

УДК 574.583+556.555.8

О.Ф. ОСИПОВА^{1,2}, Д.И. ОСИПОВ¹¹Уральский научно-практический центр радиационной медицины

ул. Воровского, 68-А, Челябинск, 454076, Россия

²Челябинский государственный университет,

ул. Братьев Кашириных, 129, Челябинск, 454001, Россия

СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОДОЁМОВ В-10 И В-11 ПО «МАЯК»

Изучены сообщества зоопланктона двух специальных промышленных водоёмов ПО «Маяк» с различным уровнем радиационного и химического загрязнения. Анализ показателей видового разнообразия и количественного развития зоопланктона не выявил отличий от сообщества контрольного водоёма. Состояние зоопланктонных сообществ исследуемых водоемов можно охарактеризовать как благополучное, с высоким видовым разнообразием без подавляющего доминирования отдельных видов. В целом, для водоёмов В-11 и В-10, несмотря на значительное радиационное и химическое загрязнение, не отмечено существенных отличий в структуре и количественном развитии зоопланктона от контрольного водоёма.

Ключевые слова: зоопланктон, водоём В-10, водоём В-11, ПО «Маяк», радиационное загрязнение

Одним из широко используемых объектов для изучения антропогенного влияния на водные экосистемы является зоопланктон. Зоопланктонное сообщество – компонент биоты водоема, чутко реагирующий на воздействие различных факторов изменением своих функциональных показателей и видового состава. Вместе с тем, роль зоопланктона в трансформации энергии и биотическом круговороте веществ очень велика. Изучение видового разнообразия и количественного развития основных групп зоопланктонных сообществ водоемов с разными уровнями радиоактивного и химического загрязнения позволяет получить информацию о возможных изменениях в водных экосистемах при воздействии на них предприятий ядерного топливного цикла.

Материал и методы исследований

В исследование были включены два специальных промышленных водоема – В-10 и В-11, входящие в состав Теченского каскада водоемов ПО «Маяк» (Озёрск, Россия) и уже более 50 лет находящиеся в условиях радиационного и химического загрязнения (рисунок). Отбор проб на исследуемых водоемах осуществлялся в соответствии с руководством [0] в период с 2009 по 2012 гг.

В водоёме В-10 средние значения суммарной бета-активности (СБА) в воде составляют около 7×10^3 Бк/дм³. Площадь зеркала водоёма – 18,6 км², объем – 83 млн. м³, максимальная глубина – 9 м. Поверхность дна довольно ровная, с постепенным понижением на юго-восток [5]. Водоём В-11 является замыкающим в системе Теченского каскада, эксплуатируется в бессточном режиме. Средние значения СБА в воде составляют около 2×10^3 Бк/дм³. Площадь зеркала – 44,2 км², объем – 230 млн. м³, максимальная глубина – 12 м [6].

В качестве контрольного водоёма использовали Шершневское водохранилище на р. Миасс. Водоохранилище представляет собой искусственный водоём, предназначенный для водоснабжения г. Челябинска и городов-спутников. Площадь водного зеркала – 39,1 км², объем воды – 176 млн. м³, максимальная глубина – 14 м.

Отбор проб зоопланктона для количественного анализа производили методом средневзвешенных проб с горизонтов 0 м, $0,5 \times S$, $1 \times S$, $2 \times S$, $(2 \times S + d)/2$ и придонного (S – прозрачность по диску Секки, м; d – глубина, м). Пробы консервировали фиксатором на основе раствора Люголя. Определяли таксономическую принадлежность организмов, их численность, биомассу, средние размеры особей каждого вида согласно методическому руководству [2].

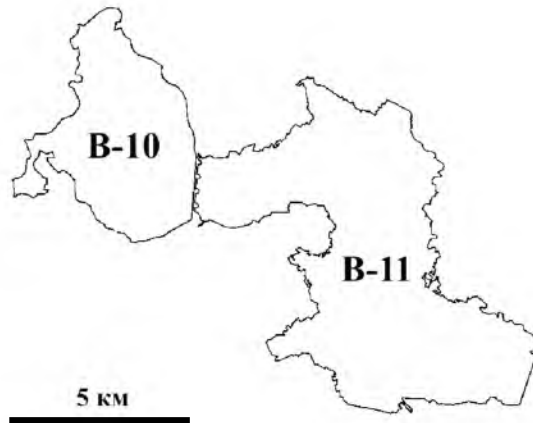


Рис. Специальные промышленные водоемы В-10 и В-11 ПО «Маяк»

На основе полученных данных вычисляли индексы Шеннона [3], Маргалефа и Пиелу [4], а также индекс доминантности для каждого вида, в котором учитывалось обилие видов по численности или биомассе [0].

Результаты исследований и их обсуждения

По показателям химического состава воды для водоёма В-11 следует отметить высокое содержание сульфатов (свыше 500 мг/дм^3). В водоёме В-10 также регистрируется высокое содержание сульфатов (до 300 мг/дм^3), кроме того, здесь отмечается и значительное содержание фосфатов в воде (свыше $0,6 \text{ мг/дм}^3$). Радиоактивное загрязнение водоёмов В-10 и В-11 определяется преимущественно ^{90}Sr . Кроме этого в водоёмах В-10 и В-11 присутствуют в значительном количестве альфа-излучающие радионуклиды (^{241}Am , ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu).

