

## ДИСКУССИИ

УДК 556.53+556.52/55

С.С. Дубняк

**ЭКОЛОГО-ГИДРОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БИОТОПИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ  
КРУПНЫХ РАВНИННЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ**

Рассмотрены особенности крупных равнинных водохранилищ как гетерогенных экосистем по сравнению с другими водными объектами. Показано, что регулирование состояния и использования различных участков водохранилищ должно производиться с учетом особенностей их объектов-аналогов, специфики взаимодействия ведущих факторов на каждом из этих участков.

Ключевые слова: крупное равнинное водохранилище; водная экосистема; экологическая гидрология; объекты-аналоги; дельта; лиман; гидроморфизация.

**Актуализация проблемы**

Еще в 50-60-х г. прошлого столетия в связи с возрастающей антропогенной нагрузкой на водные объекты Европы и Северной Америки обострилась проблема загрязнения и ухудшения качества воды в условиях дефицита доступных ресурсов пресных вод. Для преодоления этой проблемы развитые страны пошли путем законодательно-нормативного упорядочения использования и охраны вод на основе бассейновых подходов. В последние десятилетия возникла необходимость перехода к устойчивому (экосистемному) природопользованию с целью сохранения существующих экосистем и биологического разнообразия. Относительно водопользования экосистемные подходы к обеспечению устойчивого развития были закреплены в принятой в 2000 году Водной Рамочной Директиве Европейского Союза [30]. Украина присоединилась к этой Директиве, что нашло отражение в законодательстве и директивных документах. В таких условиях общество требует от науки «экологизации» исследований, что применительно к водохранилищам означает усиление экосистемного направления.

В Украине в 90-х г. прошлого столетия на основе бассейновых подходов были разработаны научно-методические основы оценки и улучшения состояния днепровских водохранилищ, которые нашли свое воплощение в опубликованном в 1995 году Водном Кодексе Украины, а в 1997 году и в Национальной программе экологического оздоровления бассейна Днепра и улучшения качества питьевой воды. Позднее, 2000 г., после одобрения Украиной Водной Рамочной Директивы ЕС, была разработана Общегосударственная программа развития водного хозяйства на период до 2015 года, в которой использовались как бассейновые, так и экосистемные подходы. Однако названные программы не были реализованы. В 2012 г. принята новая государственная программа на прежних научных и правовых основах, но без анализа причин невыполнения предыдущих программ, что вызывает сомнения в ее выполнении.

По нашему мнению, основной недостаток подобных программ – отсутствие надлежащего научно-методического обоснования, без которого все попытки на протяжении последних десяти лет внедрить в Украине подходы, заложенные в Водную Рамочную Директиву ЕС (ВРД ЕС), не приносят полноценных результатов [5]. Решение этих проблем, по нашему мнению, нужно искать в рамках экологической гидрологии водохранилищ [6, 7, 30, 31], поскольку здесь уже сложился соответствующий понятийный аппарат, система подходов к оценкам и прогнозам экологического состояния водохранилищ и мероприятий по управлению этим состоянием.

---

© Дубняк С.С., 2013

Дубняк Сергей Сергеевич, кандидат географических наук, доцент Киевского национального университета имени Тараса Шевченко; Украина 03040, г. Киев, пр-т Глушкова, 2-А; dubnyak@ukr.net

### Результаты исследований и их обсуждение

Исследованиями российских и украинских ученых [1, 3, 21, 23, 29,] установлено, что крупные равнинные водохранилища являются особым видом водных объектов вообще и водохранилищ в частности. Полных аналогов среди других водных объектов у водохранилищ не существует. Последовательно продолжая эту мысль, нужно определить, что река Днепр впадает в Киевское водохранилище и на территории Украины такой реки не существует, то же касается реки Волги и других рек, на которых созданы каскады водохранилищ. За время эксплуатации Волжского, Днепровского и других каскадов сложились новые водные экосистемы, которые на сегодня коренным образом отличаются от тех речных экосистем, которые здесь существовали раньше.

