

### РАЗДЕЛ 3. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЛИМНОЛОГИИ И ГИДРОЛОГИИ»

УДК 574.5; 502.171:502.3/7(1/9)

#### ДИНАМИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕР НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БРАСЛАВСКИЕ ОЗЕРА»

*Власов Б. П., Самойленко В. М., Грищенко Н. Д., Суховило Н. Ю.  
Белорусский государственный университет,  
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: SukhoviloNY@bsu.by*

В результате проведенного исследования выполнено картирование современного распространения макрофитов в модельных водоемах, выявлены направления изменения основных показателей их экологического состояния, разработаны рекомендации по снижению уровня деградации модельных озер.

Результаты исследования будут использованы для управления озерными экосистемами НП «Браславские озера», в образовательном процессе при подготовке специалистов-гидрометеорологов и геоэкологов.

Ключевые слова: озеро; национальный парк «Браславские озера»; трофический статус; экологическое состояние.

#### THE DYNAMICS OF THE ECOLOGICAL STATE OF LAKES IN THE "BRASLAV LAKES" NATIONAL PARK

*Vlasov B. P., Samoilenka V. M., Hryshchankava N. D., Sukhovilo N. Yu.  
Belarusian State University,  
Minsk, Republic of Belarus, e-mail: SukhoviloNY@bsu.by*

As a result of the study, the modern distribution of macrophytes in model lakes was mapped, the directions of changes in the main indicators of their ecological state were revealed, recommendations were developed to reduce the level of degradation of model lakes.

The results of the study will be used to manage the lake ecosystems of the Braslav Lakes National Park, in the educational process in the training of specialists-hydrometeorologists and geoecologists.

Keywords: lake; Braslav lakes National Park trophic state; ecological state.

**Введение.** Озера играют важную роль в жизни общества. Отдельные их компоненты являются ценными природными ресурсами, используемыми в промышленности и сельском хозяйстве, транспортной сфере и рекреации. Озера также выполняют такие жизненно важные для человека функции как обеспечение продовольствием, питьевой водой и энергией. Обладая всеми описанными качествами, они нуждаются в охране, рациональном использовании ресурсов и правильном управлении ими. Однако процесс

управления невозможен без предварительной оценки существующего состояния озера и уровня антропогенного воздействия на него.

Важная роль в предотвращении загрязнения, сохранении ландшафтного и биологического разнообразия Беларуси принадлежит особо охраняемым природным территориям (ООПТ). Наиболее репрезентативно в составе ООПТ представлены лесные и водные экосистемы, которые играют ведущую роль в формировании естественных экологических ядер и коридоров. Поэтому изучение озер в пределах ООПТ, а в частности особенностей и динамики их экологического состояния, приобретает особую важность.

Целью исследования являлась оценка современного состояния и разработка мероприятий по снижению уровня деградации водоемов национального парка «Браславские озера» [5].

**Материалы и методы.** Объектом исследования являются водоемы национального парка «Браславские озера». В период с 21 по 25 июля 2020 г. было обследовано 10 модельных озер: Богинское, Албеновское, Богдановское, Милашковское, Цно, Островиты, Шилово, Золва, Середник, Поддворное.

Площади водной поверхности, изменяются от 0,17 км<sup>2</sup> у оз. Середник до 13,23 км<sup>2</sup> у оз. Богинское. Котловины водоемов относятся к ложбинному (Милашковское, Поддворное, Золва, Середник, Албеновское, Шилово), подпрудному (Богинское, Богдановское), остаточному (Цно, Островиты) типам [2]. Из-за различий в происхождении и строении котловин, водоемы обладают различными морфометрическими характеристиками. Максимальные глубины в озере Цно не превышают 2 м, в оз. Богинское достигают 15,5 м [2].

Прозрачность в летний период изменяется от 0,85 (оз. Середник) до 2,2 (оз. Богинское) м. В озере Цно отмечается прозрачность до дна. Трофический статус исследуемых озер варьируется от слабо- (Богинское) до высокоэвтрофного (Середник, Золва). Под воздействием всего комплекса описанных факторов в озерах создаются определенные условия формирования и развития сообществ гидробионтов.

