

УДК 551.48 (476)

**ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЕДИНОЙ ТЕОРИИ  
ЭВОЛЮЦИОННОГО РАЗВИТИЯ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ  
ЗАМЕДЛЕННОГО ВОДООБМЕНА (ПРИРОДНЫХ И  
АНТРОПОГЕННЫХ ГИДРОЭКОСИСТЕМ)**

**П. С. Лопух, Ю. А. Гледко**

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,  
220030, г. Минск, Беларусь, [lopuch49@mail.ru](mailto:lopuch49@mail.ru)*

Рассмотрены особенности разнотипных водных экосистем и факторы, определяющие их поэтапное развитие. Намечены основные пути развития природных и искусственно созданных водоемов. Выявлены наиболее общие аспекты эволюционного развития гидроэкосистем. Сформулированы научные основы общей и частных теорий эволюционного развития малых водоемов замедленного водообмена, закономерности природной реализации их эквифинального природного развития.

**Ключевые слова:** гидроэкосистемы; лимносистемы; гомолимносистемы; миксо-системы; псевдосистемы; развитие; эволюция; частные и общие схемы; эквифинальный принцип; итоговая стадия.

**PROBLEMS OF FORMATION OF A UNIFIED THEORY OF  
EVOLUTIONARY DEVELOPMENT OF SMALL WATER BODIES OF  
DELAYED WATER EXCHANGE (NATURAL AND  
ANTHROPOGENIC HYDROECOSYSTEMS)**

**P. Lopuch, Ju. Hledko**

*Belarusian State University, Nezavisimosti ave., 4, 220030, Minsk,  
Belarus, [lopuch49@mail.ru](mailto:lopuch49@mail.ru)*

The features of different types of aquatic ecosystems and the factors that determine their stage-by-stage development are considered. The main ways of development of natural and artificially created reservoirs are outlined. The most general aspects of the evolutionary development of hydroecosystems are revealed. The scientific foundations of the general and specific theories of the evolutionary development of small reservoirs of slow water exchange, the regularities of the natural realization of their equifinal natural development are formulated.

**Keywords:** hydroecosystems; limnosystems; homolimnosystems; mixosystems; pseudosystems; development; evolution; particular and general schemes; equifinal principle; final stage.

Современные исследования водоемов замедленного водообмена привели к узкой их специализации и формированию частных научных направлений и школ. Этот аспект развития комплексных лимнологических исследований в принципе привел к формированию в озероведении и лимнологии предметной дифференциации и порой к недопониманию между исследователями. На этом этапе наиболее важным является сохранение комплексного характера исследований в лимнологии, развитие отдельных научных направлений в рамках классической схемы, дальнейшее развитие общей и частной (региональной) лимнологии, фактически заложенной Муравейским (1947), Б. Б. Богословским (1961), Д. Хатчинсоном (1969) [1-3].

В этой связи задача современной лимнологии заключается в осознании и обобщении выполненных результатов, комплексной их оценке для получения теоретических научных основ и практической реализации. Кроме того, научные исследования разнотипных водных объектов, например, озер и водохранилищ, т. е. природных и искусственно созданных водных объектов дополняют друг друга. Современные процессы на водохранилищах практически дают представления о развитии аналогичных явлений на раннем этапе развития озер. В то же время длительный эволюционный характер развития озер, приведший к современному состоянию и к определенному статусу, позволяет спрогнозировать развитие водохранилищ на ближайшую и более далекую перспективу, или даже на стадию окончания их эволюции. Таким образом, возникает возможность разработки единой теории развития водоемов замедленного водообмена и, как следствие, частных теорий эволюционного развития озер, водохранилищ, карьерных водоемов и других водных объектов.

Для обоснования и понимания необходимости разработки таких теорий рассмотрим некоторые понятия о водных объектах замедленного водообмена, их общие и отличительные черты. Общим понятием для водоемов замедленного водообмена является понятие «гидроэкосистема», под которой понимается любой водоем с точки зрения особенностей гидрологического режима, обусловленного абиотическими факторами (гидроэкосистемы озера, водохранилища, пруда и др.). С учетом биологических особенностей режима водоемов и гидрологического режима их динамического развития, гидроэкосистемы подразделены нами на лимносистемы, гомолимносистемы, псевдолимносистемы, металимносистемы, и миксолимносистемы, в основу обособления которых положена степень динамической устойчивости, формирующейся под влиянием природных и антропогенных факторов в процессе эволюционного развития [4].

Лимносистемы — озера естественные (природные), устойчивые природные образования, сформированные за длительный геологический период развития. Экологически устойчивая лимносистема сформировалась на протяжении 10 тыс. лет в процессе естественного процесса эвтрофирования. На современном этапе водоемы разного типа имеют определенный трофический уровень или статус.

