, *Stylaria lacustris*, цинлопы *Paracyclops fimbriatus* и *Dreissena polymorpha*.

Заселение деревянных субстратов в зоне подогрева начинается несколько раньше, чем в зоне естественного температурного режима. В непоогреваемой зоне на ст. 3 в конце апреля при температуре воды $5.9-7.2^{\circ}$ после 2-суточной экспозиции субстратов в воде энтомофауны на них не поселялись. Лишь на 5-е сутки обнаруживались единичные экземпляры личинок хирономид. В зоне подогрева на ст. 5 при температуре воды от 12 до 16.0° уже через 2 суток субстраты заселялись, правда в единичных экземплярах, личинками хирономид, пиялками, ручейниками, личинками стрекоз. Были обнаружены и куколки рода *Agrocladius*, т.е. начинался вылет имаго хирономид.

В июне, когда температура воды на ст. 5 достигала 26.4° , прележная естественную и предельную на 1.3° , процессом обратности в зоне подогрева проходили более интенсивно, чем в зоне естественного температурного режима. Чаще всего численность и биомасса энтомофауны на ст. 5 была выше, чем на ст. 3 (см. рисунок). По мере увеличения сроков экспозиции субстратов от 5 до 15 суток численность энтомофауны на ст. 3 во время от 900 до 12500 экз./м², биомасса от 0.21 до 2.62 г/м², в то время как на ст. 5 — соответственно от 2900 до 15100 экз./м² и от 1.93 до 1.93 г/м².

17
18
19

20

21
22
23
24
25

Подогрев воды способствовал ускорению развития доминирующих личинок хирономид *Cryptochironomus gr. parageometricus* и *Cricotopus gr. silvestris*. После 5-суточной преобладания субстратов в во-
оде личинок хирономид на ст.5 преобладали личинки IV возраста на ст.3 преимущественно личинки II возраста. Через 10 суток в не подогрете почти все личинки были на IV стадии зрелости, бы-
много личинок со вздутыми грудками и куколки (по 3-8 экз./м² на отине), т.е. проходил вылет имаго. На ст.3 в это время личинки
оказались отстающими в своем развитии, они были в основном на II и
стадии зрелости и была обнаружена всего 1 куколка. Только на 15
суток на ст.3 начался вылет имаго.

В дальнейшем при увеличении сроков экспозиции субстратов до
суток на обеих станциях продолжался вылет имаго и поселение до-
личинков, причем интенсивность заселения их личинками хирономид
превышала убыль в результате вылета имаго. Так, на ст.3 количе-
во личинок хирономид с увеличением сроков экспозиции от 5 до
суток возрастало от 500 до 2500 экз./м², уменьшение численности
отмечалось лишь на 25-е сутки. На ст.5 численность личинок хи-
ромид при 5-25-суточной экспозиции субстратов увеличивалась
800 до 2900 экз./м².

Ускорение развития личинок хирономид в зоне подогрева в
сопровождалось их повышенной смертностью. На 10-е сутки на о-
при температуре воды 25.2° в эпиконной встречались мертвые
личинки *Cryptochironomus gr. parageometricus* и *Cricotopus gr. sil-
vestris*, составлявшие соответственно 15.3 и 12.5% их общей
ленности. В период наибольшего прогресса, когда температура
достигала 26.4°, на 15-е сутки мертвые особи *C. gr. parageometricus*
на верхнем горизонте составляли 39% их численности, на 25-е су-
- 20.3%. В зоне естественного температурного режима на ст.3
10-е сутки при температуре воды 18.2° мертвые личинки не об-
ны, только на 15-е сутки встречены мертвые личинки хирономид
количестве 4-10%.

В конце мая при 2-7-суточной экспозиции плавающих водорослей
растения в зоне подогрева по-прежнему или интенсивнее, чем в
естественного температурного режима. В зоне подогрева в боль-
количестве поселялась *Sida crystallina*, отсутствовали же

В августе подогрев воды на ст.5 в среднем составлял 5.7°, а
емальная температура была равна 26.5°. Заселение субстратов
омонтами в зоне подогрева проходит слабее, чем в зоне есте-
ного температурного режима. На ст.5 личинок хирономид стало
чительно меньше, на ст.3 их численность все еще велика. Видим
ускоренное развитие личинок хирономид в зоне подогрева привело

к раннему завершению вылета имаго, а высокие температуры (до 26.5°) препятствовали поселению новых поколений хирономид и других групп эпибионтов, что видно по более высокой общей численности на ст.3. В большом количестве на ст.3 поселилась дрейссена, в основном особи размером $0.5-0.7$ мм, отдельные экземпляры достигали 2.2 мм. На ст.5 основной массой дрейссены были размером $0.5-0.7$ мм, а отдельные особи достигали 3.5 мм, т.е. темп роста был выше, но численность их меньше.

В сентябре подогрев воды на ст.5 в среднем был равен 4.8° ммн. оптимальная температура составляла 19.1° . И в это время процессом об растений в зоне подогрева проходили интенозивнее, чем в зоне естественного температурного режима. Это особенно видно по дрейссене, численность которой на ст.3 составляла 300 экз./м², биомасса 0.15 г/м², размеры $0.4-1.7$ мм. В зоне подогрева ее численность и биомасса была в 5 раз больше, чем на ст.3, (1500 экз. и 0.76 г/м²) размеры от 0.35 до 3.5 мм.

С 28 сентября по 8 октября температура воды на ст.3 снижалась от 7.2 до 6.7° , на ст.5 — от 13.8 до 11.5° , подогрев составлял $6.6-4.8^{\circ}$. При 10-суточной экспозиции субстратов на ст.3 они весьма слабо заселились эпибионтами. В зоне подогрева фауна оказалась разнообразнее по составу и в 10-12 раз многочисленнее, чем на ст.3 (7100 экз./м² и 0.65 г/м²).

Таким образом, в зоне подогрева наблюдался заметный сдвиг фаз жизненного цикла личинок хирономид (ускорение метаморфоза) и в течение всего периода наблюдений более интенсивное заселение субстратов, особенно хорошо выраженное при сравнении фауны сустратов с кратковременной экспозицией (5-10 суток).

И.Ф.СМИРНОВА
(ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД АН СССР)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ МАССОВЫХ ВИДОВ ДВУСЛОВАТЫХ МОЛАСКОВ В РАЙОНЕ КОСТРОМСКОЙ ГЭС

В настоящее время стала весьма насущной проблема влияния подогреваемых вод на органический мир водоемов-охладителей, и которая существенно меняются экологические условия по сравнению с естественными.

Начав исследование производилась в районе Костромской ГЭС, когда мощность ее составляла 1600 мквт, т.е. всего четвертую часть от ее полной мощности. В задачу работы входило исследование чис-

ленности, научение структуры популяции и закономерностей роста, а также выяснение продукционных возможностей широкого распространения в районе ГРЭС двустворчатых моллюсков - *Anodonta piscinalis* Mils., *Unio pictorum* (L.), *Unio tumidus* Philippi. Материал собран на 5 станциях, из которых 3 были расположены в заливе приустьевой части р.Вачи вблизи ГРЭС и находились под влиянием теплых вод, и 2 - в русловой части водохранилища, при естественном температурном режиме.

Для выяснения структуры популяции рассматриваемых видов в период исследования производились измерения всех собранных с мерных площадей особей и определение численности различных размерных групп. Возраст моллюсков устанавливался по годовым кольцам. Для расчета продукции использовался метод, предложенный А.Н.Годяковым. Полученный материал обрабатывался с помощью статистических методов.

У *A.piscinalis* и *U.pictorum* наибольшая плотность поселений наблюдалась в устьевой части р.Вачи - 1,2-0,8 экз./м². На станциях водохранилища численность этих моллюсков составляла 0,4-0,5 и 0,6-0,7 экз./м² соответственно.

У этих же моллюсков наблюдались и самые значительные различия в темпе роста. Наибольшие различия *A.piscinalis* и *U.pictorum* достигают в популяциях, расположенных в р.Ваче, причем с возрастом различия в темпе роста увеличиваются. С возрастом также увеличивается изменчивость в размерах всех изученных моллюсков, о чем можно судить по величине дисперсии.

У *U.tumidus* самая высокая плотность поселений наблюдалась в водохранилище - 0,9 экз./м². Численность этого моллюска в районе залива теплых вод ГРЭС развивалась 0,5-0,6 экз./м².

Изучение продукции *A.piscinalis*, *U.pictorum* и *U.tumidus* показало соответствие ее с численностью, темпом роста и составом популяции этих моллюсков. Среднегодовая ростовая (P_r) и поддерживающая (P_s) продукция для *A.piscinalis* и *U.pictorum* выше в районе устья р.Вачи. Так, для *Anodonta* эти значения равны соответственно 15,5-20,3 и 7,1-15,0 мг/м² при $\frac{P_r}{P_s} = 0,8$ и $\frac{P_r}{P_s} = 0,5$; для *U.pictorum* - 5,5-4,5 и 2,1-3,5 мг/м² при коэффициентах 0,5 и 0,4. На условиях станции значения ростовой и поддерживающей продукции значительно ниже. Для *Anodonta* эти значения находятся в пределах 1,5-1,4 и 0,4, соответственно, при $\frac{P_r}{P_s} = 1,2$ и $\frac{P_r}{P_s} = 0,6$, а для *U.pictorum* $P_r = 1,5$, $P_s = 1,2$ при $\frac{P_r}{P_s} = 0,5$ и $\frac{P_r}{P_s} = 0,5$.

Значения продукции *U.tumidus* в этих рассматриваемых стан-

Таким образом, в приустьевом заливе р.Вачи, судя по численности, темпу роста и продукции, условия для *A. ripicincta* и *U. ripicola* наиболее благоприятны (для *U. tumidus* этого не замечается). Это можно было бы объяснить более высокой температурой залива по сравнению с водохранилищем. Однако анализ роста по годовым кольцам показывает, что увеличение темпа роста этих моллюсков наблюдалось и в те годы (1966-1969), когда ГРЭС только строилась и подогрева еще не было.

По всей видимости в заливе устья Вачи условия обитания двустворчатых моллюсков и раньше были лучше, чем в водохранилище. В межливновом заливе сильное был естественный прогрев и могли быть более благоприятные условия питания.

Полученные нами результаты могут служить контрольными данными для сравнения с результатами аналогичных исследований, которые следует провести в этом районе после значительного увеличения мощности Костромской ГРЭС.

Н.Б.СОРОКИНА, Н.П.МУЛЫГИНА
(ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)

ВЛИЯНИЕ ЯЙВИНСКОЙ ГРЭС НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ И КАЧЕСТВО ВОДЫ р.ЯВЫ

Тепловые электростанции, использующие в качестве охлаждающей среды воду, в значительной мере изменяют физико-химические и биологические процессы в них в результате зарегулирования стока, теплового и химического загрязнения. Особенно сильно это влияние проявляется на реках малой и средней водности.

В докладе приводятся предварительные сведения по влиянию Яйвинской ГРЭС на гидрологический режим и качество воды р.Явы. Исследование этого вопроса ведется с 1973 г. лабораторией водохозяйственных проблем Пермского государственного университета по договору с Яйвиной ГРЭС.

Р.Ява - левобережный приток р.Камы (с постройки Камской ГЭС входит в Яйвинский залив Камского водохранилища), протекающий по Пермской области. Площадь бассейна 480 км², длина реки 304 км, среднегодовой расход 75,0 м³/сек., наибольшая 101 м³/сек, наименьшая - 38,6 м³/сек. Воды гидрокарбонатно-кальциевые с минерализацией от 52 до 319 мг/л.

Явнинский ГРЭС мощностью 600 тыс.квт. введен в строй действующих в 1964 г. и работает на многосерийных низковольтных и малосерийных кузнечных углях. Для водоснабжения и водоотведения используется р.Яна. ГРЭС находится на расстоянии 165 км от истока (139 км от устья).

Ежегодное потребление воды составляет около 2300 тыс.м³, а отведение в водоем подогретых вод - около 2250 тыс.м³, что составляет от 26 до 67% от расходов р.Яны. Эти условно-чистые воды поступают из системы охлаждения и в реке деля сбросов возможно химического загрязнения лишь за счет повышенного содержания нефтепродуктов и в отдельные периоды - железа.