В ходе полевого обследования был произведен отбор проб фито- и зоопланктона, зообентоса с целью определения структуры сообществ, воды для проведения гидрохимических анализов, установлены глубины произрастания и видовой состав высшей водной растительности, выявлены особенности вертикального распределения температуры воды и концентрации растворенного кислорода в точках максимальных глубин. На камеральном этапе был выполнен анализ отобранных проб и выявлены закономерности изменения исследованных показателей по сравнению с данными предыдущих полевых обследований озер.

**Результаты и их обсуждение.** В температурном режиме исследуемых озер значительных изменений не произошло, чего нельзя сказать о газовом режиме. В придонных слоях озер Албеновское, Золва, Шилово, Поддворное, Середник при первом полевым обследовании присутствовал растворенный кислород в количестве от 1 до 43 % насыщения. В настоящее время он

отсутствует с глубины 2 – 3 м до дна, что свидетельствует об усилении скорости эвтрофирования озер. В мелководных хорошо перемешиваемых озерах (Богдановское, Цно, Островиты) отмечаются гомотермия и гомооксигения [5].

В многолетней динамике гидрохимических показателей можно выделить следующие ключевые особенности. В водной массе обследованных озер имеется тренд к увеличению содержания компонентов минерального состава и биогенных элементов, щелочности вод, снижению прозрачности, что свидетельствует об ухудшении состояния водоемов. В озерах интенсивно протекают процессы эвтрофирования в результате притока питательных веществ с водосбора и внутриводоемных процессов.

Изучение видового состава и характера распространения высшей водной растительности свидетельствует, что наиболее широко макрофиты распространены в озерах Островиты и Цно, что связано с их морфометрическими особенностями, высокой прозрачностью воды и наличием значительных по площади мелководных участков. Площади зарастания озер Поддворное, Островиты, Цно по сравнению с исследованиями прошлых лет не изменились. В озере Богинское наблюдается тенденция, направленная на увеличение площади зарастания, глубина произрастания погруженных макрофитов увеличилась с 3,0 до 3,8 м. Наиболее значительно уменьшилась глубина распространения макрофитов в озерах Албеновское – с 2,8 до 1,7 м, и Шилово – с 3,0 до 2,0 м. В озерах Золва, Шилово и Середник наблюдается деградация подводной растительности, чему способствуют низкая прозрачность и изменения в гидрохимическом составе вод, связанные с поступлением биогенных элементов с водосбора, и как следствие интенсивное развитие фитопланктона.

Среди отрицательных изменений следует отметить развитие местами нитчатых водорослей в озерах Поддворное и Цно, а также исчезновение из видового списка озер Богдановское и Поддворное олиго-β-мезосапробного вида – водяного мха *Fontinalis*. Однако этот же вид впервые обнаружен в озерах Албеновское и Золва (имеет фрагментарное распространение, либо встречается единичными экземплярами). Из новых видов в озере Островиты обнаружены обильные заросли гидриллы мутовчатой – редкого охраняемого вида, занесенного в Красную книгу Беларуси [3], а также расширен видовой список макрофитов для оз. Цно (рдест плавающий, рдест блестящий, пузырчатка).

В составе фитопланктона исследованных озер идентифицировано 249 таксонов водорослей рангом рода и ниже, относящихся к 8 отделам. 53 % таксонов имели низкую встречаемость. Общими для половины озер были 23 таксона (9 %). Таким образом, наблюдается высокая специфичность водорослевых комплексов в каждом из исследованных озер. Таксономическое разнообразие фитопланктона в озерах колебалось в широких пределах. Минимальное число таксонов отмечено в озерах Цно и Албеновское; наиболее разнообразен альгоценоз озер Островиты и Богдановское. В

большинстве озер наиболее представительными отделами водорослей являются зеленые, диатомовые, в 6 озерах еще и золотистые [5].

Уровень развития фитопланктона исследованных озер характеризовался высокой вариабельностью. Наиболее слабое развитие отмечено в макрофитном высоко проточном озере Цно. Относительно невысокую общую численность имели озера Богинское, Богдановское, Албеновское, Островиты. Наиболее высокие значения суммарной численности зафиксированы в озерах Шилово и Середник. Для биомассы также характерен широкий диапазон колебаний. Минимальные значения, как и численность, зафиксированы в оз. Цно. Наиболее высокая биомасса – в оз. Середник. Максимального развития в 8 из 10 исследованных озер достигали цианопрокариоты. Для изученных озер характерно слабое развитие диатомовых и зеленых, несмотря на их высокое таксономическое разнообразие.

