

УДК 551.481 (476)

Б.П. ВЛАСОВ, П.С. ЛОПУХ

## РАЗВИТИЕ ОЗЕРОВЕДЕНИЯ В БЕЛАРУСИ: ОСНОВНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ И ЗАДАЧИ В XXI в.

Main achievements and tasks of Belarus limnology in XXI century is considered in this article.

Современная белорусская лимнологическая школа, сформировавшаяся за последние 30-40 лет, вошла в XXI в. с определенными теоретическими и практическими достижениями. На начальном этапе на рубеже 1950-1960-х гг. она развивалась как чисто географическая наука - озероведение. Инициатором комплексного исследования в Беларуси и основоположником научного направления была профессор О.Ф. Якушко. 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. На этот период 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.

Как показывают обобщающие работы по исследованию озер и искусственных водных объектов, все малые водоемы Беларуси представляют единую генетическую цепочку гидроэкосистем с разным уровнем саморегуляции, устойчивости и спецификой лимнических процессов в условиях различной степени замедления стока. К концу XX в. были выделены гидроэкосистемы различного типа (лимносистемы, металимносистемы, гиполимносистемы, миксолимносистемы и псевдолимносистемы), составляющие единый генетический ряд водоемов и отражающие эквифинальный принцип их эволюции [1, 2]. Озеро, или лимносистема, представляет собой наиболее организованную и совершенную природную водную экосистему, сформировавшуюся за длительный геологический период развития.

Комплексные лимнологические изучения озер, разработка и апробирование результатов на практике, методика полевых и специальных лимнологических исследований способствовали формированию самостоятельных научных направлений, относящихся к другим типам водоемов замедленного водообмена: гидрологии водохранилищ (Г.М. Базыленко, П.С. Лопух, В.М. Широков), прудов (И.И. Кирвель), старичных озер (Б.П. Власов, П.С. Лопух), карьерных водоемов (С.А. Хомич) [3, 4].

**Развитие комплексной классификации озер**, предложенной О.Ф. Якушко в 1970-е гг., нашло отражение в работах И.А. Мысливец, Б.П. Власова при реализации различных проектов прикладного характера [5, 6]. Завершающим этапом этого теоретического и практического направления развития лимнологии стала разработанная Б.П. Власовым природно-хозяйственная классификация озер, включающая основную часть режимных параметров озер Беларуси (более 40 показателей) [7, 8].

**Вопросы типизации озер и водохранилищ.** На основе статистической обработки параметров исследованных озер была создана система типизации озер по морфометрическим показателям и физико-географическим условиям формирования стока [7]. Наряду с ней были предложены критерии типизации озер по видовому составу водной растительности, степени зарастания и продуктивности макрофитов, а также по величине биомассы основных групп гидробионтов. Среднестатистические показатели летнего фито-, зоопланктона и зообентоса (количество и биомасса на единицу объема или площади) вместе с перечисленными показателями могут использоваться при комплексной лимнологической характеристике и сравнительном анализе отдельных озер.

По характеру уровняго режима выделяются три группы водоемов: устойчивые, среднеустойчивые и неустойчивые. Названные типы водоемов имеют отличительные принципиальные черты в Поозерье, Полесье и Центральной части Беларуси [2]. На основании типологических признаков уровняго режима, анализа средних многолетних графиков хода уровней, выраженности фаз водного режима предложена оригинальная типизация озер [9].

По условиям водообмена природные и искусственные водоемы Беларуси подразделяются на проточные, хорошо проточные и транзитные. В зависимости от характера наполнения искусственные водоемы поделены нами на сточные, приточные, приточно-наливные и наливные, что в определенной степени отражает особенности их водного баланса. Системный анализ данных многолетних комплексных лимнологических исследований позволил впервые оценить природные ресурсы озер, характер их распределения, определить направления их использования, сформулировать закономерности развития водоемов под влиянием естественных природных условий и антропогенного воздействия, выявить этапы эволюции и изменения лимнических параметров (морфометрических параметров, гидрологического режима, состава вод, седиментации и биологических показателей). Были определены закономерности развития и разработаны основы формирования экосистем озер в условиях интенсивного антропогенного пресса. Проведенные исследования позволили спрогнозировать развитие озер и предложить схему управления их ресурсами. Впервые была предпринята попытка создать единую типологическую систему для всех малых водоемов замедленного водообмена.