Подогрев воды вызывает тепловое загрязнение р.Яны. Особенно сильно это влияние снижается в зимний период, когда льдом плотина ледостав отсутствует на 1-1,5 км, а льдом на расстоянии до 40 км.

Исследования в феврале 1974 г. показали, что на расстоянии до 3 км от места сброса (температура воды в сбросном канале 19°) температура воды выше естественной на 1-8°. Далее этот подогрев уменьшается до 3° и менее. При этом следует отметить, что пониженные температуры воды на этом участке происходят не только в результате теплообмена с атмосферой и льдом, но и за счет смешения с более холодными водами р.Вильвы (с температурой воды 2°).

С созданием плотины и водохранилища совершенно изменился водный и скоростной режим р.Яны. В период летней и зимней межени ниже плотины появляется множество периллов, а местами р.Яна (до впадения р.Вильвы) пересыхает совсем.

Другой стороной отрицательного влияния является химическое загрязнение за счет фильтрации и сброса щелочных вод с золоотвала, куда системой гидрозолоудаления специально выносятся от ГРЭС до 2% от золы и шлака.

На основании анализов углей, золы и вод (в системе гидрозолоудаления) установлено выщелачивание из золы соединений кальция, магния, натрия и калия, создающих щелочную реакцию сточным водам Явнинской ГРЭС, поступающим в р.Яну через р.Ядигу и в результате фильтрации.

А.К. СТОЛБОВИЧ
(ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД АН СССР)

О ЧИСЛЕННОСТИ ГЕТЕРОТРОФНОЙ МИКРОФЛОРЫ ВОДЫ И ПРОЦЕССАХ
РАСПАДА ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ИВАНЬКОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Иваньковское водохранилище, одно из старейших водных водохранилищ, наименее изучено в микробиологическом отношении. Микробиологические исследования либо носили эпизодический характер [5], либо касались узкого вопроса [6] или отдельного участка водоема [1].

С целью оценки степени влияния антропогенных факторов и, в том числе, сброса подогретой вод Коньковской ГРЭС на качество воды Иваньковского водохранилища нами выполнены сезонные микробиологические исследования, включающие в себя определение суточной деструкции органического вещества, биохимического потребления кислорода (БПК_{полное}), суточной бактериальной продукции и численности гетеротрофной микрофлоры воды. Деструкция органического вещества определялась кислородным методом [3], БПК_{полное} — по формуле М.Н. Денисова [4], бактериальная продукция — по количеству потребленного кислорода [7], численность гетеротрофной микрофлоры — по общепринятым прописям [2,3]. Пробы воды отбирались стерильно.

Величины суточной деструкции органического вещества и БПК_{полное} дают представление о содержании в воде легко минерализуемого органического вещества, а их соотношение — о скорости его минерализации бактериями. Как видно из табл. I, величины деструкции органического вещества в течение сезона колебались от 0.02 (январь) до 2.66 мг O_2 /л в сутки (август), а БПК_{полное} соответствовало от 1.21 (октябрь) до 9.71 мг O_2 /л (июль). Таким образом, наибольшие содержания и скорость минерализации органического вещества наблюдаются летом, а наименьшие — осенью, что соответствует сезонной динамике развития фитопланктона и изменению температурного режима водоема.

По живатории Иваньковского водохранилища максимальные значения деструкции органического вещества и БПК_{полное} наблюдались (во все сезоны) в Можайском и Можковичском заливах. Если в первом заливе это объясняется повышенным уровнем первичного продуцирования органического вещества, то во втором — влиянием сброса подогретых вод Коньковской ГРЭС. Однако влияние подогретых вод по сопоставлению показателей деструкции и в районе Корчевы (5-6 км ниже залива) уже не наблюдается.

— анализ суточной деструкции органического вещества, окислительного потребления
 иловора (НПК полевое) в бактериальной продукции (1973 г.)

Таблица 1

Статья	Деструкция органического вещества (мгб ₂ /л в сутки)		Бактериальная продукция (мгс ₂ /л в сутки)		НПК полевое (мгс ₂ /л)	
	У		И		У	
	У	У1-УП	УП	И	У	У1-УП
Магелово	0.54	-	0.26	0.14	0.0432	-
И; Лесное	0.56	0.78	0.88	0.31	0.0448	0.0208
Городня	0.71	1.04	0.97	0.03	0.0624	0.0708
Виле Устьи р. Мона	0.70	2.10	1.40	0.28	0.0568	0.0832
Р. Тома у дер. Бездоро- доло	1.10	1.84	1.40	0.24	0.0560	0.1618
Р. Тома у железнодоро- розного моста	1.23	2.06	2.66	0.09	0.0880	0.1472
Водоразбор Копанов- ской ГРЭС	-	1.00	0.91	0.23	0.0984	0.1648
Городня	-	1.24	1.21	0.07	-	0.0800
Може- вуч- ская	-	-	1.77	-	-	0.0992
УП разраб. ст. 2.	-	1.44	1.62	0.20	-	-
Проток устья-Мана	0.56	1.14	1.17	-	-	0.1152
Корчак	0.30	0.50	0.98	0.24	-	-
Уходило, Л. ...	0.50	0.98	-	0.19	0.0448	0.0912
Вход в кан. ...	0.32	0.83	0.72	0.02	0.0240	0.0400
					0.0400	0.0784
					0.0256	0.0576
					0.0800	0.1120
					0.0880	0.1120
					0.0984	0.1218
					-	0.0800
					-	0.0992
					-	-
					-	0.1152
					-	-
					-	0.0448
					0.0240	0.0400
					0.0400	0.0784
					0.0256	0.0576
					0.0800	0.1120
					0.0880	0.1120
					0.0984	0.1218
					-	0.0800
					-	0.0992
					-	-
					-	0.1152
					-	-
					-	0.0448
					0.0240	0.0400
					0.0400	0.0784
					0.0256	0.0576
					0.0800	0.1120
					0.0880	0.1120
					0.0984	0.1218
					-	0.0800
					-	0.0992
					-	-
					-	0.1152
					-	-
					-	0.0448
					0.0240	0.0400
					0.0400	0.0784
					0.0256	0.0576
					0.0800	0.1120
					0.0880	0.1120
					0.0984	0.1218
					-	0.0800
					-	0.0992
					-	-
					-	0.1152
					-	-
					-	0.0448
					0.0240	0.0400
					0.0400	0.0784
					0.0256	0.0576
					0.0800	0.1120
					0.0880	0.1120
					0.0984	0.1218
					-	0.0800
					-	0.0992
					-	-
					-	0.1152
					-	-
					-	0.0448
					0.0240	0.0400
					0.0400	0.0784
					0.0256	0.0576
					0.0800	0.1120
					0.0880	0.1120
					0.0984	0.1218
					-	0.0800
					-	0.0992
					-	-
					-	0.1152
					-	-
					-	0.0448
					0.0240	0.0400
					0.0400	0.0784
					0.0256	0.0576
					0.0800	0.1120
					0.0880	0.1120
					0.0984	0.1218
					-	0.0800
					-	0.0992
					-	-
					-	0.1152
					-	-
					-	0.0448
					0.0240	0.0400
					0.0400	0.0784
					0.0256	0.0576
					0.0800	0.1120
					0.0880	0.1120
					0.0984	0.1218
					-	0.0800
					-	0.0992
					-	-
					-	0.1152
					-	-
					-	0.0448
					0.0240	0.0400
					0.0400	0.0784
					0.0256	0.0576
					0.0800	0.1120
					0.0880	0.1120
					0.0984	0.1218
					-	0.0800
					-	0.0992
					-	-
					-	0.1152
					-	-
					-	0.0448
					0.0240	0.0400
					0.0400	0.0784
					0.0256	0.0576
					0.0800	0.1120
					0.0880	0.1120
					0.0984	0.1218
					-	0.0800
					-	0.0992
					-	-
					-	0.1152
					-	-
					-	0.0448
					0.0240	0.0400
					0.0400	0.0784
					0.0256	0.0576
					0.0800	0.1120
					0.0880	0.1120
					0.0984	0.1218
					-	0.0800
					-	0.0992
					-	-
					-	0.1152
					-	-
					-	0.0448
					0.0240	0.0400
					0.0400	0.0784
					0.0256	0.0576
					0.0800	0.1120
					0.0880	0.1120
					0.0984	0.1218
					-	0.0800
					-	0.0992
					-	-
					-	0.1152
					-	-
					-	0.0448
					0.0240	0.0400
					0.0400	0.0784
					0.0256	0.0576
					0.0800	0.1120
					0.0880	0.1120
					0.0984	0.1218
					-	0.0800
					-	0.0992
					-	-
					-	0.1152
					-	-
					-	0.0448
					0.0240	0.0400
					0.0400	0.0784
					0.0256	0.0576
					0.0800	0.1120
					0.0880	0.1120
					0.0984	0.1218
					-	0.0800
					-	0.0992
					-	-
					-	0.1152
					-	-
					-	0.0448
					0.0240	0.0400
					0.0400	0.0784
					0.0256	0.0576
					0.0800	0.1120
					0.0880	0.1120
					0.0984	0.1218
					-	0.0800
					-	0.0992
					-	-
					-	0.1152
					-	-
					-	0.0448
					0.0240	0.0400
					0.0400	0.0784
					0.0256	0.0576
					0.0800	0.1120
					0.0880	0.1120
					0.0984	0.1218
					-	0.0800
					-	0.0992
					-	-
					-	0.1152
					-	-
					-	0.0448
					0.0240	0.0400
					0.0400	0.0784
					0.0256	0.0576
					0.0800	0.1120
					0.0880	0.1120
					0.0984	0.1218
					-	0.0800
					-	0.0992
					-	-
					-	0.1152
					-	-
					-	0.0448
					0.0240	0.0400
					0.0400	0.0784
					0.0256	0.0576
					0.0800	0.1120
					0.0880	0.1120
					0.0984	0.1218
					-	0.0800
					-	0.0992
					-	-
					-	0.1152
					-	-
					-	0.0448
					0.0240	0.0400
					0.0400	0.0784
					0.0256	0.0576
					0.0800	0.1120
					0.0880	0.1120
					0.0984	0.1218
					-	0.0800
					-	0.0992
					-	-
					-	0.1152
					-	-
					-	0.0448
					0.0240	0.0400
					0.0400	0.0784
					0.0256	0.0576
					0.0800	0.1120
					0.0880	0.1120
					0.0984	0.1218
					-	0.0800
					-	0.0992
					-	-
					-	0.1152
					-	-
					-	0.0448
					0.0240	0.0400
					0.0400	0.0784
					0.0256	0.0576
					0.0800	0.1120
					0.0880	0.1120
					0.0984	0.1218
					-	0.0800
					-	0.0992
					-	-

Изменение интенсивности гетеротрофной микрофлоры в воде Канальского водохранилища (1973 г.)

Станция	Численность (мл./мл) гетеротрофной микрофлоры в ВОД				Численность (мл./мл) гетеротрофной микрофлоры в ВОД			
	М е с я ц и				М е с я ц и			
	У	У1-У2	У3	Х	У	У1-У2	У3	Х
Матанцево	170	120	130	230	-	230	1340	3400
Привольное	180	200	450	120	1620	1030	5530	4070
Городня	100	150	120	80	660	300	2940	7240
Вань устьев Р. Волга	110	130	120	140	2320	440	1340	7400
Р. Волга у д.р. Бездорожье	120	550	440	150	1720	920	1520	700
Р. Волга у мачиногородского моста ..	130	590	680	100	6080	1440	2380	1160
Вохвалово Коммунального ИТЭС	-	140	180	110	-	840	180	380
Городня	70	-	160	-	2950	380	350	940
Монколов- ский завод	-	630	1140	-	-	1270	3320	9650
{ водопод { станция 4 {	1960	650	740	750	3150	1600	2680	-
{ УБ разрез, ст. 2 ..	-	440	390	470	-	1380	2480	-
Протва устья, II разрез	550	-	240	140	3100	-	1050	-
Корчева	80	140	160	110	275	530	420	3910
Уходово, У1 разрез	70	-	-	40	810	805	-	420
Вход в канал им. Москвы	70	160	240	140	670	520	730	980

Бактериальная (вторичная) продукция, рассчитанная по деградации органического вещества, естественно, повторяет временную и пространственную динамику последней. Достоинство значительные величины бактериальной продукции отмечены в Волжском (вне зоны влияния подогретых вод) и Мошловском (зона влияния подогретых вод Конаковской ГРЭС) заливах (табл.1).