Зоопланктон исследованных озер в целом имеет небольшое таксономическое разнообразие. Число таксонов в среднем для всех озер составило 17 и колебалось от 8 (оз. Милашковское) до 22 (оз. Цно). В большинстве озер преобладали коловратки, в озерах Албеновское, Богинское, Цно наиболее разнообразными были клядоцеры. Исследованные озера существенно различались по уровню продуктивности зоопланктона. Значения общей биомассы менее 1 г/м<sup>3</sup> зафиксированы в озерах Богинское и Албеновское. Максимально высокая биомасса характерна для озер Золва, Середник и Богдановское.

В составе зообентоса обнаружено 65 таксонов разного систематического ранга. Наиболее многообразны личинки хирономид – 34 личиночные формы; ручейники и поденки представлены 4 видами, стрекозы – 3 видами, моллюски – 12 видами. Поскольку в большинстве озер в донной области центральной части складывается напряженный газовый режим, донная фауна состоит из устойчивых к дефициту кислорода видов. Продуктивность макрозообентоса в подавляющем большинстве озер низкая. К средnekормным относится оз. Середник, высококормным – оз. Золва.

Таким образом, анализ имеющихся данных позволяет констатировать, что основной тенденцией развития исследованных озер является усиление развития и рост продуктивности автотрофного звена (в особенности фитопланктона) и снижение продуктивности гетеротрофных звеньев, что является характерной чертой интенсификации процесса эвтрофирования экосистем озер.

Во всех озерах наблюдается существенное увеличение таксономического разнообразия фитопланктона. При сохранении ведущей роли цианопрокариот в отдельных озерах возрастает значение крупноклеточных динофитовых, криптофитовых, золотистых, эвгленовых водорослей, что зачастую приводит к более высоким темпам роста биомассы, по сравнению с численностью [1, 4, 8 - 10]. Во всех озерах, за исключением оз. Богинское, отмечен рост количественных характеристик фитопланктона. В настоящее время большинство озер по уровню биомассы фитопланктона относятся к

эвтрофным фитопланктонным озерам. Исключение составляет оз. Цно, высокая зарастаемость которого обуславливает его развитие по макрофитному типу. Озеро Середник достигло гипертрофной стадии.

Для зоопланктона характерно снижение численности за счет крайне слабого развития коловраток во всех озерах, за исключением оз. Середник. Суммарная биомасса зоопланктона по темпам роста значительно отстает от роста биомассы фитопланктона или остается на прежнем уровне. Только в оз. Богинское наблюдается снижение ее значений; по продуктивности зоопланктона это единственное озеро находится на уровне мезотрофных озер. Анализ такого показателя как соотношение биомасс зоопланктона и фитопланктона показал, что, по сравнению с предыдущими исследованиями, в настоящее время он снизился во всех водоемах в большей или меньшей степени, и соответствует уровню эвтрофных и гипертрофных озер [6]. Исключение составляет оз. Цно, где данный показатель соответствует слабопродуктивным озерам.

Для донной фауны всех озер характерно упрощение таксономической структуры. Особенно беден зообентос профундали, где он представлен 1 – 3 таксонами организмов, устойчивыми к дефициту кислорода. Наблюдается слабое развитие первичноводных таксонов беспозвоночных, таких как олигохеты, моллюски, пиявки, ракообразные. За исключением оз. Поддворное, отмечено снижение численности и биомассы бентоса. Указанные изменения связаны с ухудшением газового режима у дна, обусловленного усилением эвтрофирования исследованных озер.

Прежде отсутствие локальных источников и крупных населенных пунктов в пределах водосборов исследуемых озер позволяло поддерживать экосистемам эвтрофный статус. Последние исследования позволяют говорить об усилении воздействия водосборных территорий на озера, что проявляется в повышенном поступлении элементов минерализации и биогенов, росте щелочности вод, ухудшении кислородного режима, интенсификации развития фитопланктона, и ускорившихся процессах эвтрофикации озер.

Для предотвращения дальнейшей эвтрофикации и деградации озер необходимо проведение в первую очередь внешних мероприятий. Основная задача комплекса внешних мероприятий – контроль и ограничение поступления минеральных биогенных и органических веществ из точечных и рассеянных антропогенных источников на водосборе. Поступление биогенных элементов в водоемы связано с распашкой земель, внесением минеральных удобрений, сведением лесов, значительными масштабами рекреации. Поэтому особое значение при восстановлении озерных экосистем следует придавать природоохранным мероприятиям на водосборном бассейне, осуществление которых должно предшествовать выполнению мероприятий в самом озере.