**Теория берегового процесса.** Исследования береговых процессов на искусственных водоемах выявили закономерности формирования озерных котловин, что позволило обосновать гидролого-морфологическую теорию берегового процесса, сформулировать основные закономерности становления динамически устойчивой береговой линии на озерах и водохранилищах Беларуси [10, 11]. В результате было восстановлено недостающее звено в вопросе формирования озерных котловин на начальном этапе и значительно дополнена общая теория эволюции водоемов замедленного водообмена.

**Теория водохозяйственных рекультивации и создания карьерных водоемов.** Комплексные лимнологические исследования содействовали развитию концепции и научно-теоретическому обоснованию водохозяйственной рекультивации открытых выработок при эксплуатации месторождений нерудных полезных ископаемых [12,13]. Создание теории эволюции таких «псевдоозер» является важным вкладом в эволюционную географию в целом и лимнологию в частности. Псевдолимносистемы позволяют глубже понять внутриводоемные процессы, происходящие в различных условиях водообмена и при разной структуре гидроэкосистем, и содействуют теоретическому обоснованию создания искусственных водных экосистем при гидротехническом строительстве.

**Теория эволюции водоемов замедленного водообмена.** Выявлены общие закономерности развития озер и искусственных водоемов, этапы их эволюции, процессы, происходящие в озерах под влиянием антропогенного

воздействия [2, 13]. На основании многолетних наблюдений выявлены специфические черты эволюции озер, что в дальнейшем позволит правильно организовать использование их природно-ресурсного потенциала.

Изучение причинно-следственных связей внутреннего состояния лимнических систем и факторов внешнего влияния выявило, что многовековые циклы и этапы в истории развития озер отражают глобальные и локальные изменения природно-климатической обстановки и возрастающее влияние хозяйственной деятельности человека на озера, которое в последнее столетие стало ведущим фактором их эволюции [14, 15].

Развитие современных лимнических систем отражает характер связи внутреннего состояния экосистемы с внешними условиями окружающей среды. Исследование осадочных толщ озер позволило выделить многовековые, вековые и внутривековые циклы и этапы в истории развития озер, связанные с изменением климата и хозяйственной деятельностью человека, которые протекают в условиях, аналогичных природно-климатической ситуации атлантического периода среднего голоцена.

**Антропогенное эвтрофирование озер.** Разработана целостная система представлений о естественном и антропогенном эвтрофировании озер. Установлено, что в историческом плане использование ресурсов этих водоемов проходило в несколько этапов, различающихся характером и степенью влияния человека, и изменялось от экстенсивного потребительского до периода интенсивных преобразований и трансформаций [1, 15]. Установлено, что наиболее распространенными источниками, негативно влияющими на качество вод, являются стоки с животноводческих ферм и с территорий сельскохозяйственных угодий, мелиоративных систем, промышленных предприятий, бытовые и коммунальные стоки, пылегазовые выбросы крупных промышленно-городских агломераций. Мелиорация, промышленное водопотребление и нерегламентированная или экологически необоснованная добыча ресурсов изменяют морфометрические и гидрологические характеристики, физико-химический состав вод, видовой состав и продуктивность гидробионтов.

**Теоретическое обоснование создания озерных водохранилищ** [2, 16, 17]. Исследования озер в составе гидротехнических комплексов позволили выявить общие закономерности формирования новых гидрозкосистем и научно обосновать рекомендации по созданию водохранилищ на базе озер, а также восстановлению (олиготрофикации) дистрофных зарастающих водоемов. Достигнутые в этих вопросах положительные результаты позволяют минимизировать негативные явления создания подпора на природных водных объектах, оптимизировать использование природных ресурсов дистрофных озер.

На основании прогнозных показателей выделены составляющие эволюции и трансформации озер - природно-климатическая (увеличение объема водной массы, подъем уровня озер, возрастание водообмена, диэвтрофирование озер) и антропогенная (эвтрофирование и загрязнение в результате роста сельскохозяйственного, промышленного производства, гидротехнического, мелиоративного и рекреационного использования) и обоснованы методы управления озерными экосистемами.

**Природно-хозяйственная классификация озер** [1, 7]. Большой объем материала по хозяйственному использованию озер, накопленный за многолетний период, позволил разработать природно-хозяйственную типизацию озер по хозяйственно значимым группам, различающимся природно-ресурсным потенциалом и его использованием. Величина природно-ресурсного потенциала (водного, минерального, биологического, рекреационного, энергетического и информационного), его структура, степень доступности определяют направление использования, избирательность и объем изъятия ресурсов. Ресурсы как источник получения материальных благ в зависимости от вида и качества, с одной стороны, воздействуют на человека, а с другой - являются объектами его

хозяйства. Степень использования экологических ресурсов изменялась во все периоды развития общества и на современном этапе определяется их качеством, потребительской ценностью, уровнем развития производительных сил, урбанизированностью (освоенностью) территории. Хозяйственное использование экологических ресурсов озер приводит к уменьшению их объема и изменению качества (преобразование, улучшение, загрязнение и т. д.).

