

дованной человеческой деятельности) завезён в другие части Европы [4]. В основном, распространяется прикрепляясь к днищам морских судов. Опасность его вселения заключается в том, что *L. naticoides*, являясь промежуточным хозяином некоторых паразитов (например, *Nicolla skrjabin* (Iwanitzki, 1928)), способствует их расселению [5].

Иные исследованные нами виды макрозообентоса не вызывают столь широкого интереса, ввиду того что они являются типичными представителями аборигенной фауны лотических экосистем широко представленной в северной области территории Беларуси [6].

Необходимо подчеркнуть, что анализ выявленных видов указывает на относительную бедность видового состава выбранной для исследования местности [7].

Выводы

Проведенные исследования позволили оценить таксономическую структуру реки Западная Двина окрестностей города Полоцк. Таким образом, в ходе исследования было обнаружено 10 таксонов представителей макрозообентоса, относящихся к 3 типам беспозвоночных: Mollusca – 4; Annelida – 3 и Arthropoda – 3 видов и форм. Было отмечено, что видовое богатство реки было выше после города Полоцка, чем перед ним по ходу течения реки. Доминирующим видом оказались малощетинковые черви (*Oligochaeta gen. spp.*) – 72,41 % и живородящая лужанка (*V. viviparus*) – 11,03 %. *Высокая численность малощетинковых червей указывает на сильное антропогенное воздействие.* Также был выявлен вселенец моллюск *L. naticoides*.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блакітная кніга Беларусі: энцыкл / рэдкал.: Н. А. Дзісько [і інш.]. – Мінск : БелЭн, 1994. – 415 с.
2. Мороз, М. Д. Макрозообентос водохранилища «Дрозды» / М. Д. Мороз, В. В. Вежновец, А. И. Макаренко // Вес. БДПУ. Сер. 3, Фізика. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2019. – № 3. – С. 12–15.
3. Wmbel.by [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wmbel.by/index.php/22-reki/316-reka-z-dvina>. – Дата доступа: 17.03.2023.
4. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / сост.: А. В. Алехнович [и др.]; под ред. В. П. Семенченко. – Минск : Беларуская навука, 2016. – 105 с.
5. Семенченко, В. П. Черный список водных беспозвоночных животных, тип моллюски: Литоглиф обыкновенный (*Lithoglyphus naticoides*) / В. П. Семенченко, Т. П. Липинская, А. И. Макаренко // Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / сост.: В. П. Семенченко [и др.]; под ред. В. П. Семенченко, С. В. Буги – Минск : Беларуская навука, 2020. – С. 36–38.
6. Мороз, М. Д. Видовой состав водных беспозвоночных трансграничных водотоков между Беларусью и Литвой / М. Д. Мороз, В. М. Байчоров, Ю. Г. Гигиняк // Природные ресурсы. – 2017. – № 1. – С. 1–7.
7. Мороз, М. Д. Фауна водных беспозвоночных водотоков Национального парка «Беловежская пушта» / М. Д. Мороз, В. М. Байчоров, Ю. Г. Гигиняк // Журнал БГУ. Биология. – 2017. – № 3. – С. 68–75.

УДК 574.583(282.2)(476)

А. А. Карасёва, А. В. Башлакова

Научные руководители: к.б.н., доцент А. И. Макаренко;

к.б.н., доцент М. Д. Мороз;

к.б.н., доцент В. В. Вежновец

Учреждение образования

«Гомельский государственный медицинский университет»

г. Гомель, Республика Беларусь

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МНОГОЛЕТНИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СОСТОЯНИЕМ ЗООПЛАНктоНА В МЕЗОТРОФНЫХ ОЗЕРАХ БЕЛАРУСИ

Введение

Внимание к повышению температуры поверхностных вод (тепловому загрязнению) было обращено давно в связи с использованием водных объектов в качестве водо-

емов-охладителей ТЭЦ и АЭС [1, 5]. Считается, что ее повышение изменяет скорость биологического круговорота в водных экосистемах, что ведет к повышению их продуктивности и термическому эвтрофированию [2]. Биологические последствия изменения температурного режима водоемов, обусловленные потеплением климата, и изучаются и путем анализа многолетних данных о состоянии естественных водоемов.

Цель

Провести анализ изменения характеристик всего зоопланктона и его массовых популяций по многолетним данным и оценить возможности использования для определения влияния климатического фактора.

Материал и методы исследования

В основу исследования зоопланктона легли данные по озерам Северный и Южный Волос, где ежегодные сборы проведены начиная с 1985 г. Сравнивали только материалы, полученные в период последней декады июля и первой декады августа, когда поверхностная температура имела максимальные значения. Сбор проб зоопланктона проводился количественной замыкающейся планктонной сетью (Джеди) с ячейей фильтрующего конуса около 100 мкм. Все сборы проведены в летнюю межень на станциях с максимальной глубиной послойно через 5 метров, от поверхности до дна. Количественная обработка проводилась под бинокулярным микроскопом МБС-10.