Обеспечивая и чувствительными показателями наличия в воде органических веществ является численность гетеротрофной микрофлоры. В воде Иваньковского водохранилища обнаружено в I кв от 20 до 1960 гетеротрофных бактерий, растущих на РПА, и от 180 до 9650 гетеротрофных бактерий, растущих на обменном агаре Горбенко. Численность гетеротрофных бактерий отчетливо коррелирует с величинами деградации органического вещества и биохимического потребления кислорода в максимальные течения в Волжском и Мошловском заливах (табл.2).

Изменение численности гетеротрофных бактерий по длине оси Мошловского залива и по прилегающей акватории подтверждает локальность влияния подогретых вод на микробиологический режим Иваньковского водохранилища.

Повышенная численность гетеротрофных бактерий наблюдалась также в верхней части водохранилища являе г.Калинина.

По акватории Иваньковского водохранилища, не подвергавшейся влиянию подогретых вод, численность гетеротрофных бактерий, растущих на РПА, максимальна летом. В Мошловском заливе четко выраженной сезонной динамикой численности гетеротрофов не наблюдается, что, вероятно, объясняется влиянием повышенных температур воды. В сезонной динамике численности бактерий, растущих на обменном (10%) РПА, как в зоне подогрева, так и вне ее, определенной закономерности не наблюдалось.

Результаты микробиологических исследований позволяют утверждать, что среди антропогенных факторов, отрицательно влияющих на качество воды Иваньковского водохранилища, оброс подогретых вод Конаковской ГРЭС (по отрицательному воздействию) не имеет доминирующего значения.

Литература

1. Вейнштейн М.Б. К микробиологической характеристике подогретых вод Конаковской ГРЭС. - Микрофл. СССР. Из-те биол. внутр. вод АН СССР, 1971, II.
2. Горбенко В.А. О наиболее благоприятном количестве "сухого вещества"

- теплого агара" в целях для культивирования морских гетеротрофных микроорганизмов. — Микробиол., 1961, 30, 1.
3. Кулинецов С.М., Ромашенко В.И. Микробиологическое изучение внутренних водоемов. Л., изд-во АН СССР, 1963.
 4. Лепин М.М. Разработка способов очистки сточных вод. М., изд-во АН СССР, 1952.
 5. Марголина Г.А. Результаты обследования санитарного состояния Волги от Калинин до Ярославля в октябре 1962 г. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод, 1966, 13(16).
 6. Ромашова А.П. Бактериальная флора приплотинного плеса Иваньковского водохранилища, испытывающего влияние подогретых вод Канавинской ГРЭС. — В кн.: Рыболовственное изучение внутренних водоемов. Л., 1972, 8.
 7. Sorokin Yu.I. Kadota H. Techniques for the Assessment of Microbiol. Production and Decomposition in Fresh Waters. IBI Handbook, 1972, 23.

А.С. СУДИМОВ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОЗЕРНОГО
И РЕЧНОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА)

О ВЛИЯНИИ ТЕПЛЫХ СБРОСНЫХ ВОД КОСТРОМСКОЙ ГРЭС НА ИХТИОФАУНУ РЕЧНОЙ ЧАСТИ ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

С 1971 г. на Горьковском водохранилище ГосНИОРХ'ом ведутся работы по выяснению влияния теплых сбросных вод Костромской ГРЭС на икhtiофауну участка в районе строительства. В 1973 г. завершено строительство 2-й очереди станции мощностью 1210 тыс. квт. Станция имеет примоточную систему водоснабжения. Сброс подогретых вод осуществляется в залив р.Вичи, площадь 1,6 км². При работе 8 локов в залив сбрасывается 50 м³/сек. подогретой воды, что вызывает повышение температуры воды на 5-10°.

Икhtiологические исследования проводились в зоне наиболее сильного воздействия сбросных вод ГРЭС — Заливе р.Вичи и в контрольных участках — вне зоны подогрева. В исследованиях применялись общепринятые методики [1, 2, 4-7].

Икhtiофауна Горьковского водохранилища насчитывает 50 видов рыб; на участке исследований до 1970 г. было встречено 18 видов рыб [4]. В 1971-1973 гг. в заливанном районе отмечено 24 вида рыб.

Основу контрольно-промысловых уловов в зоне сбросных вод и в контрольных участках составляет лещ, плотва, уклея, густера и

окуня. Течение, создаваемое потоком соросных вод, привлекает в залив р. Шачи таких реофильных рыб, как караси и лещ. В 1972 г. был отмечен случай поимки сазана. В основном в теплых водах держатся особи младших возрастных групп леща, плотвы, густеры, окуни и уклеи, которые в зимний период образуют массовые скопления.

Наиболее разнообразный видовой состав и значительные концентрации половозрелых особей основных промысловых рыб наблюдаются весной в конце апреля-начале мая, когда разница температур теплых вод и контрольных участков наименьшая. Поимки леща в 1973 г. позволяют сделать предварительный вывод о приверженности его младших возрастных групп к зоне теплых вод. В тепловодном заливе р. Шачи также встречаются такие теплолюбивые виды рыб, как чехонь и краснопорки. Отсутствие линя и карася, часто встречающихся в уловах на контрольных участках, объясняется тем, что здесь нет подходящих условий для их обитания и нереста.

Термический режим залива р. Шачи благоприятствует наступлению более раннего нереста большинства видов рыб. Уже в зимние месяцы температура воды в заливе выше температурного порога нереста леща, язя, окуня. Но нерест большинства рыб происходит вне зоны теплового влияния. В заливе р. Шачи, как уже отмечалось, постоянно держатся неполовозрелые особи рыб, которые не принимают участия в нересте. Заходо производителей из нерест в этот период признан не соответствующим термическому режиму водохранилища в целом, а также отсутствию подходящих нерестилищ в теплых водах. В 1971-1973 гг. в заливе Шачи отмечен нерест окуня, плотвы, уклеи, леща и ерша. Нерест происходил в основном в те же сроки, что и на контрольных участках. Только для окуня отмечалось более раннее (на 5 дней) начало нереста и несколько растянутость нереста в целом, хотя самцы окуня с такими половыми продуктами встречались в уловах в марте.

Всплох в 1971 г. был произведен опыт искусственной инкубации естественных нерестилищ в тепловодном заливе и на контрольных участках. Нерестилища в зоне теплых вод не были использованы из-за загрязнения их нефтепродуктами, попавшими в воду из нефтеналивных судов. На участках водохранилища с естественной температурой нерестилища хорошо использовались лещом и плотвой.

На обследованном участке встречаются молодь 20 видов рыб, в теплых водах: лещ, лещ, густера, плотва, линь, чехонь, уклея, карась, краснопорки, пескарь, судак, окунь, елец, щука, ершок, голец и щиповка. В основном преобладают молодь теплолюбивых и бентопных видов: плотва, окунь, лещ, карась и уклея.

В тепловодном заливе р. Шачи и в прилегающей зоне наблюдается рост

сеголетков теплолюбивых и эвритерных видов рыб по сравнению с контролем. Сеголетки этих видов рыб в теплых водах к концу вегетационного периода имеют большие размеры и вес. Так, сеголетки плотвы имеют длину в 1,5 раза и вес в 2-2,5 раза больше, чем сеголетки из неотапливаемой воды. Наибольший относительный прирост имеют сеголетки теплолюбивых видов рыб (уклей, густеры, чехони и краснопёрки) и наиболее пластичных эвритерных видов рыб (плотва и окунь). Размеры и вес сеголетков других рыб (лещ, щука и др.) близки на всех участках (см. таблицу).

В течение летнего периода рост молоди на различных участках происходил неравномерно. В период повышения температуры воды в заливе р.Вачи до 30° и выше наблюдалось угнетение роста молоди леща и уклей, гибель молоди плотвы и выход ее на подогретых участках.

Было проведено исследование роста леща и плотвы 2-5 лет как методом прямых наблюдений, так и методом обратного расчисления темпа роста. Разница в темпе роста этих возрастных групп леща и плотвы из зоны теплых вод и на контрольных участках не обнаружено, что можно объяснить отсутствием подходящих для них кормовых объектов в теплых водах.

Таким образом, под влиянием теплых вод происходит изменение состава ихтиофауны в сторону преобладания теплолюбивых видов рыб. В тепловодном заливе р.Вачи держатся рыбы младших возрастных групп, которые не участвуют в нересте. Наблюдается несоответствие температурного режима залива и подхода производителей к нересту. Нерест всех видов в теплых водах происходит в те же сроки, что и в непогретых участках, только для окуня отмечено более раннее начало нереста.

В зоне сброса теплых вод происходит более интенсивный (по сравнению с контролем) рост молоди теплолюбивых и эвритерных видов рыб. Темп роста рыб более старших возрастных групп не отличается от такового на участках с естественной температурой.

Литература

1. Воин Ф.И. О методике реконструкции роста рыб по чешуе. - Тр. бивол.ст. «Волжск», 1955, 2.
2. Колбасина А.Ф. Научение нереста пресноводных рыб (методическое пособие). М., «Пищепром», 1966.
3. Ковальников Г.П., Асеникова Т.В. Рыбные ресурсы Горьковского водохранилища и пути их увеличения. - Сб. тезисов I-й конф. по изуч. водных биоресурсов Волги. Тольятти, 1968.

1

2

3

4. Прехдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М., "Пищепром", 1966.
5. Турин П.В. Биологические обоснования регулирования рыбозовства на внутренних водоемах. М., "Пищепром", 1963.
6. Черфин Б.И. Рыбозовство в естественных водоемах. М., "Пищепром", 1966.
7. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М., изд-во АН СССР, 1959.

Т.Н.ФИЛАТОВА, М.Р.ЦИПЕРТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ,
УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТСЛУЖБЫ ЭСТОНСКОЙ ССР)

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СБРОСНЫХ ВОД ГРЭС В НАРВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Задачи исследований и научная гипотеза. В связи с необходимостью оценки теплового загрязнения внутренних водоемов Гидрометслужбой в 1973 г. были организованы наблюдения за распространением теплых вод, сбрасываемых Прибалтийской и Эстонской ГРЭС в Нарвское водохранилище. Ставились задачи:

- 1) исследовать закономерности распространения подогретых вод водохранилище при различных гидрометеорологических ситуациях;
- 2) определить зоны теплового загрязнения с учетом допустимых при нагреве и требований рыбохозяйственных организаций;
- 3) определить влияние сбросных вод ГРЭС на температуру воды в плотинной части водохранилища;
- 4) во интервалах натурных данных оценить результаты расчета для температур на основании дифференциального уравнения теплопроводности (плоская задача) и результаты модельных исследований распространения теплых вод Эстонской ГРЭС.

Предполагалось, что каждому ветровому уловению соответствует определенное направление распространения теплых вод, которое может быть описано зависимостью $\Delta t = f(\bar{x})$, где Δt — превышение наведенной температуры (t_n) в точке над заданным значением естественной температуры (t_e), определяемой существующими нормативными документом [1]; \bar{x} — расстояние в км от сбросного канала данной точки.

Естественная температура (t_e) может быть определена равным образом [4,5]. В настоящей работе предлагается в качестве t_e пользоваться температурой 12 или иной обеспеченности, рассчитан-

ной для поверхностного и глубинных горизонтов на основании многолетних наблюдений на водохранилищах и речных вертикалях.

