

**РАЗВИТИЕ ЛИМНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА
ФАКУЛЬТЕТЕ ГЕОГРАФИИ И ГЕОИНФОРМАТИКИ БГУ:
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Н. Ю. Суховило¹⁾, Б. П. Власов¹⁾

*¹⁾Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: sukhoviloNY@bsu.by*

В статье проанализирована история развития лимнологических исследований на факультете географии и геоинформатики БГУ: обозначены основные направления исследования и достижения лимнологической школы О.Ф. Якушко, приведен обзор современного состояния и перспективных направлений исследований озер.

Ключевые слова: озеро; научная школа лимнологии; лимнологические исследования.

**THE DEVELOPMENT OF LIMNOLOGICAL INVESTIGATIONS AT
THE FACULTY OF GEOGRAPHY AND GEOINFORMATICS OF THE
BSU: PROBLEMS AND PROSPECTS**

N. Yu. Sukhovilo¹⁾, B. P. Vlasov¹⁾

*¹⁾ Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus, e-mail: sukhoviloNY@bsu.by*

The article describes the history of the development of limnological investigations at the Faculty of Geography and Geoinformatics of BSU: the main directions of research and achievements of the limnological school of O.F. Yakushko are outlined. A review of the current state and promising areas of lake research was made.

Keywords: lake, limnological scientific school, limnological investigations.

Озера являются неотъемлемым элементом природной среды Беларуси и имеют важное хозяйственное значение. Они служат источниками водных, биологических, минеральных, рекреационных и информационных ресурсов. Поэтому их изучение проводится как при фундаментальных исследованиях, так и для решения ряда прикладных задач.

На рубеже 1950-1960-х гг. начались систематические исследования озер Беларуси. Инициатором комплексного исследования и основоположником научного направления лимнологии была профессор О.Ф. Якушко [1]. Общие географические подходы и методы исследования озер белорусские географы и лимнологи находили в трудах Б.Б. Богословского, Г.Г. Винберга, С.В. Калесника, Н.И. Семеновича и др. До 1950-х гг.

существовали только разрозненные описательные характеристики озер Беларуси, не имевшие обобщающего характера. Заслуживают внимания работы С. Ленцевича 1930-х гг. и изданный в 1949 г. «Краткий справочник рек и водоемов БССР» под редакцией А.И. Тюльпанова. Первая классификация озер Беларуси была предложена Е.А. Боровик (1964) на основании морфометрических, химических и биологических особенностей 125 наиболее крупных водоемов [2]. Первые эпизодические тематические исследования озер, проводимые первоначально учебной лабораторией озераведения в начале 60-х гг., послужили основанием для комплексного лимнологического обследования озер. В этот период исследования озер завершились первыми кандидатскими диссертациями А.А. Хомича и М.В. Лавринович, посвященные изучению процесса осадконакопления в озерных котловинах и особенностям природы озер Белорусского Полесья соответственно. Позже в НИЛ озераведения было защищено еще 13 кандидатских и 2 докторские диссертации.

Комплексное лимнологическое обследование озер Беларуси. В 1971 г. по заказу Министерства мелиорации и водного хозяйства начались масштабные комплексные исследования озер Беларуси. Они охватывали все компоненты лимносистем (строение озерных котловин, тепловой, газовый, гидрохимический режим, биологические особенности, картирование и изучение состава донных отложений), а также включали анализ структуры водосборов и их хозяйственного использования.

В 1983 г. по результатам паспортизации озер был издан т. I справочника «Озера Белоруссии» под редакцией О. Ф. Якушко [3]. В 1985 г. вышел т. II справочника «Озера Белоруссии». В этих работах приведены сведения по 826 озерам площадью свыше 0,1 км². Данные по морфометрии озер Беларуси были представлены в монографии «Озера Белоруссии» [4]. В 2004 г. с использованием данных работ был опубликован справочник «Озера Беларуси» (Б.П. Власов и др.), где приведены сведения по результатам исследований 1970–80-х гг. а также актуализированы данные по некоторым озерам [5]. На основе указанных выше работ были изданы популярные энциклопедии по озерам Беларуси – «Блакiтная кнiга Беларусi» (1994) [5] и «Блакiтны скарб Беларусi» (2007) [7].

Отдельными научными направлениями в белорусской лимнологии стали гидрология водохранилищ (В.М. Широков, П.С. Лопух), гидрология прудов (И.И. Кирвель), гидрология карьерных водоемов (С.А. Хомич) [8].