С географической точки зрения, создание водохранилища – это практически мгновенное, относительно истории развития Земли (1-2 года), повышение местного базиса эрозии на определенном участке реки с помощью плотины. В долине реки на участке между плотиной и сохраненным выше руслом или плотиной выше расположенной ГЭС (в каскаде) возникает водный объект, внешней формой похожий на природные лиманы в устьях рек, впадающих в моря или озера. От реки, на которой создано водохранилище, ему достается в наследство речная долина (с затопленными бывшим руслом основной реки, поймами и надпойменными террасами, притоками), а также сток воды (с расходами, дифференцированными на протяжении суток, сезона, года в соответствии с гидрологическим режимом, характерным для данного климатического пояса, и эксплуатационным режимом водохранилища).

Учитывая, что геолого-геоморфологические факторы и условия, которые сложились до затопления реки, и водная среда, которая образовалась, взаимодействуют между собой под влиянием водно-гравитационных и гидрометеорологических процессов, формируя гидродинамику воды, литодинамику и морфодинамику контактирующей с водой подстилающей среды, то предлагается называть все эти процессы «гидроморфологическими» [6]. Этот термин в такой же трактовке широко употребляется в научной и технической литературе, а также в ВРД ЕС (2000). В этом случае можно говорить, что гидроморфологические процессы определяют условия формирования водных экосистем водохранилищ.

### Особенности водохранилищ как водных экосистем

Представление о водохранилищах как сложных водных экосистемах активно формируется последние 20 лет. Изучение этих экосистем является предметом гидроэкологии [19, 22, 24, 28]. На стыке этой науки и гидрологии возникло новое научное направление – экологическая гидрология, рассматривающая гидрологические явления и процессы как абиотические факторы водных экосистем [1, 28, 32].

В рамках экологической гидрологии водных экосистем Украины в последние годы формируется направление, которое можно назвать экологической гидрологией водохранилищ [31]. Разработка теоретической и методической базы экологической гидрологии и ее применение к днепровским водохранилищам дали возможность изучить изменения элементов гидрологического режима, которые приводят к коренной трансформации водной экосистемы реки в экосистему водохранилища, установить взаимосвязи между гидрологическими процессами и биотой, оценить экологическое состояние водохранилищ и разработать подходы к управлению состоянием экосистем водохранилищ (преимущественно их верхних «речных» участков) путем регулирования элементов гидрологического режима [30].

Как показали исследования на днепровских водохранилищах, выполненные автором в 1995–2010 гг., оценка экологического состояния водохранилищ не исчерпывается изучением влияния на это состояние абиотических гидрологических факторов и условий. Для этого есть как минимум три группы причин: гетерогенность, молодость и мелководность водохранилищ.

Гетерогенность проявляется в том, что экосистемы водохранилищ, в отличие от других водных объектов, одновременно подобны экосистемам рек и озер: они содержат естественные (свойственные природным водным объектам) и вновь приобретенные (свойственные водохранилищам) черты. А в зоне контактов с прилегающей сушей возникают экотоны, которые испытывают взаимное влияние экосистем суши и воды и, вместе с тем, являются своеобразными экосистемами в составе комплексной гетерогенной экосистемы водохранилища.