Объект исследования и методы наблюдений. Нарвское водохранилище ($F = 200 \text{ км}^2$; $L = 52 \text{ км}$; $B = 15 \text{ км}$; $M_{\text{в}} = 1,8 \text{ м}$; $M_{\text{глуб}} = 15 \text{ м}$; $V = 365 \text{ млн. м}^3$) создано в 1965, 1966 гг. для суточного (ежедневного) регулирования стока р. Нарвы. Теплые воды Прибалтийской ГРЭС сбрасываются в озерную часть водохранилища, Астонской - в речную. Сброс вод Прибалтийской ГРЭС в настоящее время достигает $60 \text{ м}^3/\text{сек.}$, Астонской - $40 \text{ м}^3/\text{сек.}$ Суммарный расход обеих ГРЭС составляет немногим менее одной трети среднего многолетнего расхода р. Нарвы, который в свою очередь составляет около 82% приходной части водного баланса водоема. Нарвское водохранилище - коротко проточный водоем, коэффициент его годового водообмена 32.

Для решения поставленных задач использовались 4 вида измерений температуры воды: 1) на 5 водозаборных постах (одна речная); 2) вдоль фарватера в поверхностном слое; 3) на учетных, находящихся в водоеме вливания теплых вод - пространственные температурные или температурно-скоростные съемки; 4) по всей акватории водохранилища - измерения с самолета. С учетом материалов предыдущих лет выполнено 31 съемка температуры по фарватеру. За безледостовый период 1973 г. получены 4 пространственные температурные съемки, 2 пространственные температурно-скоростные съемки и 4 эмбассетки. Полевые работы проводились при разных гидрометеорологических условиях, однако наиболее жаркий период лета наблюдений был отмечен полнотой. В работе использованы данные наблюдений, выполненные зимой 1963-1965 гг., работы ЗИНГ и Б.А. Водоев по моделированию растекания теплых вод Астонской ГРЭС [2, 3], а также данные о температурных условиях развития рыбы в Нарвском водохранилище, полученные в Институте и Нарвском организациях рыбного дела.

Основные результаты исследований:

1) влияние теплых вод обеих ГРЭС в приплотинной части водохранилища прослеживается ясно при температуре $0-5^\circ$ и осенью при температуре $10-11^\circ$; предельные температуры воды вод естественной температуры составляло 1° , во втором - $0,5^\circ$. Зимой при расходе одной Прибалтийской ГРЭС температура воды у плотины повышалась до $1,6-1,0^\circ$, в естественных условиях она была близка к нулю;

2) направление распространения теплых вод в сторону плотины определяется главным образом стоковым течением, скорость которого $0,1-0,4 \text{ м/сек.}$ На растекание теплых вод по ширине потока оказывает влияние описывают дрейфовые течения. Распространение теплых вод происходит преимущественно в поверхностном слое глубинной

1-2 м. Вертикальные градиенты температуры в сентябре составляли 0,5-6,0 град.м, их распределение и величина в значительной мере определялись дрейфовым течением.

По фактору влияния теплых вод Прикаспийской ГРЭС продолжилось на 1-5 км, Зетонской - на 0,4-4,5 км. Амплитуда подогрева на глубине 1-2 м у Прикаспийской ГРЭС в сентябре при температуре 13-17° достигала 10 км², а у Зетонской - 0,5 км². В приливном слое в это время на обоих участках повышалась температура проточек и отмечалась;

3) в зоне подогрева температуры поверхностного слоя при 1% обеспеченности по декадным данным достигает 23,6°, а по ежедневным - превышает 25°. Нормальное развитие рыб Нарского водохранилища - щуки, леща - происходит при температуре, не превышающей 23°. Следовательно, допустимое "санитарными нормами" превышение нормальной естественной температуры воды летом на 3° в этом водохранилище может привести к неблагоприятным последствиям для этих видов рыб.

В связи с этим представляется более обоснованным в нормах, регламентирующих превышение температуры воды в подогреваемых водоемах, предусмотреть ее допустимое превышение не над максимальной (1% обеспеченности) естественной температурой, а над температурой некой-то другой обеспеченности. Конкретизация нормы превышения температуры подогреваемых водоемов над естественной должна производиться по результатам совместных гидрометеорологических и гидрологических исследований;

4) результаты расчета поля температур для участков влияния сбросов Зетонской и Прикаспийской ГРЭС хорошо согласуются с натурными данными. Расчет выполнялся на основании рваностного метода решения в неявном виде плоской задачи Дирихле для упрощенной теплопроводности в прямоугольной области;

5) натурными данными в наибольшей степени удовлетворяет результаты моделирования растекания теплых вод на участке сбросо-водозабор на модели, ось водозаборного канала которой в месте выхода теплой воды составляет с линией уреза острый угол. Рециркуляция расходов в этом варианте модели, за исключением случая действия восточного ветра, отсутствовала, что имело место в натурных условиях. Однородного распределения массовых и тепловых в натуре и на модели практически не отмечалось, поскольку гидрометеорологические условия натурных исследований отличались от заданных на модели. Протяженность зоны теплового загрязнения по фактору в обоих случаях оказалась приблизительно одинаковой и равнялась 1-6 км.

Литература

1. Германов В.Я. Системы и схемы водоснабжения тепловых электростанций и вопросы, связанные с влиянием сброса теплых вод на гидробиологический режим и санитарное состояние водоемов. - В кн.: Гидрехимия и гидробиология водоемов-охладителей тепловых электростанций СССР. Киев, изд-во «Наукова думка», 1971.
2. Трубина В.К. Результаты модельных гидротермических исследований водохранилища-охладителя Ново-Прибалтийской ГРЭС. Тр. коорд. совещаний по гидротехнике. «Энергия», 1967, №.
3. Трубина В.К. Опыт лабораторного моделирования на моделях водохранилищ-охладителей. «Энергия», 1969.
4. Технические указания к расчету прудов-охладителей. М.-Л., Госэнергоиздат, 1963.
5. Верфоровский Г.С. и Верфоровский В.Б. Охладители циркуляционной воды тепловых электростанций. Л., «Энергия», 1972.

А.М.ЧАПЛИНА, В.Л.БУЛАХОВ
(НИИ ГИДРОБИОЛОГИИ, КАФЕДРА ЗООЛОГИИ ДНЕПРОПЕТРОВСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА)

АКЛИМАТИЗАЦИЯ ТРАНИ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ-ОХЛАДИТЕЛЯХ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Водохранилище Криворожской ГРЭС-2, питающееся водой канала Днепр-Кривой Рог, представляет собой водоем-охладитель площадью 1500 га, средней глубины 5 м. Это пелляной одамбирканный водоем с минимальным перегревом, удельной тепловой нагрузкой 1-2 т. ккал/м² в сутки и превышением температуры воды в жаркую погоду не 0,5-1,5° выше естественной. Разница температуры воды, забираемой и сбрасываемой ГРЭС-2, изменяется в зависимости от сезона года в пределах 2,7-6,5°. Летом вода по всей акватории прогревается до 29-32°, зимой устье от водосбора до струераспределительной дамбы не замерзает. Вытечи стоком водоем не загрязняется, по температурному режиму удовлетворяет санитарным нормам, имеет благоприятный газовый режим (насыщение воды кислородом ниже 6,5 не наблюдается), pH 7,3-7,62, минеральность в пределах 15,6-25,26 мг/л. Вода относится к гидробиологическому классу, группе пелляния, второго или третьего типа и напоминает днепровскую. Сумма входов не превышает 415,67 мг/л. Естественная кормовая база хорошо развита,

опишное вооружение - 2,5-29,0 г/м³, бентоса - 8,0-566 г/м². Среди донных организмов моллюски составляют 90-95%. Ежегодно в водохранилище вылавливается от 141 до 462 т рыбы, в основном лещ, карп, окунь, плотва, угорь.

С целью более полного и рационального использования кормовых угодий в водохранилище всеела тарань, привезенная в виде оплодотворенной икры на искусственных гнездах на Блжого водохранилища, в котором она сама акклиматизировалась, проникнув на Каховского водохранилища по каналу Днепр-Кривой Рог. В процессе приспособления тарань Блжого водохранилища претерпела ряд изменений.

В водохранилище ГРЭС-2 тарань акклиматизировалась и полностью натурализовалась, прочно войдя в промысел. В 1971 г. уловы ее составляли 27,3, в 1972 г. - 35,7, в 1973 г. - 53,8% от общего улова рыб. Акклиматизированная тарань сохранила основное свойство - моллюскофагия: в ее пищевом комье дрейссена дугская составляет 42,4-50,9%.

В процессе акклиматизации у тарани произошли значительные изменения по сравнению как с таранью Блжого водохранилища, так и с Нижнеднепровской (первоначальной исходной формой). По сравнению с таранью из Блжого водохранилища, у тарани из водохранилища ГРЭС-2 достоверные изменения произошли у 50% пластичных экстерьерных признаков, по сравнению с Нижнеднепровской - у 66% (табл. I). У акклиматизированной тарани увеличилась высота тела (показатель достоверных различий - t соответственно равен 8,9 и 5,4). Как результат увеличения высоты тела, увеличилось антедорсальное ($t=5,2$ и 7,1), антевентральное ($t=3,1$ и 6,2) и антеанальное ($t=6,3$ и 3,9) расстояния. Длина и хвостового стебля, длина основания А, длина Р, диаметр глаза достоверно уменьшились (t в пределах 3,1-8,7), значительно уменьшилась длина жопыстей С, длина Р и длина головы (t в пределах 3,5-9,6). По сравнению с первоначальной исходной формой (Павлов, 1961), кроме указанных выше признаков, у тарани формы уменьшилось постдорсальное расстояние, длина рила и нижней челюсти (t в пределах 3,4-4,9), увеличилось расстояние У-А, высота головы, заглотничное пространство и ширина лба (t в пределах 4,7-7,9). Некоторые изменения произошли и в морфологических признаках (табл. 2) Чешуи стала крупнее, несколько увеличилось число разветвленных лучей в Д и А, снизилось количество жаберных тычинок и позвонков (у акклиматизированной тарани среднее количество тычинок - 15,13, позвонков 37,25; у тарани из Блжого водохранилища и из озера Днепр соответственно 17,68 и 18,7; 38,72 и 38,2).

Анализа происшедших изменений симметричным

Характеристика пластических признаков тарани на
водохранилище ГРЭС-2

Таблица I

Признаки	\bar{x}	$\pm m$	δ	Показатель различия \bar{x} с таранью:	
				Из Нижнего днепра (Павлов, 1961)	Из Верхне- го водохрани- лища
Длина тела	23.73	0.28	1.49		1
В % к длине тела					
Наибольшая высота	35.45	0.36	1.9	+ 5.4	+ 8.9
Наименьшая высота	10.52	0.10	0.73	+ 5.6	+ 5.5
Антедиоральное расстояние	52.84	0.46	2.43	+ 7.1	+ 5.2
Постдиоральное расстояние	36.87	0.32	1.69	- 4.9	+ 1.5
Антевентральное расстояние	49.79	0.12	0.64	+ 6.2	+ 3.1
Антеокулярное расстояние	72.65	0.26	1.31	+ 3.9	+16.3
P - V	26.79	0.17	0.90	+ 1.6	+ 0.9
V - A	25.35	0.19	0.74	+ 5.2	+ 0.6
Длина хвостового стебля	15.24	0.23	1.22	- 3.4	- 3.0
Длина основания D	14.73	0.19	0.91	+ 0.9	+ 2.4
Высота D	20.29	0.25	1.33	- 0.9	+ 0.2
Длина основания A	11.94	0.15	0.81	- 3.4	- 9.3
Высота A	12.92	0.22	1.15	- 0.3	- 2.4
Длина P	16.46	0.20	1.00	- 4.1	- 6.7
Длина V	16.17	0.14	0.74	- 0.1	- 9.6
Длина верхней лопасти C	22.75	0.31	1.65	- 0.7	- 4.5
Длина нижней лопасти C	23.01	0.31	1.64	- 1.2	- 3.5
Длина головы	21.84	0.15	0.81	- 1.0	- 6.9
В % к длине тела					
Высота головы	70.62	0.50	2.99	+ 5.1	+ 2.0
Длина рта	23.05	0.23	1.24	- 3.4	- 0.5
Длина нижней челюсти	30.08	0.22	1.15	- 3.8	- 0.2
Диаметр глаза	11.99	0.38	2.02	- 5.5	- 3.6
Заглазничное пространство	19.93	0.46	2.45	+ 7.9	- 1.6
Ширина лба	19.14	0.32	1.68	+ 4.7	+ 0.9

благоприятных условиях развития для акклиматизированной тарани. Увеличение высоты тела, уменьшение длины головы, глазниц, нижней челюсти, диаметра глаза, как правило, наблюдается у тех популяций, которые обладают более острым темпом роста, большей упитанностью и более экономным расходованием внутренней энергии.