Гомолимносистемы — речные водохранилища и пруды, созданные человеком, сформированные практически мгновенно, за от 1-3 до 12-13 лет (период заполнения). При заполнении водохранилища, резко снижается скорость воды в бытовых условиях реки, т. е. при образовании подпора возникает «эффект подпора». Последний характеризуется бурным развитием гидробионтов и ростом продуктивности при определенном виде осуществляемого регулирования. Пруды отличаются от водохранилищ меньшими проектными характеристиками (объемом до 1 млн м<sup>3</sup>) и наличием или отсутствием планового регулирования. Фактически разделение искусственных водоемов на водохранилища и пруды условно.

Псевдолимносистемы — карьерные водоемы, природно-антропогенные специфические образования, результат водной рекультивации карьерных выработок, с ограниченным водосбором, имеющие внешние черты природных озер, но созданные человеком. По внешнему виду напоминают озера и водохранилища, но отличаются отсутствием водосбора, литорали, преимущественно грунтовым питанием, разной степенью гидравлической связи с поверхностными водами. Экосистема формируется при отсутствии отложений в ложе, укрытостью котловины с крутыми берегами, отсутствием гидробионтов перед затоплением. Условная схожесть и специфика режима определяют черты псевдолимносистемы.

Металимносистемы — озерные водохранилища (зарегулированные озера), сочетающие элементы природных и искусственных водоемов. Занимают промежуточное положение между озерами и водохранилищами. Это зарегулированные озера и регулируемые озерные водохранилища на основе озер. Наличие озерной котловины и части речной долины или русла реки, регулирование объема и площади нового водоема определяют черты классического озера и речного водохранилища, сочетающие особенности гидрологического режима озер и водохранилищ.

Миксолимносистемы — старичные озера, относительно временные природные лимносистемы, результат русловых процессов (завершенного и незавершенного меандрирования), имеющие годовые эволюционные циклы генетических состояний. Гидрологический режим старичных озер напрямую зависит от гидрологического режима реки, от которого они отделились на завершающем этапе их формирования при завершеном или

незавершенном меандрировании. Гидрологический ежегодный цикл стариц характеризуется сезонной сменой трофического состояния, объясняя этим термин миксолимносистема.

Необходимость создания единой и частных теорий эволюционного развития гидроэкосистем обуславливает наличие общих и отличительных особенности гидроэкосистем.

Общие особенности гидроэкосистем:

- водные объекты относятся к водоемам замедленного водообмена;
- водоемы — результат замедления естественного стока;
- водоемы представляют природные или искусственные емкости, заполненные водой — накопители веществ аллохтонного и автохтонного генезиса;
- водоемы вместе со своим водосбором представляют единую экосистему и находятся под влиянием антропогенных факторов;
- все водоемы замедленного водообмена проходят поэтапные стадии эвтрофирования (генетический ряд: олиготрофии – мезотрофии – эвтрофии (различной степени) – дистрофии);
- в соответствии с эквифинальным принципом эволюции в конечном итоге водоемы завершают свое развитие формированием качественно нового водоема с еще более замедленным водообменом – формированием болот.

Отличительные особенности гидроэкосистем:

- водоемы отличаются различной устойчивостью к внешним воздействиям как со стороны водосбора, так и на уровне самого водоема (открытые экосистемы). Эти отличия обусловлены морфометрическими особенностями и гидрологическим режимом;

- озера (включая старичные) имеют уклоны ложа от периферии к центру, водохранилища и пруды — односторонний уклон от верховьев к плотине. В соответствии с этим в озерах преобладает концентрическая дифференциация гидродинамических процессов и дифференциация веществ и энергии. В водохранилищах и прудах в соответствии с односторонним уклоном и эффектом подпора — от верховьев к плотине. Промежуточное положение занимают карьерные водоемы;

- все водоемы отличаются степенью гидравлической связи с поверхностными водами. Озера отличаются степенью проточности (сточные, проточные, бессточные), или находятся в составе озерно-речных систем, образуя озерные группы.

Водоохранилища и пруды, как правило, результат подпора речных вод (прямая гидравлическая связь, образование кривой подпора бытового уровня рек).

Старичные озера регулярно испытывают ежегодную сезонную периодическую гидравлическую связь с основной рекой.

Карьерные водоемы могут развиваться при полном отсутствии гидравлической связи, т. е. автономно; могут иметь периодическую или сезонную и постоянную (годовую) связь.

Водоемы в настоящее время находятся на разной стадии эволюционного развития, имеют различный статус трофности.

На основании выполненных многолетних исследований водоемов замедленного водообмена установлены основные факторы эволюции разнотипных гидроэкосистем.

1). Генезис котловин и характер образующихся котловин. Особенности морфологии и морфометрии определяют характер и типы внутриводоемных процессов, интенсивность их проявления и дифференциацию в пределах ложа.

2). Поэтапное развитие береговых процессов, продолжительность их стадий, термины формирования равновесной береговой линии [6]. Гидроморфологическая теория развития берегов крупных водохранилищ [7] нашла дальнейшее развитие для малых водохранилищ Беларуси [5].