Результаты исследования и их обсуждение

Все изученные озера термически стратифицированы и в летнее время имеют три хорошо обособленные зоны в столбе воды: эпилимнион, металимнион и гиполимнион, в течение многих лет такое расслоение не меняется. Величины поверхностной температуры оз. Ю. Волос, можно экстраполировать и на оз. С. Волос, учитывая, что озера соединяются между собой узкой протокой (рисунок 1).

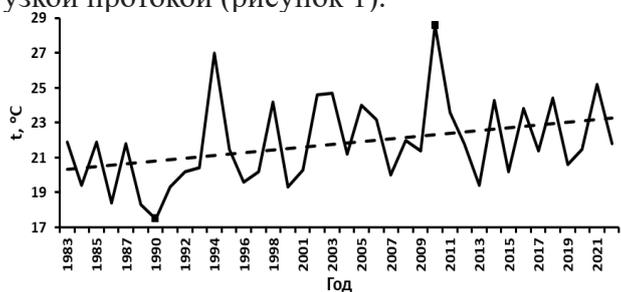


Рисунок 1 – Изменение поверхностной температуры (t, °C) в озере Ю. Волос по многолетним данным (1983–2022 гг.)

Если разбить исследуемый период на десятилетия и рассчитать среднюю температуру, то в оз. Волос с 1983 по 1993 гг. она составила 19,9 °C, в промежуток 1994–2004 гг. – 22,3 °C, с 2005 по 2014 гг. равнялась 22,8 °C, а с 2015 по 2022 гг. 22,4 °C. Таким образом, средняя величина температуры за это время наблюдений поднялась приблизительно на два градуса, но в последние 8 лет наблюдается не только снижение темпов роста поверхностной температуры.

Придонная температура в летнее время в этих озерах остается почти постоянной, диапазон ее межгодовых изменений не превышает 2 °C. Таким образом, у дна озёр температурный режим остается постоянным и не зависит от колебаний у поверхности. За 15 лет наблюдений с 2008 г. по настоящее время повышения значения в изученных озерах не обнаружено. Единственное достоверное ее повышение зафиксировано летом 2010 г., которое у поверхности превышало 25 °C [3].

Содержание кислорода в отличие от температуры в толще воды этих озер значительно различалось (рисунок 2).

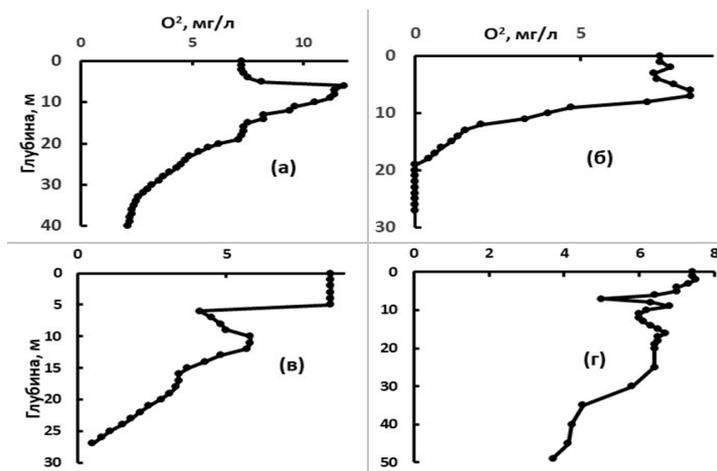


Рисунок 2 – Вертикальное изменение концентрации кислорода (O_2 , мг/л) в толще воды изученных озер: а – Ю. Волос; б – С. Волос

Эпилимнион всех озер насыщен кислородом и в пределах этой зоны изменение в концентрации зависят только от температуры и перемешивания. В металимнионе фиксируется рост концентрации. В гипolimнионе идет снижение концентрации ко дну, а то и полное отсутствие (С. Волос).

Если соотнести эту зону с поверхностной температурой, то в годы ее повышения концентрация кислорода снижается и зона становится уже, что создает неблагоприятные условия для всего зоопланктона и некоторых его популяций. Если учесть, что для холодолюбивой фауны высокая температура у поверхности также является ограничивающим фактором, то в годы с высоким её значением их пространственная ниша резко сокращается.

Изменения в видовом богатстве пелагического зоопланктона можно проследить на примере оз. Ю. Волос (рисунок 3).