**Эколого-экономическая оценка** характера и мероприятий природопользования опирается на три типа критериев: 1) хозяйственный; 2) антропоэкологический; 3) природозащитный. Первый определяет целесообразность и степень изъятия ресурсов, второй включает оценку ресурсов с позиций взаимодействия с человеком (рекреационный, информационный потенциал), третий базируется на определении экологической ценности ресурсов или отдельных его видов [1]. Оценка хозяйственного использования водоемов ведется по нескольким типологическим признакам объединения объектов и явлений на основе классификационных характеристик, среди которых тип (вид) потребляемых ресурсов, их качество, а также степень и объем потребления (частичное, полное).

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.

Определение степени хозяйственного использования и изменения водоемов в целях выработки путей рационального природопользования состоит из оценки: 1) экологического (природно-ресурсного) потенциала водоема; 2) объема изъятия или изменения качества каждого вида ресурсов.

В первом случае учитывается объем и градация (класс) качества ресурсов. Оценка имеет как количественное выражение, так и условное - в баллах. Соотношение двух показателей можно считать индексом экологической опасности или устойчивости к антропогенному воздействию. Величина соотношения имеет несколько ступеней (градаций): экологически приемлемое, экологически конфликтное, экологически кризисное, экологически катастрофическое воздействие.

**Реализация стратегической задачи поддержания биологического и ландшафтного разнообразия** применительно к озерам вытекает из обязательств Республики Беларусь как участника Конвенции о водно-болотных угодьях (Рамсарской) и Конвенции о биологическом разнообразии. **Изучение озер и приозерных территорий, выделенных в качестве ключевых участков водно-болотных угодий (ВБУ) на существующих и планируемых ООПТ** республиканского статуса, позволило выполнить ранжирование ВБУ по их значению, функциональности, уникальности или типичности. На основе комплексного географического регионально-типологического деления была разработана **типизация ВБУ** Беларуси и выделены зональные типы и региональные разновидности территорий со сложившимися комплексами. По результатам обследования ООПТ, в которых расположены основные ВБУ, была выполнена оценка ландшафтного и биологического разнообразия, описаны

наиболее репрезентативные водно-болотные угодья и составлены их ландшафтные карты и базы данных (списки видов фауны и флоры, в том числе и охраняемой) по биологическому разнообразию.

**Научное обоснование особо охраняемых территорий.** Теоретическое обоснование и подготовка пакетов документов на новые и существующие заказники и памятники природы республиканского и местного значения, ядром охраны которых являются озера и водно-болотные угодья, разработка схем функционального зонирования, программ развития экологического туризма и хозяйственной деятельности в национальных парках позволяют научно обосновать рекомендации по учреждению особо охраняемых территорий озерного типа.

**Научные основы мониторинга водоемов.** Теоретические результаты исследования озер Беларуси легли в основу проведения мониторинга, в том числе высшей водной растительности в качестве самостоятельного подвида в блоке «мониторинг растительности» Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (НСМОС). Изучение водной флоры имеет большое научное и природоохранное значение, а методы исследования растительности отличаются относительно низкими трудозатратами, высокой достоверностью и хорошей сопоставимостью результатов с другими видами мониторинга среды и многолетних наблюдений на одном объекте.

На основе широкомасштабных комплексных исследований более 600 водоемов, выполненных НИЛ озероведения, определены объекты, пункты учета, методы и наблюдаемые параметры ведения мониторинга высшей водной растительности. Объекты мониторинга образуют единую сеть и размещены на репрезентативных водоемах различных типов, различающихся по характеру и степени зарастания, из числа самых крупных, глубоких, имеющих большое природное и народнохозяйственное значение, а также на водоемах с уникальной флорой, охраняемых и находящихся под сильным антропогенным воздействием [1, 18, 19].

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 за последние десятилетия.

Химический состав макрофитов служит индикатором поступления и накопления в водоемах загрязняющих веществ и тяжелых металлов. Для интегрированной оценки загрязнения водных растений предложено использовать индекс содержания тяжелых металлов в растениях, рассчитываемый как отношение величины концентрации приоритетных загрязняющих элементов в растениях и фоновой величины накопления элемента в растениях (по материалам натурных исследований разнотипных водоемов и литературным источникам). Различия в индексах содержания тяжелых металлов в водных растениях опорных озер позволили построить карту загрязнения озер Беларуси.