Таблица 2

Мористические признаки тарана (ГРЭС-2,
Нижний Днепр и Днеповодохранилище)

Признаки	Водохранилище ГРЭС-2		Нижний Днепр		Днепово- одохранилище	
	7-8(9)		(7)8(9)		7(8)	
Боковая линия	41	45	42	46	42	45
	4(5)		5(6)		(4)5	
Спинальный плавник	(п)II 10(II, I2)		II(9) 10(II)		II(9) 10(II, I2)	
Грудной плавник	I 14-15(16)		I(14)15-16(17, 18)		I(13) 14-16	
Брюшной плавник	(1)II 8(9, 10)		II(7)8		(1)II 8(7, 9)	
Анальный плавник	(1)II 10(II, I2)		II(9) 10-II		II(9)10-II(12)	
Количество Шер- ных тычинок	15, 13	13-17	18, 7	16-21	17, 68	16-71
Количество позвонков	37, 25	35-41	38, 2	37-39	38, 72	36-41

(Прездв, 1915; Мейер, 1929; Владимиров, 1949; Янгина, Спановская, 1963; Булахов, 1966). Сохранение внутренних энергетических ресурсов обуславливается меньшими затратами энергии на поиски корма, миграции, преодоление низких температур. Более высокий темп роста и упитанность вызываются богатой кормовой базой и, по-видимому, благоприятным влиянием более высокой температуры. Упитанность тарана из водохранилища ГРЭС-2 (по фуальтону) осенью составляла 2,11-2,43, на Днепе - 1,85-2,13, а у Нижнеднепровской (Павлов, 1964) - 2,07-2,3. Темп роста тарана в водохранилище ГРЭС-2 более высокий, чем Нижнеднепровской и Днеповодохранилищной. Нижнеднепровскую тарань акклиматизированная форма опережает на 3-м году жизни, в среднем, на 2,5 см, на 4-м - на 5,6 см, на 5-м - на 7,5 см., Днеповодохранилищную - соответственно на 3, 6,4 и 8,0 см.

Таким образом, плавотические приспособления, более быстрый темп роста, благоприятные условия нагула и размножения способствовали быстрому процессу акклиматизации и натурализации тарана в условиях водохранилища Криворожской ГРЭС-2. В условиях отепленных водохранилищ образуются особые своеобразные водохранилищные популяции тарана, полностью приспособившиеся к условиям сверхподобного водоема. Такие формы являются благоприятным акклиматизационным фондом для других подобных водохранилищ, причем не только мал объект, позы-

ионный репродуктивный, но и как объект для биологического метода борьбы с болезнями гидротехническими сооружениями, которые охватывают молды.

З.И. ЧИРКОВА
(ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД АН СССР)

ДОННЫЕ СЛАДОСЕРЫ (CRUSTACEA) ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА
В РАЙОНЕ СБРОСА ТЕПЛЫХ ВОД КОМАНОВСКОЙ ГРЭС

В районе сброса теплых вод Комановской ГРЭС - Комановском заливе, как и в участках, лишенных искусственного подогрева, донные сладосеры представлены одними и теми же 20 видами, среди которых доминируют *Platygaster cordatus*, *Polydora elongatus* и *Monoporella diapa*.

В подогреваемом заливе довольно часто наблюдается образование временных донно-пелагических биоценозов сладосера в результате массового старения и придонное скопление пелагических видов. Численность последних может значительно превышать численность основного донного населения. Например, в середине июня 1973 г. на выходе из залива (разрез IV) массовый вид пелагических ветвистоусых - *Boeckella longirostris* - у дна имел численность около 5.000 экз./м², в то время как донные формы - только около 20.000 экз./м². Однако только донные формы живут здесь постоянно, заканчивают жизненный цикл и откладывают эфипки, в противоположность пелагическим, преобладающая часть которых транзитна.

Образование донно-пелагических биоценозов наблюдается большей частью летом, в период наибольшего естественного прогресса водоема, когда пелагические виды из сильно подогретых верхних слоев спускаются ко дну, но иногда такое явление наблюдалось и при гомотермии. Эти временные биоценозы создаются и разрушаются в соответствии с крайне лабильными в зоне подогрева гидротехническими условиями.

8 июня 1973 г. было проведено II полевые наблюдения, в 4 из которых были отмечены смешанные биоценозы.

Также плотные скопления ветвистоусых следует рассматривать как отрицательное явление. Здесь рыбкам из-за густоты даже трудно передвигаться, но Говард уже отмечал, что между ними должна возникать конкуренция из-за пищи.

В подопытном участке в течение всего периода наблюдений с 1972 по 1973 г. доминировали следующие виды: *Platygaster cordatus*, *Polydora elongatus*, *Monoporella diapa*.

донных кладоцер и их эфиппиев. В зоне умеренного подогрева численность соответственно составляла 18.000 и 2.580 экз./м², а в зоне умеренного подогрева - 13.000 и 14.550 экз./м².

В подогреваемом участке наблюдалось ускоренное развитие латентных яиц, которые уже в конце марта находились в стадии дробления. Температура грунта в это время здесь достигала 7,8°. В начале было обнаружено до 327.600 яиц/м², среди которых присутствовали латентные яйца лептодор, боснии, *Monophrilus dieregi*, *Pluostyrus cordicus*, *I. agilis*, *I. acutifrons*, а также других макро-трицид и хлорид. В конце марта-начале апреля проходят зимовки водохранилища, и в зоне подогрева начинается формирование первых популяций кладоцер. Их молодь в дальнейшем проникает из Москвичевского залива в прилегающие участки Иваньковского плеса и может служить наиболее ранним источником их заселения кладоцерами.

В зоне умеренного подогрева численность эфиппиев с развивающимися латентными яйцами была меньше, а в зоне подогрева на контрольном участке у водозабора развивающиеся латентные яйца вообще не были обнаружены. Температуры грунта у водозабора в марте 1974 г. составляли только 0,2°.

В зоне подогрева обнаружены зимующие партеногенетические самки ледянокожус и эмбрионы в выводковой камере. Среди зимующих предателек рода *Pluostyrus* встречается особь с асимметричными яйцами, не успевшая развиться из-за осеннего охлаждения водоема. Обычно зимующие партеногенетические самки в верхневоловских водохранилищах размножаются в апреле-мае, когда температура грунта достигает 5-11°. Поэтому в зоне подогрева зимний прогрев грунта до 5-10° вызывает их созревание. У созревших особей наблюдаются эмбрионы в выводковых камерах. В марте 1973 г. на разрезах УБ и Ц 33% самок *I. agilis* и 25% *I. cordicus* имели эмбрионов, а в зоне подогрева такие самки встречались единично.

Численность зимующих партеногенетических самок донных кладоцер в марте 1973 г. в районе помывки достигала 2800 экз./м², а в зоне подогрева, у водозабора - только 500 экз./м².

В Иваньковском водохранилище у донных кладоцер наблюдается 2 пика размножения: летний (в мае) и осенний (в августе-сентябре). В Москвичевском заливе вряд ли следует ожидать появления дополнительных пиков. Здесь имеет место лишь некоторое сокращение периода зимовки латентных яиц и более раннее массовое появление партеногенетических самок.

МЕИОБЕНТОС ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В РАЙОНЕ
СБРОСА ТЕПЛЫХ ВОД КОНАКОВСКОЙ ГРЭС

Сравнительное изучение влияния подогретых вод Конakovской ГРЭС на зоомейобентос проводилось в зоне подогрева - Мошковичском заливе (станция 5 А) и прилегающей зоне водохранилища (разрезы УИ и IX), в т.ч. в Большом Корчевском заливе на аналогичных по глубине и глубине контрольных степниках, на которые влияние искусственного подогрева не распространяется. В обоих заливах исследовался мейобентос глубоководных (5-8 м) и прибрежных мелководных (1-3 м) участков. Последние входят в зону временного затопления, заросшую телорывом, мариной и рдестой, которые доминируют среди макрофитов в исследованных заливах и водохранилищах.

В Мошковичском заливе прогрев придонных слоев воды и грунта может достигать летом до 28° и зимой до 10° , а в Корчевском заливе до 23° летом и до 2.5° зимой. Дно заливов выстлано серым илом и заиленным песком. В зону подогрева из водосбросного канала постоянно поступают отмирающие планктонные ракообразные (погибшие при проходе ГРЭС), что способствует обогащению грунтов легкоусвояемыми органическими веществами.

На глубоководных участках обоих заливов видовой состав мейобентоса сходен; как и в других верхневольтских водохранилищах он представлен преимущественно *Nematodes*, *Oligochaeta*, моллюды *Gastropoda*, доминанты *Cladocera* и личинками *Chironomidae*. Некоторое отличие в видовом составе отмечено среди олигохет. Моллюды *Lymnaea hoffmeisteri*, в массе встречающаяся в Мошковичском заливе, в Корчевском почти отсутствует. В то же время *Unasaria jominae*, типичная в Корчевском заливе, в Мошковичском не встречается. Большинство мелких донных животных дает наиболее высокие количественные показатели на глубоководном участке водохранилища, подвергнутому умеренному подогреву (разрез IX). Этот участок плеса в массе заселен мелководными ракообразными, численность которых составляет около половины общего количества мейобентоса, в биомассе - 67% общей (табл.1). Многочисленны также черви - *Nematoda* и *Oligochaeta*. Из донных ветвистоусых рачков наиболее высокие показатели численности и биомассы дают виды рода *Ilyoscurtus*, особенно *I. eordidae*.

На глубоководных участках Корчевского залива мейобентос заметно беднее. Численность *Copepoda* здесь значительно меньше, чем

Таблица 1

Мелководное глубоководный участок

Виды и группы	Зона подогрева		Неподогреваемая зона	
	экз./м ²	г/м ²	экз./м ²	г/м ²
Nematode	38150	0.08	4500	0.019
Oligochaeta	5680	0.34	3170	0.126
Sphaeriidae	-	-	117	0.092
Cycolopoida juvenes	49300	0.74	10400	0.128
Isopoda Copepoda	58300	1.14	33680	0.416
Ilyocypris tardius	5425	0.11	2334	0.028
Isopoda Cladocera	12750	0.207	7330	0.102
Chironomidae	1625	0.175	100	0.002
Итого, зоомейобентос	105750	2.01	49815	0.875

на соответствующих глубинах зоны подогрева, хотя и здесь всевозможные рачки также представляют собой доминирующий и наиболее весомый компонент мейобентоса и составляют 70% его численности и почти половину биомассы. Меньше и подчинственные показатели Cladocera и других групп микробентических животных (табл.1).

В общем на глубоководном участке водоохранилища в зоне влияния подогревых вод численность и биомасса мейобентоса в среднем за вегетационный период составила 105,750 экз./м² и 2.01 г/м², против 49,800 экз./м² и 0.875 г/м² в Корчевском заливе (вне влияния теплых вод).

На мелководных участках сравниваемых заливов видовой состав мейобентоса также в основном сходен. Заметное отличие в соотношении видов наблюдается среди Chironomidae. На мелководье зоны подогрева преобладали личинки trosciadinae, в неподогреваемом Корчевском заливе — Tanytarsinae. Гр. моллюсковые личинки встречались редко. Кроме того, в Корчевском заливе существенную долю в общей биомассе мейобентоса составляли внепаладные особи моллюсков Gastropoda и Sphaeriidae (0.372 г/м²), а в Комковичском заливе и прилегающей зоне молодь моллюсков встречалась редко и единичными экземплярами. По общей численности и биомассе мейобентоса мелководных участков в подогреваемой области практически такая же, как в контрольном Корчевском заливе (табл.2). Это относится как к отдельным группам микробентических животных, так и к суммарной численности и биомассе всего мейобентоса. На основании этих данных можно считать, что в исследуемой области подогревых вод

ГРЭС на мелководье мелиководья Иваньковского водохранилища не наблюдается.