Палеолимнологические исследования. Перечень современных направлений лимнологических исследований включает также изучение истории формирования озер в голоцене. Белорусская лимнологическая школа для исследования озер в голоцене использует комплекс палеогеографиче-

ческих методов, позволяющих по остаткам гидробионтов в донных отложениях восстановить историю формирования природы бассейнов озер, процесс эволюции озер, эволюционный ряд генетических типов лимносистем.

При личном участии профессора О.Ф. Якушко в Беларуси в рамках лимнологической школы сформировалась белорусское направление палеогеографов. Для реконструкции природных условий водосборов озер использовалась серия палеогеографических методов, которые значительно расширили возможности реконструкции особенностей озерных ландшафтов, развитию теоретических представлений об эволюции озер и озерно-речных систем в голоцене [9]. Все эти достижения связаны с исследованиями Б.П. Власова, Я.К. Еловичевой, И.И. Богделя, А.А. Новика, Е.А. Козлова и др. На основе проведенных исследований реконструированы палеоклиматические и палеогеографические условия на территории Беларуси в различные эпохи позднеледникового и голоцена, на их основе установлены направления колебаний уровней озер и условия водообмена в различных регионах, определены скорости аккумуляции донных отложений и их связь с природными условиями на водосборах [10].

Эволюция экосистем водоемов замедленного водообмена. Теоретическое обоснование путей развития водоемов замедленного водообмена, создание единой теории их эволюционного развития связано с работами П.С. Лопуха [8]. Теоретические разработки в области их эволюции до конца 80-х были схематичны. Длительные исследования малых водохранилищ Беларуси восполнили недостающие звенья в общей теории эволюции водоемов замедленного водообмена. В тоже время исследования водохранилищ позволили скорректировать научные представления о развитии озер на начальном этапе их эволюции [9]. На основании прогнозных показателей выделены природно-климатическая (увеличение объема водной массы, подъем уровня озер, возрастание водообмена, деэвтрофирование озер) и антропогенная (эвтрофирование и загрязнение в результате роста сельскохозяйственного, промышленного производства, гидротехнического, мелиоративного и рекреационного использования) составляющие эволюции и трансформации озер. Это позволило разработать и обосновать методы управления озерными экосистемами. Несмотря на значительные успехи в этой области озераведения, существует ряд до сих пор не решенных научных проблем. Достижения белорусской региональной лимнологии, развитие сформировавшихся научных направлений, обусловили предпосылки перспективных исследований в области лимнологии.

Изучение современного состояния озер Беларуси. С 1970-х гг. были отмечены резкая деградация, сильное антропогенное эвтрофирование ряда озерных экосистем. В связи с этим возник запрос на получение знаний о

том, как предотвратить или хотя бы предвидеть последствия таких катастроф и дать рекомендации по ликвидации их последствий. В настоящее время активно развивается исследование современных гидрологических, гидрохимических процессов, происходящих в лимносистемах, условий образования и накопления донных отложений, динамики видового состава и количественного развития гидробионтов, проблем загрязнения и антропогенного эвтрофирования. Важным аспектом в этой проблеме является оценка антропогенного эвтрофирования и определение его доли в общем процессе [2]. Одним из шагов для более полного понимания этого стала оценка уязвимости озерных геосистем к внешнему воздействию [11].

Актуальной на современном этапе является проблема оптимального использования природных ресурсов озер – водных, биологических, минеральных, рекреационных. В зависимости от потребляемых ресурсов озера разделены по видам их использования: водопотребление, водопользование, рыболовство, рыбоводство, рекреация, гидротехническая мелиорация, добыча сапропелей, растений и животных, а также по степени и объемам их природного ресурсного потенциала: отсутствие использования, частичное использование, комплексное (многофункциональное). Качество потребляемых ресурсов определяется величиной и структурой природно-ресурсного потенциала и с хозяйственной точки зрения предусматривает объединение озер по величине потенциала (малый, средний, большой) и по структуре (простой, сложный). Существует несколько путей (степеней) хозяйственного использования ресурсов: полное их извлечение, экономное использование, сохранение ресурсов, воспроизводство (культивирование). Использование многочисленных оценочных показателей позволило выделить группы озер с различной степенью антропогенного изменения: без них, с частичной, слабой, сильной, катастрофической степенью изменения [2]. На основании экспертной оценки природно-ресурсного потенциала озер и научного заключения лаборатории озероведения даются научные рекомендации по использованию природно-ресурсного потенциала озер [12].

