

ПРИНЦИПЫ ВЫДЕЛЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ АКВАЛЬНЫХ ЛАНДШАФТОВ

В работах Б. Б. Полынова выделяются три основных типа элементарных ландшафтов: элювиальный, супераквальный и субаквальный. Последний представлен различными водными объектами, в том числе озерами, иначе — природно-аквальными комплексами (ПАК), весьма скромно освещенными в современной географической литературе. Согласно Л. Л. Россоломо [1], озерные ПАК — водоемы замедленного водообмена, для которых положительный баланс вещества и энергии является итогом деятельности всей системы. Процессы превращения вещества и энергии выражаются в круговороте аллахтонного и автохтонного органического вещества, т. е. его поступлении, деструкции и накопления в лимносистеме [2].

В задачу данной работы входило определение аквальных ландшафтов малых озер в общей системе ПТК на разных ступенях их взаимосвязей; выделение аквальных единиц разных рангов; определение основных и вспомогательных факторов формирования каждого ранга для целей классификации и прогнозирования антропогенных трансформаций лимносистем.

Каждый озерный водоем — неотъемлемая часть природной зоны. Формирование ПАК Белоруссии типично для зоны смешанных лесов. Вместе с тем озера как природные объекты являются индикаторами ландшафтных провинций. Характерными примерами могут служить провинции Белорусского Поозерья в границах распространения последнего оледенения, друмлинный ландшафт в штате Висконсин, Центральная Якутия с комплексом термокарстовых озер и проч.

В пределах каждой провинции выделяются более мелкие ПТК, образующие районы и ландшафты, в которых конкретизируется место аквального ландшафта в системе водосбор — озеро. Например, в провинции Белорусского Поозерья выделяются районы Браславский, Ушачско-Лепельский и другие с большим участием озер. В них, в свою очередь, формируются ландшафты: холмисто-моренно-озерные, камово-озерные, водно-ледниковые с участием озер [3]. Содержание каждого такого ландшафта является генетическим выражением взаимоотношений наземных и водных элементарных ландшафтов. Собственно аквальные ландшафты в этой системе представляются в типологическом ранге сложного урочища (см. таблицу).

Сложное аквальное урочище — чрезвычайно разносторонняя система, которая характеризуется своеобразным направлением круговорота вещества и энергии. Это обусловлено переплетением влияния внешних причин (водосбора и атмосферы) и проявлением внутренних лимнических процессов, нарушающих общезональную структуру ландшафта. Поступление солнечной радиации, минеральных и биогенных веществ с водосбора вызывает жизнедеятельность автотрофных организмов, синтезирующих органическое вещество. В водных ландшафтах круговорот вещества и энергии сопровождается миграцией химических элементов в воде и отложениях в зависимости от гидродинамических процессов и смены окислительно-восстановительных условий среды. Сложные озерные урочища отличаются четко выраженной ритмичностью: многолетней, сезонной, суточной.

В сложном аквальном урочище мы выделяем типичные урочища: литоральные, сублиторальные, профундальные, пелагиальные. Каждое из них включает набор взаимосвязанных и взаимообусловленных показателей, составляющих единую экологическую систему, основанием которой служат особенности строения ложа, характер отложений, тип растительности, состояние водного тела.