Таблица 2

Мейобентос мелиководных участков

Виды и группы	Подогретая вода		Неподогретая вода	
	экз./м ²	г/м ²	экз./м ²	г/м ²
Nematoda	25700	0.058	-	-
Oligochaeta	13100	0.31	6160	0.292
Cyclopoida juvenes	14500	0.15	17582	0.171
Всего Copepoda	26000	0.475	24030	0.341
Ilyosagrus mordidus	2100	0.05	1800	0.023
Всего Cladocera	15000	0.15	47075	0.520
Procladius sp.	4200	0.33	505	0.015
Всего Chironomidae	5600	0.41	5800	0.162
Итого, мейобентос	88200	1.9	111910	1.853

Искусственный подогрев воды оказывает влияние на сроки созревания и размножения беспозвоночных. Сдвиг фенологических фаз отмечен у Oligochaeta и донных Cladocera, как показано в сообщениях В.П.Самарного и Э.П.Чирковой.

Б.А.ШИШКИН

(БАЙКАЛЬСКАЯ КОМПЛЕКСНАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ ЛИМНОЛОГИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА СО АН СССР)

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ВОДОВОДА-ОХЛАДИТЕЛЯ
ЧИТИНСКОЙ ГРЭС - ОЗЕРА КЕНОН

В 1969-1973 гг. проводилось комплексное изучение охладителя, кратко лимнологическая характеристика которого приведена в тезисах I Симпозиума по Подогретым водам ТЭС. Здесь излагаются основные результаты исследований.

Естественный режим. Основные наблюдения по биодинамике отсутствуют, поэтому для суждений о нем послужили материалы по участкам озера, не подвергавшимся воздействию транзитного потока, а также суждения о режиме Иванько-Архангельских озер, расположенных в соседней мезозонской депрессии.

Годовой лимнический цикл при 6,5 - месячном подледном периоде имеет своеобразную структуру: непродолжительное холодное лето (май - сентябрь, чуть более 4 месяцев), очень короткая биологическая зима (II декада декабря - II декада февраля), короткая осень (чуть более 2 месяцев, из них полтора - подо льдом), короткая весна (чуть более 3 месяцев, из них 3 - подо льдом). Трофический цикл - в собственном смысле слова - осевом отсутствует вообще: дна зимой продолжают покрываться водорослями, главным образом - диатомовыми (*Cyclotella ocellata* или *Synedra musciv. radiata* в разные зимы), которые в это время имеют минимальные в году биомассы, а также - гидрофитов (редко курчавый, харовые водоросли, мхи). За подледный период образуется около 25% годовой продукции фитопланктона. Подледная вегетация водной растительности оказывает влияние на все элементы речной озера: щелочная среда (рН = 9,0-9,5), высокая концентрация кислорода (70-120% от нормального насыщения), отсутствие накопления в воде окислительных элементов, максимальные в году численность и биомасса мелких популяций (*Keratella quadrata*, *Synchaeta* sp., иногда - *Polyarthra trigla*). За подледный период по очень осторожной оценке образуется около 10% годовой продукции зоопланктона. Необычна в подледный период сезонная динамика бактериопланктона, гетеротрофов и т.п. Такое состояние речной определяется преобладанием антициклонических погод в холодную часть года.

Следует отметить также происхождение оценки уровня трофии озера по показателям различных компонентов экосистемы. По концентрации биогенных элементов (280 мг N/м³ и 28 мг P_{общ}/л), продукция фито - (около 180 г C_{орг.} вместе с гидрофитами), бактерио - и зоопланктона (около 50 г/м³) и биомасса последнего (около 1,5 г/м³) оз. Кевон - типичный эвтрофный водоем, а по содержанию в воде органических веществ (параметрический индекс - около 9 мг O₂/л), численности бактериопланктона (1,3 млн. кл./л) и гетеротрофов (730 кл./мл), биомассе фитопланктона (около 3 г/м³) озеро следует отнести к мезотрофным водоемам. Это объясняется, на наш взгляд, митохондриальными бактериями и протистическими водорослями флуктуаторами и свидетельствует об устойчивости экосистемы.

Заработаны существенные годовые изменения всех элементов речной озера, связанные с циклическими колебаниями его уровня. Среднегодовой уровень с 1940 г. изменялся в пределах ± 1 м и в циклах продолжительностью 7-14 лет. Судя по 3-летнему циклу наблюдений на оз. Кевон, основные закономерности его годовых изменений в принципе такие же, как в Иллис-Армандских озерах. На основании сказанного можно предположить, что в указанных выше пре-

ческие процессы (весна наступает раньше, осень заканчивается позднее). По среднегодовые показатели обилия планктонных сообществ и продукции зоопланктона, как и загрузки воды органическим веществом, практически одинаковы с показателями по соседним участкам. Все сказанное дает основание полагать, что в подогревом участка биологический круговорот ускорится без существенного сдвига соотношения между продукцией и деструкцией органического вещества, что не должно приводить к вторичному загрязнению водоема.

Из подогреваемого участка в ковша в основную акваторию озера за год поступало дополнительно 50 т азота в минеральных формах и 6 т общего фосфора, что в расчете на все озеро составляет около 2 мг N/л и менее 0,3 мг P/л в сутки, т.е. 0,3-1% от фона, что вряд ли может существенно повлиять на первичную продукцию.

За год в озеро в нейтрализованном и очень сильно разбавленном виде образуются около 200 т серной кислоты и 70 т едкого натрия, используемых для регенерации ионнообменных фильтров агрегатов химводоподготовки. Однако это не может сколько-нибудь заметно влиять на концентрации сульфатов в воде озера (3 мг SO_4^{2-} /л в год при естественных годовых колебаниях в пределах 50-100 мг/л), возможно только увеличение концентрации сульфатов в грунте за счет интенсификации протекающей там сульфатпродукции. Следовательно, изменение режима озера под действием Читинской ГРЭС и при полной ее мощности не должны вызывать ухудшения качества воды. Во всяком случае они многократно перекрываются естественными годовыми колебаниями режима.

Все сказанное выше относится к безаварийной работе станции. Однако авария в ее работе производит катастрофическое воздействие на экосистему озера. Так, в январе-марте 1973 г. в озеро было сброшено, по ориентировочным подсчетам, около 50 тыс. т золышлака, толщина фракция которого осела на дно, а легкая фракция — по всему озеру. В воде увеличилась концентрация кальция, сульфатов, фосфов антропогенного. Вот основания ожидать, судя по составу золошлака, увеличения концентрации металлов и микроэлементов. К лету 1973 г. численность в биомассе фито- и зоопланктона снизилась в среднем в 3 раза при сохранении численности бактерий на прежнем уровне, снизилась прозрачность воды. В целом качество воды ухудшилось для рекреации и для самой ГРЭС, ущерб рыбному хозяйству оценен в 140 тыс. руб. Отдаленные последствия предсказать невозможно из-за отсутствия собственных и литературных материалов.

Забота системы водоснабжения станции от биологических помех в оплодотворенном озере. Биопомехи удорожают химводоподготовку

за счет растворенного и взвешенного органического вещества, перегрева забираемой воды из-за нарушения транзитного потока зарослей гидроритов. Водозаборные сооружения обслуживаются гидроритами. Для борьбы с ними предлагаются биологические, гидротехнические и механические способы защиты.

Для снижения зарастания озера гидроритами (принимается, что может быть взято до половины годовой продукции цветковых гидроритов без нарушения устойчивости экосистемы) с успехом может быть применен белый амур. Четырехкратный забор подрощенных личинок из Краснодарского края показал, что он может даже на такие дальние расстояния осуществляться практически без отхода при соблюдении определенных правил. Подрощивание материала в прудах на подогретой воде проходит удовлетворительно, так же, как и рост выращенных в озере годовиков и сагодетков (в возрасте 3+ средняя масса составляла 1679 г). Весной и осенью рыбы нагуливаются, в основном, в подогретом участке, где в первую очередь и необходимо подавление гидроритов. Для расчета норм посадки в 1974 г. будут определены кормовой коэффициент и рационы.

Значительно труднее регулировать обилие фитопланктона: практически трудно создать необходимую для этого плотность стада толстолобиков. Пестрый толстолобик в Келоне — тулорский (средний вес 550 г в возрасте 2+). Он оказывает отрицательное воздействие на качество вод из-за подавления зоопланктона. По этому толстолобикую материю отсутствуют.

Следующие гидротехнические меры, предлагаемые проектной проработки, снижат перегрев воды на водозаборе: 1) ликвидация нефункционирующей дамбы, которая снижает транзитный поток; 2) перенос водовыпуска на восточный берег, что при преобладании западных ветров увеличит площадь активного охлаждения, уменьшит удельную тепловую нагрузку и предохранит подогреваемый участок от зарастания гидроритами; 3) при невозможности предыдущего — углубление подогреваемого участка до 4.5-5 м с ориентацией откоса и др.; 4) уменьшение поступления в озеро дополнительных количества биогенных элементов путем преобразования моста с мелководьями в водоподводящий канал; 5) снижение загрязненности вод веществами путем регулирования уровня озера перекачкой воды на р. Ингоды.

Химическими мерами (выпас гидроритов на площади 16-20 га, рдесте — ракшей висюй и урути — оселе, систематическое удаление гидроритов перед водозабором) можно защитить водозаборные сооружения от гидроритов в сочетании с рекомендованными выше мероприятиями.

Для контроля проектного систематического проведения водозабо-

ческих процессов (весна наступает раньше, осень заканчивается позднее). Но среднегодовые показатели обилия планктонных сообществ и продукции зоопланктона, как и загрузки вод органическим веществом, практически одинаковы с показателями по соседним участкам. Все сказанное дает основание полагать, что в подогретом участке биологический круговорот ускорится без существенного сдвига соотношения между продукцией и деструкцией органического вещества, что не должно приводить к вторичному загрязнению водоема.

Из подогретого участка и ковша в основную акваторию озера за год поступало дополнительно 50 т азота в минеральных формах и 6 т общего фосфора, что в расчете на все озеро составит около 2 мг N /л и менее 0,3 мг P/л в сутки, т.е. 0,3-1% от фона, что вряд ли может существенно повлиять на перличную продукцию.

За год в озере в нейтрализованном и очень сильно разбавленном виде обрывается около 200 т серной кислоты и 70 т едкого натрия, используемых для регенерации ионообменных фильтров агрегатов химводоподготовки. Однако это не может сколько-нибудь заметно влиять на концентрации сульфатов в воде озера (3 мг SO_4^{2-} /л в год при естественных годовых колебаниях в пределах 50-100 мг/л), возможно только увеличение концентрации сульфидов в грунте за счет интенсивно протекающей там сульфатредукции. Следовательно, изменения режима озера под влиянием Читинской ГРЭС и при полной ее мощности не должны вызывать ухудшения качества воды. Во всяком случае они многократно перекрываются естественными годовыми колебаниями режима.

Все сказанное выше относится к безаварийной работе станции. Однако аварии в ее работе производят катастрофическое воздействие на экосистему озера. Так, в январе-марте 1973 г. в озеро было сброшено, по ориентировочным подсчетам, около 50 тыс. т золошлака, главным образом которого оседала на дно, а легкая фракция разнеслась по всему озеру. В воде увеличилась концентрация кальция, сульфатов, фосфатов аммония. Вот основания ожидать, судя по составу золошлака, увеличения концентрации металлов и микроэлементов. В лету 1973 г. численность и биомасса фито- и зоопланктона снизились в среднем в 3 раза при сохранении численности бактерий на прежнем уровне, снижалась прозрачность воды. В целом качество воды ухудшилось для рекреации и для самой ГРЭС, ущерб рыбному хозяйству оценен в 140 тыс. руб. Отдаленные последствия предположить невозможно из-за отсутствия собственных и литературных материалов.

Задача системы водоснабжения станции от биологических помех и оптимизация режима озера. Имелись дорожки химводоподготовку

за счет растворенного и взвешенного органического вещества, перегрева закрываемой воды из-за нарушения транзитного потока зарослей гидроритов. Водозаборные сооружения снабжаются гидроритами. Для борьбы с ними предлагаются биологические, гидротехнические и механические способы защиты.