Из внутренних мероприятий, проводимых на самих озерах, рекомендуется в первую очередь скашивание высшей водной растительности. После его проведения создаются условия для интенсификации ветро-

волновой деятельности и формирования пляжей, а также улучшается проточность и аэрация в местах нереста, что благоприятствует увеличению численности и биомассы ихтиофауны. Выкашивание и удаление высшей водной растительности будет способствовать **изъятию биогенных веществ, накопленных в биомассе; снижению содержания в воде разлагающегося органического вещества; улучшению кислородного режима; снижению биогенной нагрузки на озера [7].** С этой целью рекомендуется произвести выкашивание высшей водной растительности в ряде модельных водоемов, а также устьевых частях ручьев и проток, впадающих в модельные водоемы и вытекающих из них.

Для поддержания численности ценных хищников рекомендован комплекс рыбоводно-мелиоративных мероприятий, включающих зарыбление и техническую мелиорацию. Под технической мелиорацией подразумевается формирование новых нерестилищ рыб за счет удаления части прибрежной водной растительности с формированием новых экотопов, выкашивание излишней растительности в литорали озер, устьях проток и впадающих ручьев, расчистку русел водотоков. Зарыбление наиболее эффективно в целях увеличения щуки, техническая мелиорация – в целях увеличения ресурсов как щуки, так и судака.

**Выводы.** В целом проведение природоохранных и водоохранных мероприятий в последние двадцать лет улучшили экологическую ситуацию и благоприятно сказались на качестве поверхностных вод НП «Браславские озера». Однако в современных условиях по-прежнему сохраняется тенденция усиления отрицательного антропогенного воздействия на озера и водотоки и расширения списка ингредиентов загрязнения. Для предотвращения деградации водоемов национального парка необходимо проведение охранных мероприятий как на водосборах, так и на самих водоемах.

Полученные результаты могут использоваться в НП «Браславские озера», подразделениях Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, Госинспекции охраны животного и растительного мира, службах департамента по гидрометеорологии, научных подразделениях НАН РБ, в учебном процессе при подготовке специалистов-гидрологов, гидроэкологов.

### **Библиографические ссылки**

1. Акимова, О.Д. Биомасса фитопланктона озер Нарочанской группы и других озер Белоруссии / О.Д. Акимова // Учен. зап. Белорус. государств. ун-та. Сер. биол. – 1954. – № 17. – С. 109-115.
2. Озёра Беларуси: Справочник. / Б.П. Власов [и др.] // – Минск: БГУ, 2004. – 284 с.
3. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.: И. М. Качановский (предс.), М. Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.]. – Минск: Беларус. Энцыкл. Імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.
4. Михеева, Т.М. Озерный фитопланктон и его продукционные возможности в водоемах разного типа: автореф. ... канд. биол. наук. / Т.М. Михеева. – Минск: Навука, 1969. – 27 с.

5. Оценить современное состояние и разработать мероприятия по снижению уровня деградации водоемов национального парка «Браславские озера»: отчет о НИР (заключит.). БГУ; рук. Б.П. Власов. – Минск, 2020. – 85 с. – № ГР 20180485.

6. Петрович, П.Г. Количественное развитие и распределение зоопланктона в озерах западных областей БССР / П.Г. Петрович // Учен. зап. Белорус. ун-та. – 1954. – Вып. 17, сер. биол. – С. 38 – 71.

7. Рекомендации 0212.4-99/ Г.С. Гигевич, Б.П. Власов, Г.В. Вынаев // Сборник нормативных документов по вопросам охраны окружающей среды. – Минск, БЕЛНИЦ ЭКОЛОГИЯ, 2001. – Вып. 31. – С. 18 – 78.

8. Трифонова, И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. / И.С. Трифонова. – Л.: Наука, 1990. – 184 с.

9. Соотношение фито- и зоопланктона в разнотипных озерах Карельского перешейка / И.С. Трифонова [и др.] // Изв. Самарского научного центра РАН. – 2016. – Т. 18. – №2 (2). – С. 515–518.

10. Черемисова, К.А. Количество и распределение биомассы зоопланктона в промышленных озерах Белоруссии / К.А. Черемисова // Тр. Белорус. НИИРХ. – Минск: 1969. – Т. 6. – С. 144-182.