Система аквальных ландшафтов малых озер

№	Ранг ландшафта	Основной критерий выделения	Преобладающие процессы	Динамика (ритмичность)	Направление антропогенных трансформаций
I	Зона	Климатическая зональность (зона смешанных лесов)	Общие закономерности круговорота вещества и энергии в геосфере	Многолетняя, сезонная, суточная	Сложное, многоплановое
II	Провинция	Азональность. Морфоструктуры (Белорусско-Валдайская)	»	Многолетняя, сезонная	»
III	Район	Азональность. Часть провинции (Ушачско-Лепельский холмисто-озерный)	Взаимосвязь всех компонентов природы (ПТК)	Многолетняя, сезонная	Перераспределение земельных угодий; мелнорация; эрозия; заболачивание
IV	Ландшафт	Азональность. Система: водосбор-озеро. (Нарочанская озерная система)	Перемещение минеральных и органических в-в в бассейны аккумуляции и седиментации; их преобразование и концентрация	Сезонная	Нарушение скорости и объема миграции в-ва с водосбора. Изменение условий и состава аккумуляции в водоемах
V	Сложное аквальное урочище	Состояние лимнической экосистемы (оз. Нарочь)	Окислительно - восстановительные процессы. Накопление в-ва и энергии	Сезонная, суточная	Нарушение сложившихся окислительно-восстановительных условий. Продуцирование органического вещества
V ¹	Урочище литораль	Мощность водного слоя; рельеф; грунты, растительность	Горизонтальное и вертикальное перемещение воды; окислительные условия; кластогенная и хемогенная аккумуляция; влияние макрофитов	Сезонная, суточная	Заиление, зарастание надводными макрофитами
V ²	Урочище сублитораль	»	Преобладание окислительных условий; склоновые процессы; накопление органо-минеральных и хемогенных осадков. Погруженные макрофиты	Сезонная	Нарушение окислительных условий; сокращение биомассы подводных макрофитов. Изменение состава растительности.
V ³	Урочище профундаль	Мощность водного слоя; рельеф; грунты	Окислительно - восстановительные условия; органо-минеральные и органические осадки.	Сезонная	Усиление восстановительных условий; увеличение органического в-ва в воде и осадках
V ⁴	Урочище пелагиаль	Физико-химические и гидробиологические особенности водной массы	Окислительно - восстановительные условия; гидродинамические процессы; деятельность автотрофов и гетеротрофов	Сезонная, суточная	Изменение гидрохимического режима; увеличение б/м фитопланктона; сокращение прозрачности
V ¹ _a	Урочище литораль. Фация песчаная	Конкретные особенности рельефа, грунтов, растительности	Окислительные условия. Рельеф плоский, волнистый грядовый. Ассоциации надводных макрофитов, редкие рдесты	Сезонная, суточная	Зарастание надводными макрофитами, нитчатые водоросли. Заиление

№	Ранг ландшафта	Основной критерий выделения	Преобладающие процессы	Динамика (ритмичность)	Направление антропогенных трансформаций
V _б ¹	Урочище литораль. Фация каменная (галечниковая)	»	Окислительные условия. Рельеф волнистый, грядовый. Растительность бедная	»	Нитчатые водоросли
V _в ¹	Урочище литораль. Фация глинистая	»	Окислительные условия. Рельеф плоский. Ассоциации надводных. Редкие рдесты, харовые	»	Усиление зарастания надводными; появление рдеста курчавого, лютика жестколистного, нитчатых. Заилнение
V _г ¹	Урочище литораль. Фация карбонатная	»	Окислительные условия. Рельеф плоско-волнистый. Ассоциации погруженных: рдесты, харовые, элодея	Суточная, сезонная	Заилнение, опесчанывание. Нитчатые, телорез, уруть
V _д ¹	Урочище литораль. Фация запыленная	»	Окислительные условия. Рельеф плоский. Ассоциации растений с плавающими листьями, рдесты, телорез	Сезонная, суточная	Увеличение органического в-ва в осадках, расширение зоны растительности, нитчатые водоросли
V _а ²	Урочище сублитораль. Фация песчано-глинистая	»	Окислительные условия. Склон крутой. Редкие представители подводных (рдест блестящий, роголистник, водные мхи)	Сезонная	Заилнение. Исчезновение надводных макрофитов
V _б ²	Урочище сублитораль. Фация карбонатная	»	Окислительные условия. Склон пологий. Широко представлены подводные макрофиты (элодея, рдесты, роголистник), харовые	»	Опесчанывание, заилнение. Сокращение площади макрофитов. Усиление элодеи, телореза
V _в ²	Урочище сублитораль. Фация илистая	»	Окислительные условия. Склон пологий. Подводные макрофиты	»	Увеличение органического вещества в осадках. Сокращение микрофитов
V _а ³	Урочище профундаль. Фация плоско-волнистая	Конкретные особенности рельефа и грунтов	Окислительно - восстановительные условия. Рельеф плоско-волнистый. Накопление органико-минеральных отложений	Сезонная	Преобладание восстановительных условий. Увеличение в осадках сульфатов, фосфатов железа
V _б ³	Урочище профундаль. Фация выступов ложа	»	Окислительно - восстановительные условия. Рельеф выпуклый. Накопление опесчаненных осадков оплывины	Сезонная	Увеличение процесса оплывания пелогена в соседние понижения, заилнение
V _в ³	Урочище профундаль. Фация впадин ложа	»	Преобладание восстановительных условий. Рельеф вогнутый. Накопление ожелезненных илов	»	Увеличение в осадках биогенных элементов, органики, соединений железа, серы