Водохранилище отличается от реки или озера молодостью его экосистемы, его образование и развитие происходят не эволюционным путем, а скачкообразно. Благодаря этому мы имеем возможность изучать исходные стадии формирования водных экосистем. Ведущее значение для их

формирования на этом начальном этапе принадлежит исходному затопленному водохранилищем рельефу и геологическому строению русла и поймы реки, расположению вновь образованных общего и местных базисов эрозии. Общее повышение базиса эрозии вызывает пенеппенизацию (выравнивание) рельефа относительно этого базиса. Это продолжительные во времени процессы формирования ложа водохранилища как единой гетерогенной поверхности путем размыва повышений и уступов и занесения впадин и понижений (такая поверхность уже сформирована на озерах и морях). Такое же генеральное направление развития береговых экотонов – выравнивание рельефа в зоне взаимовлияния суши и воды. Процессы пенеппенизации рельефа отличаются в рекообразной и озеровидной частях водохранилища и в береговых экотонах. Все это отражается на условиях возникновения и сукцессиях биоты и должно учитываться при исследованиях структурно-функциональных особенностей экосистем водохранилищ путем их районирования, типизации, зонирования.

Предметом эколого-гидроморфологических исследований в рамках экологической гидрологии водохранилищ выступают ключевые (ведущие) абиотические факторы и структурно-функциональные особенности водных экосистем крупных равнинных водохранилищ.

Основные задачи этих исследований:

- установление и анализ ключевых абиотических гидрологических и гидроморфологических факторов и условий, которые определяют структурно-функциональные особенности водных экосистем водохранилищ;
- классификация и систематизация ключевых гидрологических и гидроморфологических факторов и условий, в том числе с точки зрения их влияния на другие факторы и биоту;
- типизация, районирование и зонирование экосистем водохранилищ, включая прилегающие к ним экотоны, по их структурно-функциональным особенностям;
- разработка мероприятий по управлению экологическим состоянием водохранилищ, включая моделирование водных экосистем с помощью оптимизационных и имитационных моделей по принципу естественных аналогов.

Ключевые гидрологические факторы и условия на равнинных водохранилищах (в том числе на водохранилищах Днепровского каскада), детально изучены и систематизированы. В результате эколого-гидрологических исследований выявлены факторы, которые характеризуют оптимальные и лимитирующие условия водной среды (водообмен, гидродинамика, физические свойства воды), а также оценено их прямое влияние на биотические компоненты водных экосистем и на другие абиотические факторы [1, 8, 30]. Менее изучены с экосистемных позиций гидроморфологические факторы. Как одни, так и другие факторы необходимо идентифицировать, классифицировать и систематизировать с целью определения их влияния на структурно-функциональные особенности водохранилищ для последующего районирования и типизации последних.

Не менее важно оценить влияние абиотических факторов на биотическую структуру водной экосистемы, которая определяет структурно-функциональные конструкции биоценозов.

Конечным результатом эколого-гидроморфологических исследований является их структурирование в виде биотопов разного ранга (рис.1) для последующего гидробиологического изучения и управления экологическим состоянием. Исследования биотической структуры экосистем водохранилищ являются основой для определения структурно-функциональных особенностей экосистемы водохранилища.

В рамках предложенного подхода мы рассматриваем крупные равнинные водохранилища как гетерогенные природно-технические экосистемы, которые включают взаимосвязанные под влиянием водной среды собственно водные экосистемы и прибрежные экосистемы как переходные (экотоны) между водой и сушей. Поэтому управление экологическим состоянием водохранилищ не должно сосредотачиваться лишь в их акваториях (преимущественно в их верхних частях), где существует возможность задействовать систему попусков воды с выше расположенной ГЭС (при условии каскадного расположения). Прилегающие к акватории экотоны образуют водоохранную зону водохранилища и выступают одновременно объектом и средством охраны водной экосистемы водохранилища в целом, а значит – рычагами управления экологическим состоянием последнего.

В Украине сформировалось представление о водохранилищах как о разновидности водных экосистем, в определенной степени подобных озерно-речным экосистемам [26, 30]. Хотя, по мнению А.Б.Авакяна [3], которое мы разделяем относительно водохранилищ в целом, у них нет естественных аналогов и лишь формой чаши они похожи с завально-запрудными озерами. Несмотря на внешнее сходство крупных равнинных водохранилищ с лиманами или прудами, гидроморфологические

особенности их формирования существенно отличаются. В то же время разные части крупных равнинных водохранилищ можно рассматривать как аналоги (с разной степенью сходства) других водных экосистем.