В водоёме В-10 за исследованный период было обнаружено 49 видов зоопланктонных организмов (51 форма), в том числе 24 вида коловраток, 13 видов ветвистоусых и 12 видов веслоногих ракообразных. В водоёме В-11 было зафиксировано 36 видов зоопланктона (37 форм), в том числе 18 видов коловраток, 12 видов ветвистоусых и 6 видов веслоногих ракообразных. Видовой состав зоопланктонного сообщества Шершневого водохранилища представлен 65 видами организмов (68 форм), из которых 41 вид коловраток, 17 видов ветвистоусых и 7 видов веслоногих ракообразных. В обследованных промышленных водоёмах не отмечено снижения среднего числа видов зоопланктона на пробу по сравнению с контрольным водоёмом. Во всех водоёмах наибольший процент встречаемости имели коловратки *Keratella cochlearis cochlearis*, веслоногий рачок *Eudiatomus graciloides* и ветвистоусые родов *Daphnia* и *Diaphanosoma*.

Численность зоопланктона в водоёме В-10 в течение всего периода наблюдения изменялась в широких пределах и составила в среднем по акватории в 2009-2010 гг. 550 ± 120 тыс. экз./м³, в 2011-2012 гг. – 4500 ± 800 тыс. экз./м³. В течение всего периода исследования на всех станциях отмечалось преобладание по численности коловраток, наиболее выраженное на прибрежных участках. Биомасса зоопланктона составила в среднем в 2009-2010 гг. $6,6 \pm 1,6 \text{ г/м}^3$, в 2011-2012 – $21 \pm 5 \text{ г/м}^3$. В целом, для прибрежных участков акватории были характерны более низкие значения биомассы зоопланктеров. По всей акватории отмечалось преобладание в биомассе зоопланктона ветвистоусых ракообразных, наиболее выраженное на глубоководных станциях.

Средняя численность зоопланктонных организмов в водоёме В-11 в 2009-2010 гг. составила 540 ± 150 тыс. экз./м³, в 2011-2012 гг. – 1370 ± 200 тыс. экз./м³. На всех исследуемых станциях отмечалось преобладание коловраток. Биомасса зоопланктона составила в среднем в 2009-2010 гг. $11 \pm 5 \text{ г/м}^3$, в 2011-2012 гг. – $13 \pm 3 \text{ г/м}^3$. Большую часть биомассы формировали ветвистоусые и веслоногие ракообразные, незначительно – коловратки. За время наблюдений отмечено увеличение вклада в биомассу веслоногих ракообразных и уменьшение доли в биомассе коловраток.

Численность зоопланктонных организмов в контрольном водоёме в среднем составила – 3370 ± 1000 тыс. экз./м³. На всех станциях отмечалось преобладание по численности коловраток. Биомасса зоопланктона в Шершневом водохранилище составила в среднем $7 \pm 3 \text{ г/м}^3$. По всей

акваторії отмечалось примерно равное соотношение коловраток и ветвистоусых ракообразных. Вклад веслоногих рачков по сравнению с другими группами организмов был не так значителен.

В целом, все три водоёма представляются сопоставимыми по количественным показателям развития зоопланктона. Оба промышленных водоёма, несмотря на специфические радиационные и гидрохимические условия, не уступают по показателям количественного развития зоопланктона контрольному водоему. Сходен был также состав доминантов и субдоминантов по численности и биомассе. Безусловным доминантом по численности во всех водоемах была коловратка *K. c. cochlearis*. По биомассе в водоёмах преобладали крупные ветвистоусые ракообразные из родов *Daphnia* и *Diaphanosoma*, а также представители веслоногих ракообразных – *Eudiaptomus graciloides*.

По значениям биотических индексов состояние зоопланктонных сообществ исследуемых водоемов можно охарактеризовать как благополучное, с высоким видовым разнообразием без подавляющего доминирования отдельных видов.

Выводы

Изучены сообщества зоопланктона двух водоёмов-хранилищ жидких радиоактивных отходов ПО «Маяк» с различным уровнем радиационного загрязнения. Анализ видового разнообразия зоопланктона в промышленных водоёмах В-11 и В-10 не выявил снижения среднего числа видов на станцию по сравнению с контролем. Уровень количественного развития зоопланктона в этих водоёмах также не отличался от контроля. Во всех водоёмах по численности преобладали коловратки. Среди доминирующих видов можно выделить коловратку *Keratella cochlearis cochlearis*. По биомассе в водоёмах преобладали крупные ветвистоусые ракообразные из родов *Daphnia* и *Diaphanosoma*, а также представители веслоногих ракообразных – *Eudiaptomus graciloides*. В целом, состояние зоопланктонных сообществ исследуемых водоемов можно охарактеризовать как благополучное, с высоким видовым разнообразием без подавляющего доминирования отдельных видов.