№	Ранг ландшафта	Основной критерий выделения	Преобладающие процессы	Динамика (ритмичность)	Направление антропогенных трансформаций
V _a ⁴	Урочище пелагиаль. Фация эпилимнион	Физико-химические, биологические особенности водной массы	Окислительные условия. Максимальная освещенность, волновая деятельность, максимальная б/м фитопланктона	Суточная, сезонная	Кислородное перенасыщение, щелочная среда, увеличение б/м фитопланктона
V _б ⁴	Урочище пелагиаль. Фация металимнион	»	Окислительно-восстановительные условия. Слабая освещенность. Резкое падение температуры. Заметное уменьшение бипродуктивности автотрофов	Сезонная	Уменьшение содержания кислорода; массовая гибель фитопланктона
V _в ⁴	Урочище пелагиаль. Фация гипolimнион	Физико-химические, биологические особенности водной массы	Восстановительно-окислительные условия. Низкие температуры, отсутствие света. Гидродинамическая стабильность	Сезонная	Усиление восстановительных условий. Увеличение содержания органического вещества в воде. Накопление соединений железа, фосфора, серы.

К числу отличительных признаков литоральных урочищ следует отнести их приграничное положение между водной, воздушной и наземной средами и наиболее активное влияние водосбора. Водная масса литоральных ландшафтов характеризуется высокой гидродинамической и биологической активностью [4]. Интенсивность солнечной радиации способствует мощному развитию фитопланктона и высшей водной растительности. Последняя утилизирует поступающие с водосбора питательные вещества и создает защитную зону для озера в целом. Годовые, сезонные и суточные ритмы обеспечивают быстрый круговорот вещества и энергии в условиях окислительной среды. Наши исследования [5] и работы других авторов [6] позволяют выделить в литоральных ландшафтных урочищах ряд фаций (наиболее низких единиц в системе ландшафтов) по местным особенностям рельефа, грунтов и сообществ высших водных растений, к ним приуроченных. Наиболее распространены песчаные фации с разнообразным набором ассоциаций надводных (камыш, тростник, рогоз). У фаций карбонатных литоралей наиболее богатый состав подводных растений: харовых, рдестов, элодея. Кроме того, выделяются фации заиленные, галечниковые, каменистые, торфянистые со своим набором признаков.

Сублиторальные урочища занимают склон подводной аккумулятивной террасы с различным углом наклона: от 2—3° до 25° и более. Относительно узкая полоса сублиторали занимает 5—15 % площади всего озера и на батиметрических картах прослеживается сгущением изобат. Набор сублиторальных фаций менее разнообразен (песчано-глинистые, карбонатные, заиленные). В верхней части сублиторальных урочищ еще отмечаются суточные колебания температуры, освещенности, преобладают окислительные условия. При высокой прозрачности здесь развиты ассоциации погруженных макрофитов: рдест блестящий, роголистник, элодея, водяные мхи, а на карбонатных грунтах основу составляют харовые. В неглубоких и особенно мелководных озерах сублитораль выражена хуже, представлена илистыми грунтами и ассоциациями макрофитов с плавающими на поверхности листьями, а также рдестами.