Для опашения зарастания озера гидроритами (принимается, что может быть взято до половины годовой продукции цветковых гидроритов без нарушения устойчивости экосистемы) с успехом может быть применен белый амур. Четырехкратный заезд подорожных личинок из Краснодарского края показал, что он может даже на такие дальнейшие расстояния осуществляться притягивая без отхода при соблюдении определенных правил. Подращивание материала в прудах на подогретой воде проходит удовлетворительно, так же, как и рост выведенных в озеро годовиков и сагодетков (в возрасте 3+ средняя масса оставалась 1679 г). Весной и осенью рыбы заглушаются, в основном, в подогретом участке, где в первую очередь и необходимо подавление гидроритов. Для расчета нормы посадки в 1974 г. будут определены кормовой коэффициент и рации.

Значительно труднее регулировать обилие фитопланктона: притягивать трудно создать необходимую для этого плотность стада толстоликов. Пестрый толстоликов в Ялоне - тулорослым (средний вес 550 г в возрасте 2+). Он оказывает отрицательное воздействие на качество вод из-за подавления зоопланктона. По белому толстолику материалы отсутствуют.

Следующие гидротехнические меры, предлагаемые проектной проработки, снижают перегрев воды на водозаборе: 1) ликвидация нефункционирующей дамбы, которая создает транзитный поток; 2) перенос водовыпуска на восточный берег, что при преобладании западных ветров увеличит площадь активного охлаждения, уменьшит тепловую нагрузку и предохранит водоем от зарастания гидроритами; 3) при невозможности предыдущего - углубление подогретого участка до 4,5-5 м с облицовкой откосов и др.; 4) уменьшение поступления в озеро дополнительных количества биогенных элементов путем преобразования косы в мелководья в водоподводящий канал; 5) опашение зарослей вод растений путем регулирования уровня озера перекачкой воды из р.Инды.

Механическими мерами (выкоп гидроритов на площади 10-20 га, раскаты - ранней весной и утру - осенью, систематическое удаление гидроритов перед водозабором) можно повысить водозаборные сооружения от гидроритов в сочетании с рекомендованными выше мероприятиями.

ческих мероприятий и обслуживания рекреации населения предполагается создавать рыболовно-мелиоративную станцию.

Г.А.ВКОРБАТОВ, И.Д.БЫЦ, А.Г.ВАСЕНКО
(ТАРКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им.А.И.ГОРЬКОГО, ВНИИМО)

О ВОПРОСЕ О ПРОГНОЗИРОВАНИИ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВОДОЕМОВ-ОХЛАДИТЕЛЕЙ ТЭС

Рост мощностей и числа тепловых электростанций ставит перед учеными задачу разработки способов рационального использования в народном хозяйстве сбрасываемых подогретых вод, установления норм их сброса, а также прогнозирования изменений гидробиологического режима водоемов, принимающих эти воды.

Уже сейчас предпринимаются попытки обобщить накопленный материал по влиянию сброса подогретых вод на биологию водоемов (Золотарев и др., 1973; Китичева, 1973), но на наш взгляд, разобщенность данных по различным группам гидробионтов, полученных на разных водоемах, затрудняет составление прогнозов изменений биологического режима этих водоемов, а также тех водоемов, на которых планируется строительство новых ТЭС.

Чтобы обеспечить задачу прогнозирования изменения биологического режима водоемов, принимающих подогретые воды тепловых электростанций, представляется целесообразным комплексное исследование ряда водоемов, на которых расположены ТЭС, проводимое по общему плану. Подобные исследования необходимо проводить в течение нескольких лет для выявления динамики становления их гидробиологического режима. Результаты этих исследований могут быть экстраполированы (с учетом известных различий в режимах этих водоемов) на другие, находящиеся в той климатической зоне, в которой расположены водоемы, избранные для исследований как типичные.

В основу прогнозирования может быть положена классификация водоемов по степени их подогрева, предложенная М.А.Падгайно и др. (1970).

При решении этой задачи открываются широкие возможности для создания математических моделей экологических систем водоемов, принимающих подогретые воды. Математическая модель простейшей водной экологической системы, созданная В.Г.Винбергом и С.А.Алексимовым (1966), а затем В.С.Зинзушкиным и А.А.Уминовым (1970) послужит отправной точкой этих работ.

В качестве модельного водоема нами chosen водоем-охладитель Зиневской ГРЭС - оз.Лиман. Сравнительно небольшие размеры, хорошо выраженный термоградиент, изученность его фоновой характеристики позволяют проводить и тщательные натурные исследования, результаты которых в дальнейшем могут быть использованы для осуществления прогнозов.

Оз.Лиман относится к охладителям озерно-прудового непроточного типа с оборотной системой водосбора. Оборот воды в озере 6-дневный. По данным М.А.Индгайло и др.(1970) оз.Лиман относится к водоемам с умеренным перегревом воды.

Для создания блок-схемы модели экологической системы оз. Лиман была использована математическая модель простейшей водной экосистемы, предложенная В.В.Моншутинским и А.А.Уминовым (1970).

Определяющими величинами состояния моделируемой экологической системы в некоторый момент времени являются: биомасса фитопланктона, зоопланктона, ряс-планктофагов, бактерий, количество растворенного и нерастворенного в воде органического вещества, растворенный в воде неорганических соединений биогенных элементов, количество растворенного в воде кислорода и температура.

Г.Л.ШКОРЯТОВ, А.В.ЗАХАРЕНКО, А.Г.ВАСЬЧКО
(ХАРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им.А.М.ГОРЬКОГО)

МАКРОЗОБИОЦИТОС ВОДоеМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЗИНЕВСКОЙ ГРЭС ОЗ.ЛИМАН

Оз.Лиман относится к охладителям озерно-прудового непроточного типа с оборотной системой водоснабжения и умеренным перегревом воды.

Изучению водоемов-охладителей показало, что при умеренном перегреве распределение донных беспозвоночных определяется приуроченностью их к определенным биотопам, в основном грунтам. Поэтому при изучении фауны водоемов-охладителей весьма целесообразно учитывать распределение донных организмов по биотопам.

Исследования, проведенные на кафедре зоологии беспозвоночных и гидробиологии Харьковского Государственного Университета не позволяют дополнить те данные, которые были опубликованы ранее по оз.Лиман.

В водоеме можно выделить следующие биотопы дна: ил, песок, камня, макрофиты и железобетонные плиты. Эти биотопы отличаются по составу биогенов, приуроченных к ним (позлофильный, ценофильный,

литофильный, фитофильный и своеобразный биотоп водоембетонных плит).

Подогретая вода поступает в озеро через сбросной канал, выложенный водоембетонными плитами. Фауна этого биотопа бедна и состоит из мшанок и бивозелей. Гораздо богаче его флора. Все отмененные каменистые покровы паразитическими, зелеными, диатомовыми и сидерическими водорослями.

Предпосылками для более обильного заселения этого своеобразного биотопа микробиотой служат не только качество субстрата, но и то, что в канале вода проходит с большой скоростью. Это подтверждается тем, что также на плитах, которыми облицована Лиманская дамба, довольно обильно заселены моллюсками *Limnaea ovata*, *L. palustris*, клопом *Megastoma meridionale* и личинкой *Naemoris sanguisuga*.

Наиболее богат по количеству видов микробиотой фитофильный биоценоз. Макрофиты этого биоценоза представлены 8 видами. Наиболее многочисленными тростники и рдесты. Заросли макрофитов заселены брюхоногими моллюсками, среди которых первое место (по числу экземпляров) занимает *Limnaea palustris*, *L. ovata*, *Physa acuta*. В состав фитофильного биоценоза входят также личинки *Megobdella octoculata*, *Helobdella stagnalis*, *Naemoris sanguisuga*.

Личинки хирономид и олигохеты пелофильного и псаммофильного биоценозов дают в водоеме высокую биомассу и плотность, достигая в летние месяцы наибольшего значения. Из всех ранее перечисленных биотопов наиболее крупными по площади является биотоп ила. В связи с этим наибольшее внимание было уделено изучению фауны этого биотопа. Данные о численности и биомассе основных представителей пелофильного биоценоза представлены в таблице.

Данные о численности и биомассе основных представителей пелофильного биоценоза оз. Лимана

Месяцы	Станция А		Станция Б	
	Олигохеты	Хирономиды	Олигохеты	Хирономиды
У	<u>2818</u> ¹⁾ 1.749	<u>5389</u> 4.669	<u>825</u> 0.627	<u>1089</u> 3.267
VI	<u>4339</u> 2.178	<u>5676</u> 3.110	<u>924</u> 0.189	<u>660</u> 0.765
IX	<u>99</u> 0.016	<u>1749</u> 4.422	<u>1914</u> 0.396	<u>396</u> 0.495
I	<u>132</u> 0.016	<u>3762</u> 10.023	<u>231</u> 0.132	<u>825</u> 3.709

1) Числитель — экз./м², знаменатель — биомасса, г/м².

В прибрежной части оз. Лиман почти на всем его протяжении вымывается песком. Ширина этой полосы неравномерна, местами достигает 30 м. Это песчаный биотоп хорошо выражен в зоне выпускного канала ГРЭС.

Всего в составе макрообитателей оз. Лиман обнаружено: пиявок 4 вида, моллюсков 10, личинок стрекоз 4, личинок поденок 2, личинок комаров 25, личинок мух 4, клопов 8, ракообразных 3 и несколько видов из других групп организмов.

По рекомендации кафедры зоологии беспозвоночных и гидробиологии ХГУ в оз. Лиман были акклиматизированы мияиды и гаммариды (Дукина и Кудрявцева, 1971). После акклиматизации наблюдались периоды массового развития мияид и гаммарид, за которыми следовало уменьшение их численности.

В районе сброса подогретых вод отмечалось лишь незначительное обеднение фауны.

Б.М.ШУБИНА

(ГОРЬКОВСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ИНСТИТУТА ТЕПЛОЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ)

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В РАЙОНЕ КОСТРОМСКОЙ ГРЭС

Для выяснения влияния сброса подогретых вод Костромской ГРЭС на гидрохимический режим Горьковского водохранилища в течение 4 лет, т.е. с 1970 по 1973 г., проводился ежесезонный отбор проб воды из русловой части водохранилища, вальвов, подводящего и отводящего каналов. Пробы брались в поверхностном слое с глубиной 0,5 м. Проведены исследования солевого состава воды, содержания биогенных элементов, органического вещества, растворенных газов.

Поступление подогретых вод в Горьковское водохранилище вызвало повышение температуры и, вероятно, способствовало более активному развитию биологических и химических процессов, что подтверждается изменением абсолютного и относительного содержания растворенного в воде кислорода и количества органического вещества, находящегося в водоеме.

Содержание кислорода по данным, полученным за весь период наблюдений, довольно высоко и колеблется в пределах 6-15 мг/л., процент насыщения составляет 63-148, т.е. в районе Костромской ГРЭС не наблюдалось ухудшения кислородного режима, несмотря на значительное повышение температуры воды. Существенные изменения содержания растворенного кислорода связаны с гидробиологическим режимом

подогрева. Максимум ежегодного отмечаются в осенний период, минимум — в зиме. При сравнении зоны естественного температурного режима с зоной подогрева, заметно повышение относительного содержания кислорода в подогреваемых водах, что объясняется аэрацией воды на подогрев.

Ограниченное вещество, в подержании которого можно судить по включение окисляемости и SiK_5 , достает на исследуемом участке водохранилища довольно высоких концентраций.

Величины перманганатной окисляемости за исследуемый период колебались в пределах 5,36–16,34 мг O_2 /л, причем минимальные величины окисляемости наблюдались в конце августа – середине сентября (в среднем 6–7 мг O_2 /л), максимальные – в июне (14–15 мг O_2 /л). Это объясняется интенсивным развитием и отмиранием фитопланктона в середине лета. Более высокой окисляемостью по сравнению с водохранилищем характеризуется подогреваемый приток из р. Ичи (ст. II, II-2).

Биохимическое потребление кислорода происходит интенсивнее в летний и зимний периоды на участках с более высокой температурой воды: на обросном канале, в заливе р. Пача и на 8-м створе водохранилища. Величины B_{H_2S} изменяются в пределах 0,7-3,84 мг O_2 /л.