На протяжении 20 лет сотрудники НИЛ озероведения являлись исполнителями НИР по мониторингу высшей водной растительности и среды ее обитания в рамках НСМОС. Макрофиты водоемов национальных парков «Нарочанский» и «Браславские озера» исследовались в рамках Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» [13–15]. По результатам этих исследований были построены картосхемы зарастания озер Беларуси, выявлены основные направления динамики степени зарастания различных водоемов, пространственные закономерности распределения тяжелых металлов в растениях и донных отложениях [16], обнаружены новые местонахождения охраняемых видов водных растений. Сравнительный анализ многолетних

наблюдений за видовым составом и количественным развитием макрофитов озер позволяет судить о динамике лимнических процессов и изменений озер под влиянием природных и антропогенных факторов, особенно сильно проявившихся в последние полвека. Более 50 лет проводится мониторинг экосистемы оз. Лукомское – водоема-охладителя Лукомльской ГРЭС. Ранее аналогичные работы выполнялись также для оз. Белое, которое служит водоемом-охладителем Березовской ГРЭС.

Типизация и классификация озер Беларуси. Накопление больших объемов фактического материала вызвало необходимость его систематизации. Выявление новых закономерностей позволило разработать термическую (О.Ф. Якушко), природно-хозяйственную (Б.П. Власов), уровневому режиму (П.С. Лопух) и другие классификации и типизации [4, 8, 17].

Результатом комплексного лимнологического обследования озер Беларуси стала генетическая классификация озер, разработанная О.Ф. Якушко. Ей были выделены 4 типа озер: 1 тип – мезотрофные с признаками олиготрофии, глубокие, небольшие (эталон – оз. Долгое); 2 тип – мезотрофные, среднеглубокие, с большой площадью (эталон – оз. Мядель); 3 тип – эвтрофные, неглубокие и мелководные, с различной площадью в котором выделены подтипы слабоэвтрофные, неглубокие со значительной площадью (эталон – оз. Дривяты); эвтрофные (слабоэвтрофные), неглубокие с воронкообразными котловинами (эталон – оз. Губиза); эвтрофные (высокоэвтрофные), мелководные с разной площадью (эталон – оз. Баторино); 4 тип – дистрофирующие, мелководные, с разной площадью с подтипами дистрофирующие низинных болот унаследовавшие черты высокоэвтрофных озер (эталон – оз. Жеринское) и дистрофирующие верховых или переходных болот (эталон – озеро Ельня) [4].

Научное обоснование особо охраняемых территорий. В НИЛ озераведения были осуществлены теоретическое обоснование и подготовка пакетов документов на новые и существующие заказники, памятники природы республиканского и местного значения, ядрами охраны которых являются озера и водно-болотные угодья, национальные парки «Нарочанский», «Браславские озера» и «Припятский». Значительный вклад в изучение экологического состояния систем Нарочанских и Браславских озер внесли И.А. Мысливец и В.П. Романов. Разработка схем функционального зонирования, планов управления, стратегий развития экологического туризма и хозяйственной деятельности в национальных парках и заказниках позволяют научно обосновать рекомендации по учреждению и функционированию особо охраняемых территорий.

Перспективные направления исследований. Наиболее актуальные проблемы современной лимнологии связаны с исследованием влияния изменений климата, разнообразных антропогенных и природных факторов на

водные системы, прогноз и предотвращение опасных явлений природы и чрезвычайных ситуаций, изменение биоразнообразия. При этом возникает широкий круг социо-эколого-экономических проблем, решение которых невозможно без всестороннего изучения как компонентов природной среды, так и аспектов взаимодействия общества с природой.

Стремительное развитие информационных технологий и имитационного моделирования, в первую очередь, в сочетании с требованиями надежного прогнозирования изменения экосистем сделало моделирование рабочим методом лимнологии. В настоящее время в НИЛ озероведения для анализа вертикальной термической структуры озер успешно применяется термодинамическая модель Lake Analyzer, планируется освоить комплексные гидрологические и лимнологические модели, а также модели, отражающие взаимосвязь атмосферных процессов и термодинамики озер.

Положительный опыт имеет также использование данных дистанционного зондирования Земли. Среди основных направлений применения аэрофото- и космоснимков можно отметить исследование динамики зарастания водоемов высшей водной растительностью, выявление пятен цветения воды, анализ структуры и характера хозяйственного использования водосборных территорий. Перспективным видится использование данных ДЗЗ для анализа полей распределения поверхностных температур воды, прозрачности, цвета и цветности воды, автоматизации распознавания соотношения пахотных, лесных и болотных угодий на водосборах, а также участков застройки.