Профундальные урочища занимают основную часть ложа озерной котловины. Это темная холодная зона, за исключением мелководных

озер, прогретых и освещенных до дна. Значительные глубины способствуют застойным процессам, которые выражаются в дефиците кислорода, накоплении углекислоты, возникновении восстановительных условий. Для профундальных урочищ характерна сезонная ритмичность гидрохимических и геохимических показателей; здесь накапливается органическое вещество, что свидетельствует о положительном итоге биологического баланса.

В зависимости от состава отложений и рельефа ложа выделяются несколько фаций профундальных урочищ: плоско-волнистые илистые, фации поднятий ложа с глинистыми или опесчаненными осадками, фации углублений (впадин) ложа с илистыми отложениями. Фоновые параметры профундальных урочищ характеризуют илистые плоско-волнистые фации. В зависимости от трофности озера накапливаются илы и сапропели. Для фаций выпуклых частей профундали характерны процессы перемещения (сплывания) пелогена в понижения, что и обуславливает мозаичный состав осадков. Фации углублений ложа несут на себе экстремальные черты профундальных урочищ. Наблюдаются восстановительные условия, концентрация закисных форм железа и некоторых микроэлементов: титана и марганца, максимальное содержание фосфора и сульфатов.

Пелагиальные урочища составляют особую разновидность аквальных ландшафтов, полностью расположенных в пределах водной массы, которая образует и границы, и внутреннее содержание ландшафта. Они заметно различаются в озерах мелководных, среднеглубоких и глубоких с отличительными показателями открытости и глубинности, с разными условиями температурной стратификации и водообменности. Для пелагических урочищ особенно большое значение приобретают физические законы, присущие воде как горной породе: высокая теплоемкость, слабая теплопроводность, изменение объема при нагревании и остывании, плотностное перемешивание и т. д. Пелагические урочища — среда обитания планктонных организмов, обеспечивающих продуцирование органического вещества. Динамика процессов отличается многолетними, сезонными, суточными ритмами.

Учитывая, что лимнические процессы наиболее выразительны в период летней стагнации, мы посчитали возможным выделить в пелагических урочищах три фации, соответствующие термическому расслоению водной толщи. Фация эпилимниона характерна высоким прогреванием, динамическим перемешиванием, кислородным перенасыщением, щелочной реакцией, доминирующим значением фитопланктона в создании первичной продукции. Мощность и объем этой фации зависят от морфометрии котловины. Фация металимниона отличается высокими показателями температурного градиента, скачкообразным увеличением плотности воды, заметным изменением гидрохимических показателей.

Фации гипolimниона характерны для среднеглубоких и особенно глубоких озер. Специфическими показателями служат застойные явления водной массы в этапы стагнации, отсутствие освещения, низкие температуры, увеличение минерализации, CO_2 , изменение pH в сторону кислой среды. В зависимости от смены циркуляций и стагнаций отмечается четкая ритмичность, связанная с кратковременным кислородным насыщением и его дефицитом большую часть года.

Очевидно, влияние антропогенного воздействия на аквальный ландшафт начинается с ее наиболее низких рангов — фаций. Наиболее подвержены антропогенным трансформациям профундальные и гипolimнионные фации, связанные с кислородным дефицитом, восстановительными условиями, накоплением органического вещества. Фации эпилимниона и литорали, наоборот, характеризуются высокой подвижностью водной массы, окислительными условиями и при значительном продуцировании органического вещества — активными процессами деструкции, выражающими состояние самоочистительной способности сложного аквального урочища в целом.