Таким образом, для водоёмов В-11, В-10, несмотря на значительное загрязнение радионуклидами, не отмечено существенных отличий в структуре и количественном развитии зоопланктона от контрольного водоема.

1. Абакумов В. А. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / В. А. Абакумов. – СПб: Гидрометеиздат, 1992. – 318 с.
2. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция / Под ред. Г. Г. Винберга. – Л., 1984. – 33 с.
3. Шеннон К. Математическая теория связи / К. Шеннон / Работы по теории информации и кибернетике. – М.: Издательство иностранной литературы, 1963. – С. 243–332.
4. Шитиков В. К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / В. К. Шитиков, Г. С. Розенберг, Т. Д. Зинченко. – Тольятти, 2003. – 463 с.
5. Экологический паспорт промводоёма В-10 / В. С. Каргаполов, Р. П. Пономарева, Б. В. Солдатов [и др.]. – Озерск: ПО «МАЯК», 1996. – 19 с.
6. Экологический паспорт промводоёма В-11 / В. С. Каргаполов, Р. П. Пономарева, Б. В. Солдатов [и др.]. – Озерск: ПО «МАЯК», 1996. – 16 с.

О.Ф. Осінова^{1,2}, Д.І. Осінов¹

¹Уральський науково-практичний центр радіаційної медицини, Росія

²Челябінський державний університет, Росія

СТАН ЗООПЛАНКТОННИХ УГРУПОВАНЬ СПЕЦІАЛЬНИХ ПРОМИСЛОВИХ ВОДОЙМ В-10 І В-11 ПО «МАЯК»

Вивчено угруповання зоопланктону двох спеціальних промислових водойм ПО «Маяк» з різним рівнем радіаційного та хімічного забруднення. Аналіз показників видового різноманіття та кількісного розвитку зоопланктону не виявив відмінностей від угруповання контрольної водойми. Стан зоопланктонних угруповань досліджуваних водойм можна охарактеризувати як

благополучне, з високим видовим різноманіттям без переважного домінування окремих видів. В цілому, для водойм В-11 і В-10, незважаючи на значне радіаційне і хімічне забруднення, не відзначено істотних відмінностей у структурі та кількісному розвитку зоопланктону від контрольної водойми.

Ключові слова: зоопланктон, водойма В-10, водойма В-11, ПО «Маяк», радіаційне забруднення

O.F. Osipova^{1,2}, D.I. Osipov¹

¹Urals Research Center for Radiation Medicine, Russia

²Chelyabinsky State University, Russia

STATE OF ZOOPLANKTON COMMUNITIES IN SPECIAL INDUSTRIAL RESERVOIRS R-10 AND R-11 "MAYAK" PA

Zooplankton community in two special industrial reservoirs "Mayak" PA with different levels of radiation and chemical pollution was studied. Analysis of species diversity and abundance of zooplankton did not show differences from the community in control reservoir. The state of zooplankton communities in studied reservoirs can be described as positive, with high species diversity and without overwhelming dominance of single species. In general in the reservoirs R-11 and R-10, despite the significant radioactive and chemical pollution, were not found significant differences in the structure and quantitative development of zooplankton from community in the comparison reservoir.

Keywords: zooplankton, reservoir R-10, reservoir R-11, "Mayak" PA, radioactive contamination

УДК 591.524.12:574.63

О.В. ПАШКОВА

Інститут гідробіології НАН України

пр. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна

СТАН ЗООПЛАНКТОНУ ВОДОЙМИ-ОХОЛОДЖУВАЧА В РІЗНІ ПЕРІОДИ ПІСЛЯ ЗУПИНКИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС

Наведено дані з якісного складу, кількісного розвитку, структури, розподілу та динаміки зоопланктону водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС в різні періоди спостережень (2001 і 2013 рр.). Зроблено висновок про екологічне благополуччя цього угруповання впродовж майже п'ятнадцяти років після зупинки електростанції.

Ключові слова: зоопланктон, водойма-охолоджувач Чорнобильської АЕС, структурна організація, сезонна динаміка, стан

Півтора десятиліття тому (в кінці 2000 р.) гідротермічний і гідродинамічний режим водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС, яка являє собою штучну водойму наливного типу на правобережній заплаві р. Прип'ять, в результаті припинення експлуатації електростанції зазнав певних змін. Так, у водойму перестала надходити вода, підігріта при охолодженні агрегатів станції. Разом з тим, хоча інтенсивність підкачування води з річки та спеціальної водойми підкачки не змінилась, циркуляційні течії зникли. Метою роботи було дослідити склад, розвиток і структуру зоопланктону водойми-охолоджувача протягом двох періодів – через півроку після зупинки електростанції та через майже півтора десятиліття після цього (у 2001 і 2013 рр.) – і оцінити його стан.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом для роботи стали кількісні збори зоопланктону, проведені в глибоководній зоні водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС у весняний і літній сезони 2001 (травень і