3). Стадиальное расселение водной растительности влияет на формирование ложа, формирование гидроэкосистем.

4). Постепенное формирование устойчивых растительных ассоциаций влияет на распределение, дифференциацию и накопление веществ по ложу, особенности формирования котловин по мере замедления стока к водосбросу.

5). Занесение и заиление ложа — основополагающий процесс эволюции котловин, фактор трансформации ложа в болотный массив разнотипных гидроэкосистем.

6). Формирование грунтовых комплексов и устойчивых биотопов.

7). Развитие гидробионтов и формирование устойчивых биоценозов.

В результате развития отдельных процессов в гомолимносистемах формируются устойчивые участки, как следствие дифференциации перечисленных выше отдельных процессов от верховьев к плотине. На конечной стадии эволюционного развития малых речных водохранилищ, в отличие от крупных, которые разделяются на отдельные водоемы [8], в малых формируется приплотинный озеровидный водоем, с болотным массивом в верхней части. На завершающей стадии трансформации или перерождения на месте водохранилища формируется болотный массив с развитым руслом реки. Аналогичные процессы происходят в прудах в уменьшенных масштабах [9].

В металимносистеме речная часть заболачивается, а озерная часть развивается по схеме развития лимносистем. В более ускоренном темпе развиваются пруды, как микрогомолимносистемы, завершая свою эволюцию формированием болота.

Карьерные водоемы, как псевдолимносистемы, начинают развитие с фитопланктонной стадии, реже с макрофитной (песчаные), затем проходят фитопланктонно-макрофитную и в итоге — макрофитную [10]. Макрофитная стадия имеет более длительный период развития по причине отсутствия мелководий, отложений и слабого развития растительности.

Миксолимносистемы, или старичные озера, перевоплощаются по схеме сезонных трансформаций, характеризующихся годичной сменой трофических состояний генетического эволюционного ряда: олиготрофии — эвтрофии — дистрофии, в зависимости от наличия гидродинамической связи с рекой. При отсутствии такой связи старица развивается автономно практически исключая фазу эвтрофии.

Классические лимносистемы, проходя все стадии эволюционного ряда естественного эвтрофирования завершат свое развитие формированием болотного массива, «задерживаясь» на отдельных этапах. Зарастание озерной котловины, в отличие от классических вариантов, характеризуется многообразием схем [11]. Исследования процессов лимногенеза на первых этапах развития лимносистем не всегда отражают реальные внутриводоемные процессы [12]. Современные методы позволяют косвенно оценить их вклад в эволюцию лимносистем в голоцене. Исследования искусственных водоемов дополняют представления о процессах на первых этапах развития эвтрофирования лимносистем.

Выполненные исследования, обобщения и анализ подтверждают высказывание Муравейского С. Д. [13] как о генетическом единстве водоемов замедленного водообмена, так и о эквифинальном эволюционном их развитии. Комплексные исследования водоемов разного типа позволяют синтезировать общелимнологические утверждения на уровне аксиом и теорий эволюционного их развития, создать прогнозные гипотетические заключения, которые имеют теоретическое и практическое значение.

### **Библиографические ссылки**

1. Богословский Б. Б., Муравейский С. Д. Очерки по озероведению. Изд-во МГУ, М. 1955.
2. Богословский Б. Б. Озероведение. Изд-во МГУ, М. 1960. 335 с.
3. Хатчинсон Д. Лимнология. М., «Прогресс», 1969. 592 с.
4. Лопух П. С. Закономерности развития природы водоемов замедленного водообмена, их использование и охрана. Минск. БГУ. 2000. 332 с.

5. *Лопух П. С.* Гидролого-морфологическая теория берегового процесса // Современные геоморфологические процессы: Тез. докл. научн. конф. / ИГН НАН РБ. Минск, 1998. С. 55-56
6. *Лопух П. С.* Особенности равновесной береговой линии крупных водохранилищ на стадии разделения их котловин на самостоятельные водоемы. // Инженерно-геологические проблемы камских водохранилищ: Тез. докл. научн. конф. / Пермь, 1983. С. 30-32.
7. *Максимчук В. Л.* Рациональное использование и охрана берегов водохранилищ. Киев, Будевільнік, 1981. 112 с.
8. Методические рекомендации по прогнозированию переформирования берегов водохранилищ. Л.: Энергия, 1975. 64 с.
9. *Широков В. М., Кирвель И. И.* Пруды Белоруссии. Минск: Ураджай, 1987. 120 с.
10. *Хомич С. А.* Геоэкологические аспекты водохозяйственной рекультивации нарушенных земель Беларуси. Минск: ИГН НАН Беларуси, 2001. 123 с.
11. *Пидопличко А. П.* Озерные отложения Белорусской ССР. Минск: Наука и техника, 1975. 120 с.