Список литературы

1. Россолимо Л. Л. — В сб.: Накопление вещества в озерах. М., 1964, с. 5.
2. Винберг Г. Г. — В кн.: Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. М., 1967, с. 132.
3. Ландшафтная карта БССР. — Минск, 1983.
4. Николаев И. И. — В кн.: Литоральная зона Онежского озера. Л., 1975, с. 211.
5. Якушко О. Ф. Белорусское Поозерье. — Минск, 1971, с. 334.
6. Распопов И. М. — В кн.: Литоральная зона Онежского озера. Л., 1975, с. 219.

УДК 551.435.36(476)

В. Е. ЛЕВКЕВИЧ, П. С. ЛОПУХ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СХЕМ-АНАЛОГОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ АККУМУЛЯТИВНЫХ ФОРМ РЕЛЬЕФА БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ МАЛЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Переработка берегов малых водохранилищ, как и крупных, ведет к интенсивному поступлению продуктов обрушения склонов в ложе водоемов. Значительная часть материала, перемещаясь вдоль берега под действием ветрового волнения и вдольбереговых течений, аккумулируется в береговой зоне и образует различные микроформы — косы, пересяпы, фестоны и др. (рис. 1), которые в сочетании с абразионными берегами определяют общую тенденцию выравнивания береговой линии малых водохранилищ [1]. Перемещение и аккумуляция наносов ведет к осложнению режима работы водозаборов, донных водовыпусков, оголовков насосных станций. В связи с этим прогнозирование образования, развития и расчета количественных характеристик возможных аккумулятивных форм является одной из проблем берегового процесса, разрешение которой позволит более обоснованно учитывать перемещение вдольбереговых потоков наносов при планировании размещения и эксплуатации водозаборных сооружений.

В задачу исследования входило накопление информации и анализ количественных и качественных показателей (объем, линейные размеры, особенности формирования на различных этапах эксплуатации водохранилищ БССР и др.) об аккумулятивных формах на разнотипных водохранилищах [2]. Результатом обобщения натуральных материалов явилась разработка практических схем расчета объемов наносов типичных аккумулятивных форм.

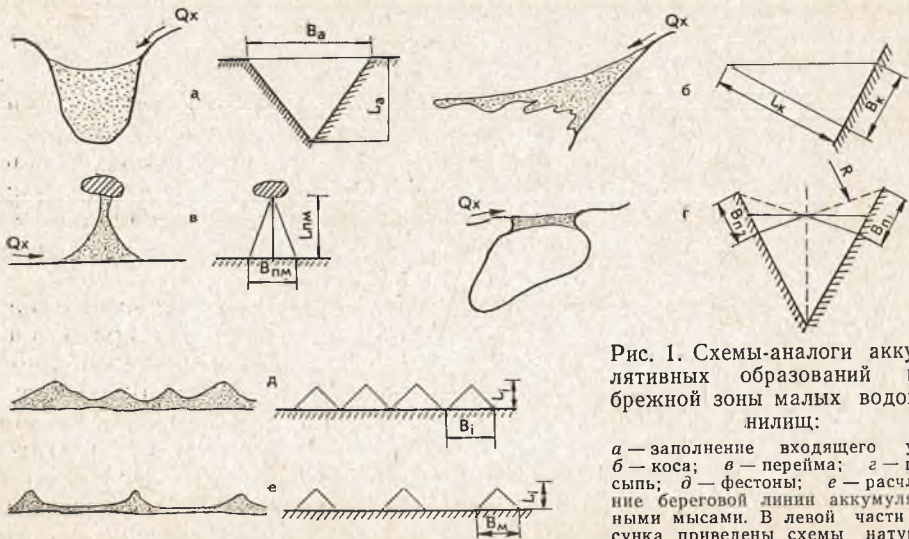


Рис. 1. Схемы-аналоги аккумулятивных образований прибрежной зоны малых водохранилищ:

a — заполнение входящего угла; *b* — коса; *в* — переяма; *г* — пересяпь; *д* — фестоны; *е* — расчленение береговой линии аккумулятивными мысами. В левой части рисунка приведены схемы натуральных аккумулятивных форм, в правой — расчетные схемы-аналоги