При исследовании содержания биогенов в воде не выявлено четкой закономерности изменения значений в подогретой зоне по сравнению с русловыми стациями, водозаборным канатом. Минимальное содержание биогенов отмечено летом, в период усиления всех биологических и биохимических процессов, в осенне-зимний же период имеет накопление растворенных в воде биогенов.

Немаловажными материалами для лабораторных исследований в лаборатории очистных сооружений пос. Болгореченск по содержанию эфирорастворимых веществ на исследуемом участке. По данным, полученным в 1971 г., видно увеличение содержания эфирорастворимых веществ зимой, уменьшение их летом. Содержание эфирорастворимых веществ в сбросном канале колеблется в пределах 1,75-3,00 мг/л, в подводящем канале — в пределах 1,2-4,0 мг/л. Очистные сооружения сбрасывают в озеро Р.в.ч. воду, содержащую от 1 до 4,5 мг/л эфирорастворимых веществ.

Содовый состав водохранилища в районе Р. ...
... сильно окислен.

Таким образом, в результате постановки опыта ГЭС при мощности до 2400 Вт значительных изменений не наблюдалась. В зоне подогретого органического вещества, температура которого достигала 100°С, не происходило окислительного разложения.

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

А.А.Астраускис, Д.Д.Укшенис, А.Рачюсис. Влияние изменений биотопов водохранилища-охладителя Литовской ГРЭС на состояние его фауны.....	5
А.А.Астраускис, М.И.Мислявичюс, И.В.Рикинен. Распространение макрофитов водохранилища-охладителя Литовской ГРЭС и его изменение	8
Б.О.Бергольсон. Перестройка условий развития икры рыб в зоне воздействия теплых вод Конановской ГРЭС	10
А.А.Бичинов. Высшая водная растительность в зоне подогретых вод Конановской ГРЭС в 1972 г.	13
М.П.Бонцов. О воздействии сбросных теплых вод Конановской ГРЭС на видовой состав и урожайность молоди рыб Иваньковского водохранилища	16
Л.П.Брагинский, И.И.Паровозчанко, Э.П.Щербань. Роль температурного фактора в проявлении токсического действия ДЛТ на рыб и беспозвоночных	20
А.Я.Булаев, Н.В.Аоскутов, В.Т.Аошанов. Влияние подогретых вод на санитарный режим водоема	24
О.Ф.Васильев, В.И.Ковы. Математическое моделирование термического режима водоемов	26
Т.А.Виноградская. О вертикальном и горизонтальном распределении фитопланктона в водохранилищах-охладителях ТЭС	27
А.Н.Горобин. Трансформация зоопланктона Иваньковского водохранилища при циркуляции его через охлаждающую систему Конановской ГРЭС	31
В.Г.Гринь, Е.М.Гайдар, Н.В.Ефремова. Фитомикробитос р.Днепра в районе действия теплообменных вод Трипольской тепловой электростанции	34
О.Н.Давыдов, Л.В.Страняна. О действии повышенных температур на некоторых видов рыб	37
Л.Г.Девяткин. О влиянии Конановской ГРЭС на микробиоту Иваньковского водохранилища	40
В.Г.Девяткин, Ф.Д.Чордуха-Болотовский. О воздействии подогретых вод Конановской ГРЭС на фитопланктон Иваньковского водохранилища	42

А.А.Добровжанская. Гидрологические последствия сброса подогретых вод в озеро Калое и Лукомальское (ИССР)	46
Т.С.Елагина. Влияние сброса подогретых вод Конотурской ГРЭС на зоопланктон Гарьковского водохранилища	49
В.В.Временко, В.С.Синельников, Н.Н.Селян. К расчету влияния сброса теплых вод на температурный режим водохранилища в условиях ветрового течения	51
Т.А.Ефимова. Влияние сбросных теплых вод Конотурской ГРЭС на половые циклы рыб Иваньковского водохранилища	55
Н.Н.Игерева, Г.М.Блоchino. О влиянии подогретых вод Конотурской ГРЭС на фитопланктон фауны Иваньковского водохранилища	57
Т.С.Иштелева. Особенности питания леща в зоне сбросных вод Конотурской ГРЭС	61
П.А.Иуравель. К экологии теплолюбивых гидробионтов в водоемах с теплыми водами ГРЭС Днепропетровской области	65
Н.М.Загубяченко. Донная фауна Криворозского водохранилища ГРЭС-2 в районе сброса подогретых вод и на его пределах	67
В.А.Задорожная, Г.Б.Салпо. Сезонные изменения роста и питания леща из зоны воздействия теплых вод Иваньковского водохранилища	69
В.В.Золотарева. Влияние подогретых вод на некоторые стороны биологии <i>Pontogammarus stalinii</i> (Grinn) Mart.	72
А.А.Китчина. Влияние температуры на эколого-физиологические особенности некоторых беспозвоночных, обитающих в водоемах-охладителях ТЭС	74
Н.К.Корогина, Я.В.Турчина. Действие Иванько-3 на различные стадии онтогенеза окуля	77
С.И.Ковалев. Гидрохимические характеристики р.Днепр в районе Трипольской теплоэлектростанции ...	81
Г.С.Кудряцеева. Устойчивость и недостаток кислорода гаммарид водоема-охладителя оз.Лиман Зимовской ГРЭС	83
А.П.Кузачкин. Температура акклиматизации и устойчивость к высоким температурам <i>Leptodora kindti</i> (Fosche) (Cladocera)	84

И.Б.Б у д а н о в . Проблемы воспроизводной радионуклеониче- ской энергии в развитии ядерной энергетики.....	88
Т.Н.К у р д и м а . Теплоэнергетическая база Ямало-Ненецкого автономного округа и изменение его составляющих в зоне подог- рева Коньковской ГРЭС	90
А.Г.Д е н ч и н а . Санитарно-гигиенические условия в райо- не действия Троицкой ГРЭС	93
С.А.Д о б ы ш о в , Л.И.П и о м у о в . Накопле- ние стронция-90 и цезия-137 в водных растениях Бело- ярского водохранилища и оз.Исетьского на Среднем Урале .	95
А.И.М а и с о в , М.Б.С м и р н о в . К оценке использования комплексных водохранилищ теплоэнергетической. Г.Д.М а к с и м о в . О влиянии повышенной темпе- ратуры воды на развитие некоторых личинок рода Сиганос- та	97 98
И.В.М а м о в . Гигиенические микробиологические условия состояния водохранилища в районе влияния подогретых вод Ко- няковской ГРЭС	101
И.И.М е ч е т о в . Развитие теплоэнергетики и проблема охраны окружающей среды	104
Э.Д.М о р д у х а - Б о л о в с к о й . Влияние воздействия тепловых и атомных электростанций на жизнь водоемов	107
В.М.Н а з а р о в , Н.С.Т в о р о в с к и й . Рост, созревание и некоторые морфологические показатели личинок водоемов-охладителей зимней ГРЭС - оз.Лима	110
М.И.Н и к и т о в . О некоторых закономерностях формирования иктиофауны в водоемах под влиянием сбросов из вод тепловых электростанций	112
О.И.Н и м и н о в , В.В.Ф и л о в . Влияние сбросов теплых вод Коньковской ГРЭС на некоторые био- логические показатели рыбы	115
И.И.В и к и т и н , Н.Г.П о з н а н . Аэрогидротерми- ческие процессы в водоемах, подгреваемых сбросными во- дами тепловых и атомных электростанций	118
С.А.П а р е н к о в , Л.Н.Б у р н е р . Влияние сбросов ТЭС и АЭС на гидробиологическое состояние вод	120
М.А.П и д г и н . Влияние теплообменных вод Троицкой ГРЭС на зообентос р.Днепр	122
Н.В.П и у ш . Влияние Сибирской ТЭС на термо- климатический режим Днепра	125

Л.И.Пискунов, С.А.Дюбимов, С.И.Трейгер, В.И.Кавалков. Некоторые результаты радиоэкологических и гидрохимических исследований теплового водохранилища в связи со сбросом теплой воды атомной станцией	128
Л.И.Пискунов, С.И.Трейгер, И.В.Кавалков. Об использовании водоемов-охладителей атомных электростанций при радиоэкологических исследованиях в природных условиях	131
М.Ф.Поливанова, М.А.Пидгайло, В.Г.Гринь, Т.А.Виноградова, Л.А.Китицкая, Л.Г.Яенкина, О.А.Сергеева. Влияние подогрева на гидробионтов водоемов-охладителей при оборотном и прямоточном водообновлении тепловых электростанций	133
М.Ф.Поливанова, О.А.Сергеева. Влияние сброса нагретых вод Трипольской ГРЭС на зоопланктон Днепра	137
Л.А.Рвачева. Зоомикробентос водохранилища-охладителя Литовской ГРЭС	139
И.К.Равьер. Изменения зоопланктона Иваньковского плеса под влиянием теплых сбросных вод Коняковской ГРЭС	143
В.Ф.Рощупко, А.П.Кузачкин. Влияние изменений температурных условий в районе Коняковской ГРЭС на популяцию <i>Leptodora kindti</i> (Focke) (Cladocera) летом 1972 г.	145
В.Ф.Рощупко, А.С.Литвяков. О модификациях температуры и содержания кислорода в Иваньковском водохранилище на участке влияния Коняковской ГРЭС	147
А.М.Велин, Л.В.Тарасенко. О первичной продукции и продукционных возможностях фитопланктона в Иваньковском водохранилище	151
Л.И.Савпо, М.А.Фяев. Гидрохимический режим Иваньковского водохранилища в зоне влияния подогретых вод Коняковской ГРЭС	154
В.П.Семерио. Некоторые данные по олигочетам зоны влияния подогретых вод Коняковской ГРЭС	157
В.Е.Сиявельников, С.В.Ершов. К характеристике нефтепродуктов в воде Иваньковского водохранилища на участке влияния подогретых вод ГРЭС	160

В.Е.Синельников, Т.С.Родиственская, В.И.Демин. Биохимические аспекты изучения процессов окисления в подогретых водах Конаковской ГРЭС	162
И.А.Скняльская. Заселение донных субстратов фауной в подогреваемой и неподогреваемой зоне у Костромской ГРЭС	165
Н.Ф.Смирнова. Экологические характеристики некоторых массовых видов двустворчатых моллюсков в районе Костромской ГРЭС	168
Н.Б.Сорокина, Н.П.Шульгина. Влияние Иваньковской ГРЭС на гидрологический режим и качество воды р.Яны	170
А.К.Столбунов. О численности гетеротрофной микрофлоры воды и процессах распада органических веществ в Иваньковском водохранилище	172
А.С.Сулимов. О влиянии теплых оброслых вод Костромской ГРЭС на иктюфауну речной члвсти Горьковского водохранилища	176
Т.Н.Филетова, М.Р.Ципперт. Исследование распространения оброслых вод ГРЭС в Нервском водохранилище	180
А.И.Чаллипа, В.А.Булахов. Адаптация тарана в водоемах-охладителях тепловых электростанций	183
З.Н.Чиркова. Донные Cladocera (Crustacea) Иваньковского водохранилища в районе сброса теплых вод Конаковской ГРЭС	187
Л.Н.Чиркова, Е.С.Величко. Meiobentos Иваньковского водохранилища в районе сброса теплых вод Конаковской ГРЭС	189
Б.А.Шенин. Основные результаты изучения водоем-охладителя Читинской ГРЭС - озера Кенон	191
Г.Л.Шкорбатов, И.Д.Быц, А.Г.Васенин. К вопросу о прогнозировании гидробиологического режима водоемов-охладителей ТЭС	196
Г.Л.Шкорбатов, А.В.Захаренко, А.Г.Васенин. Макробоентос водоем-охладителя Зыковской ГРЭС оз.Лиман	197
Г.М.Шубина. Гидрохимическая характеристика Горьковского водохранилища в районе Костромской ГРЭС ..	198

**Влияние тепловых электростанций
на гидрологию и биологию водоемов**

Подписано к печати 18/VI-74г. ЛК 01662 формат бум. л. 60х90/16
Заказ №549 Цена 60 коп. Объем 12,75 печ. л. Тираж 600 экз.

Фабрика офсетной печати ГИГЭС, г. Обнинск