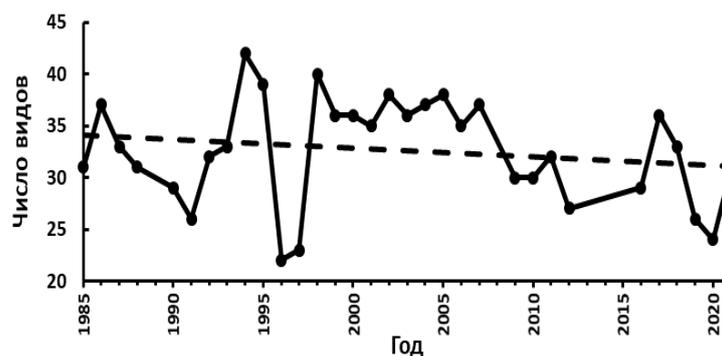


Рисунок 3 – Изменение видового богатства в пелагическом зоопланктоне оз. Ю. Волос при многолетних наблюдениях

Среднее значение для этого ряда наблюдений составило 33 таксона, определенных до вида. Количество видов изменялось значительно: от 22 в 1996 до 42 в 1994 гг. При этом самые значительные колебания наблюдались в 90-е годы прошлого века. Исходя из представленных данных, наблюдается слабая тенденция к снижению числа видов в пелагиали. Детальный анализ показал, что в этой группе перестали регистрироваться или встречаются реже в последние годы следующие виды: *Chromogaster ovalis* (Bergental,

1892), *Conochilloides natans* (Seligo, 1900), *Gastropus stylifer* (Imhof, 1891), *Ploesoma truncatum* (Levander, 1894).

Общая численность зоопланктона по имеющимся данным в оз. Ю. Волос постепенно снижается (рисунок 4а).

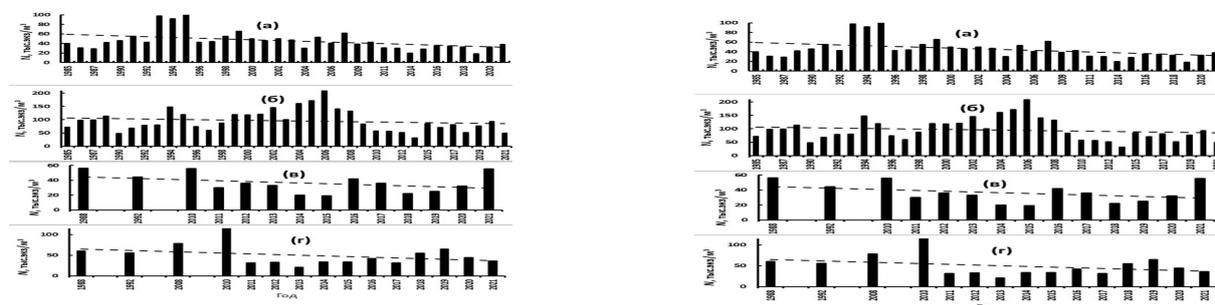


Рисунок 4 – Изменение общей численности зоопланктона (N, тыс. экз./м³) по многолетним данным: а – оз. Ю. Волос; б – оз. С. Волос

Для соседнего озера С. Волос изменение абсолютной численности пелагического зоопланктона за исследованный период времени приведено на рисунке 4б. Минимальные значения этого показателя (48 тыс. экз./м³) наблюдались в 1990 году, следующий минимум численности был в 1997 году и составил 60 тыс. экз. в кубометре. В последние годы наблюдений также наблюдаются значения ниже средней величины, особенно в 2010 и 2011 гг. За это время зафиксировано четыре максимума плотности зоопланктона: в 1988 г. – 114, в 1994 г. – 148, в 2002 г. – 146 и в 2006 г. – 208 тыс. экз./м³. Линия тренда в отличие от соседнего водоема показывает постоянство общей численности в многолетнем плане.

Выводы

Таким образом, одним из методов определения влияния потепления в естественных водоемах можно считать многолетние ряды наблюдения за сообществом зоопланктона. Однако при интерпретации результатов возникают трудности с установлением истинной причины наблюдающихся явлений. Из-за идущих процессов эвтрофирования, сезонных и межгодовых изменений бывает сложно выделить как фактор собственно потепление климата [4]. Многолетние изменения таксономического разнообразия за более чем 35 летний период ежегодных наблюдений показывают значительную межгодовую вариабельность и слабую тенденцию к снижению биоразнообразия за счет выпадения из фауны только некоторых видов коловраток. Изменения при повышении температуры схожи в эвтрофированием и проявляются через снижение концентрации кислорода в металимнионе и гипolimнионе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мордухай-Болтовской, Ф. Д. Проблема влияния тепловых и атомных электростанций на гидробиологический режим водоемов / Ф. Д. Мордухай-Болтовской // Тр. ИБВВ АН СССР. – 1975. – № 27 (30). – С. 7–69.
2. Веригин, Б. В. О явлениях термического эвтрофирования водоемов / Б. В. Веригин // Гидробиол. журн. – 1977. – № 13 (5). – С. 98–105.
3. Вежновец, В. В. Вертикальная структура зоопланктона в стратифицированных озерах Беларуси с разной степенью трофии / В. В. Вежновец, М. Д. Журавлев // Биология внутренних вод. – 2022. – № 6. – С. 725–733.
4. Безносков, В. Н. Возможные изменения водной биоты в период глобального потепления климата / В. Н. Безносков, А. Л. Суздалева // Водные ресурсы. – 2004. – Т. 31, № 4. – С. 498–503.
5. Логинов, В. Ф. Радиационные факторы и доказательная база изменений климата. : монография / В. Ф. Логинов. – Минск : Бел. наука, 2012. – 265 с.