**Перспективные научные направления исследований.** Перечисленные достижения и результаты далеко не полно отражают современный уровень развития отечественной лимнологии. Приоритетными направлениями современного озероведения являются: комплексное лимнологическое изучение озер Беларуси, вопросы возникновения озерных котловин, история развития озер на протяжении позднеледниковья и голоцена, изучение современных процессов в экосистемах (гидрологических, гидрохимических), условий образования и накопления донных отложений, видового состава и количественного развития гидробионтов - высшей водной растительности, альгофлоры, зоопланктона и бентоса, а также проблем антропогенного воздействия на озера (их загрязнение и искусственное эвтрофирование), дальнейшего развития теории эволюции водоемов. Развивается направление их кадастровой оценки. В дальнейшем планируется изучение вопросов оценки и использования природных ресурсов озер - водных, растительных, рыбных,

сапропелевых. На основании экспертизы ресурсов (по материалам лаборатории) выдаются лицензии на добычу сапропелей из озер, заготовку растительного сырья, на рекреационную деятельность, рыболовство и рыборазведение. Особое место занимает разработка предложений по использованию и охране ресурсов от загрязнения и истощения, создание проектов водоохраных зон и прибрежных полос озер, а также по охране уникальных водоемов и особо охраняемых природных озерных территорий.

1. Власов Б.П. Антропогенная трансформация озер Беларуси: геоэкологическое состояние, изменения и прогноз. Мн., 2004.
2. Лопух П.С. Закономерности развития природы водоемов замедленного водообмена, их использование и охрана. Мн., 2000.
3. Лопух П.С. // Прикладные вопросы лимнологии: Сб. ст. Мн., 1992. Вып. 1. С. 79.
4. Лопух П.С. // Прикладная лимнология. Мн., 2002. Вып. 3. С. 9.
5. Якушко О.Ф. Белорусское Поозерье. История развития и современное состояние. Мн., 1971.
6. Якушко О.Ф. Озероведение. Мн., 1981.
7. Якушко О.Ф., Власов Б.П., Богданов С.В. и др. Природно-хозяйственная классификация озер Беларуси. Мн., 1995.
8. Vlasov B., Lopuch P., Jakushko O. // Limnological review. 2003. Vol. 3. P. 277.
9. Лопух П.С. // Вестн. БГУ. Сер. 2. 1988. № 2. С. 46.
10. Широков В.М., Лопух П.С. Формирование малых водохранилищ гидроэлектростанций. М., 1986.
11. Широков В.М. и др. Формирование берегов малых водохранилищ лесной зоны. Л., 1990.
12. Хомич С.А. Геоэкологические аспекты водохозяйственной рекультивации нарушенных земель Беларуси. Мн., 2001.
13. Лопух П.С. Гідраграфія Беларусі. Мн., 2004.
14. Жуховицкая А.Л., Власов Б.П., Курзо Б.В., Кузнецов В.А. Озерный седиментогенез в голоцене Беларуси. Геохимические и биологические аспекты. Мн., 1998.
15. Vlasov B. // Limnological review. 2004. Vol. 4. P. 269.
16. Лопух П.С. // Гидробиол. журн. 1989. Т. 25. № 2. С. 18.
17. Sirokov V.M., Makritskiy A.M., Lopuch P.S. // Methods for the investigation of lake deposits: paleoecological and paleoclimatological aspects: Proceedings of the international Symposium. Vilnius, 1987. P. 249.
18. Власов Б.П., Гигевич Г.С. Мониторинг водной растительности. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: Результаты наблюдений 2004 г. Мн., 2005. С. 144.
19. Гигевич Г.С., Власов Б.П., Вынаев Г.В. Высшие водные растения Беларуси. Эколого-биологическая характеристика, использование и охрана. Мн., 2001.

Поступила в редакцию 04.07.06.

**Борис Павлович Власов** - кандидат биологических наук, доцент, заведующий НИЛ озероведения. Область научных интересов: лимнология и палеолимнология, охрана озер. Автор более 130 научных работ, в том числе монографий.

**Петр Степанович Лопух** - доктор географических наук, доцент, заведующий кафедрой общего землеведения. Работает в области гидрологии водоемов замедленного водообмена, эволюционной географии, прикладной лимнологии. Автор более 200 научных работ, в том числе монографий, учебного пособия, методических рекомендаций по созданию озерных водохранилищ.