Помимо математических методов и анализа данных ДЗЗ, актуальным направлением лимнологических исследований остается изучение уникальных озер Беларуси, являющихся местами обитания и произрастания охраняемых видов растений и животных. Многие из них подвержены интенсивной рекреационной нагрузке, поэтому необходима разработка эффективных мероприятий по охране таких озерных экосистем.

Библиографические ссылки

1. Власов, Б. П. Роль О.Ф. Якушко в формировании научных исследований и научной школы лимнологии в Беларуси / Б. П. Власов // Развитие географических исследований в Беларуси в XX–XXI веках [Электронный ресурс] : материалы междунар. науч.-практ. оч.-заоч. конф., посвящ. 100-летию Белорус. гос. ун-та, 60-летию каф. физ. географии и образоват. технологий, 100-летию со дня рождения проф. О. Ф. Якушко, Минск, 24–26 марта 2021 г. / Белорус. гос. ун-т ; под общ. ред. П. С. Лопуха ; редкол.: П. С. Лопух (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2021. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 91–94.

2. Власов, Б. П. Развитие озероведения в Беларуси: основные достижения и задачи в XXI в. / Б. П. Власов, П. С. Лопух // Вестник БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 2006. – № 3. – С. 102–107.

3. Озера Белоруссии: справочник / под ред. О.Ф. Якушко. – Минск: БГУ. 1983.

4. Якушко, О. Ф. Озера Белоруссии / О. Ф. Якушко [и др.]. – Мн.: Ураджай, 1988. – 215 с.
5. Озера Беларуси: Справочник / Б.П. Власов [и др.].- Мн.: БГУ, 2004 – 284 с.
6. Блакітная кніга Беларусі: Энцыклапедыя. – Мн.: Бел. Энцыклапедыя ім. Петруся Броўкі, 1994. – 415 с.
7. Блакітны скарб Беларусі: Энцыклапедыя. – Мн.: Бел. Беларуская энцыклапедыя, 2007. – 480 с.
8. Лопух, П. С. Закономерности развития природы водоемов замедленного водообмена, их использование и охрана / П. С. Лопух. – Минск, 2000. – 332 с.
9. Научная школа лимнологии БГУ – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://geo.bsu.by/index.php/nauka/nauchnye-shkoly/nauchnaya-shkola-limnologii-bgu.html> – Дата доступа 15.11.2020.
10. Novik, A. The development of Belarusian lakes during the Late Glacial and Holocene / A. Novik, J.-M. Punning, V. Zernitskaya // Estonian Journal of Earth Sciences. – 2010. – Vol. 59, iss. 1. – P. 63–79.
11. Суховило, Н.Ю. Оценка уязвимости озерных геосистем Беларуси к внешнему воздействию: автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 25.03.01 / Н. Ю. Суховило. Минск, БГУ, 2013. – 23 с.
12. Грищенкова, Н.Д. Геоэкологическая оценка природно-ресурсного потенциала озерных геосистем Белорусского Поозерья: автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 25.03.13 / Н. Д. Грищенкова. Минск, БГУ, 2022. – 23 с.
13. Оценить современное состояние и разработать мероприятия по снижению уровня деградации озер национального парка «Браславские озера»: отчет о НИР (промежут.). – БГУ; рук. Б. П. Власов. – Минск, 2018. – 190 с. – № ГР 20180485.
14. Оценить современное состояние озер национального парка «Нарочанский» с учетом углубленного изучения зарастания высшей водной растительностью (макрофитами): отчет о НИР (промежут.). – БГУ; рук. Б. П. Власов. – Минск, 2017. – 62 с. – № ГР 20164690.
15. Оценить современное состояние озер национального парка «Нарочанский» с учетом углубленного изучения зарастания высшей водной растительностью (макрофитами): отчет о НИР (промежут.). – БГУ; рук. Б. П. Власов. – Минск, 2018. – 85 с. – № ГР 20164690.
16. Жуковская, Н. В. Содержание тяжелых металлов в высшей водной растительности водоемов и водотоков Беларуси: пространственные и видовые особенности / Н. В. Жуковская, Б. П. Власов, Н. В. Ковальчик // Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология. – 2019, № 1. – С. 22–34.
17. Власов, Б. П. Природно-хозяйственная классификация озер Беларуси / Б. П. Власов // Выбранные научные работы Белорусского государственного университета: у 7 т. – Минск, 2001. – Т. 7. – С. 314–332.