### **Эколого-гидроморфологические исследования биотопической структуры акваториальной части водохранилища**

От реки, как уже отмечалось, водохранилище наследует расходы воды, но в условиях приподнятого базиса эрозии (уровня воды) скорости стоковых течений падают и дифференцируются внутри смоченного периметра, возрастая на участках затопленного русла, т.е. гидродинамическая активность стоковых течений уменьшается. По гидродинамической активности водохранилище можно разделить на три участка: верхний (рекообразный), средний (мелководный, литоральный) и нижний (глубоководный, профундальный). Средний и нижний участки на первых этапах эксплуатации крупных равнинных водохранилищ образуют озеровидную область, причем при пониженных уровнях воды мелководный участок может частично переходить в мелководно-осушную, более близкий к рекообразному. Таким образом, в зависимости от колебаний уровня воды границы между участками (областями) могут мигрировать, образуя переходные полосы [8].

**Верхний (рекообразный) участок** (область) – это участок, где повышение уровня воды не выходит за пределы затопленного русла. Он находится между наивысшим (по течению) створом, до которого распространяется подпор плотины ГЭС, и створом, ниже которого при меженных уровнях наблюдается затопление поймы. Например, на Киевском водохранилище он расположен между створами *с.Днепровское* и *с.Любеч*, на Каневском водохранилище – от створа *с.Гнедин* – *с.Чапаевка* до плотины Киевской ГЭС, на Кременчугском водохранилище – от створа *с.Пекари* – *с.Прохоровка* до плотины Каневской ГЭС. Глубины в бывших руслах р. Днепр на этих участках превышают бытовые на 2–3 м. Следует отметить, что в научной и технической литературе для определения верхних участков водохранилищ употребляются термины «нижний бьеф ГЭС» (для внутрикаскадного водохранилища) и «зона выклинивания подпора», но по смыслу и территориально они отличаются от предложенного понятия.

По форме и гидрологическому режиму верхние участки внутрикаскадных водохранилищ похожи на подпорожистые (расположенные ниже порогов) участки рек со спрямленным (природным путем) руслом, повышенными уровнями воды, ускоренными течениями. Гидрологический режим этих участков отличается от собственно речного режима попусками воды через створ ГЭС, которые, как правило, являются ежесуточными. Такой ежесуточный импульсно-стабилизированный режим расходов воды на верхних участках водохранилищ в условиях повышенных глубин в руслах затопленных рек приводит к их гидродинамической «продувке», т.е. к спрямлению русел, а также к расширению прилегающих к руслу заливов за счет вихревых течений воды при попусках. С гидротехнической точки зрения такие участки являются сбросовыми каналами в естественных грунтах, заложенными в русловую сеть. Как показывают наблюдения за нижними бьефами ГЭС [20, 24], основные формы рельефа русла и поймы здесь не меняются на протяжении десятилетий, но при этом идет интенсивный размыв дна и бортов русла. То же происходит и на подпорожистых участках рек. Для оптимизации использования этих участков применяется искусственное регулирование берегов и русел с помощью инженерных сооружений.

Наиболее близким природным аналогом верхнего рекообразного участка в каскаде (например, Киевское в Днепровском каскаде) или отдельного водохранилища может служить так называемый приустьевой участок устьевой области реки, которая впадает в море или озеро. Общие для них черты – это наличие подпора от «водоприемника» и влияние сгонно-нагонных явлений на режим уровней и течений. Следует отметить, что эти же признаки в определенной степени проявляются и на верхних участках внутрикаскадных водохранилищ.

**Средний участок – мелководная (мелководно-осушная) зона.** Основные гидроморфологические последствия повышения базиса эрозии при создании водохранилища проявляются в общей пенеппенизации (выравнивании, боковой эрозии) рельефа прилегающей к водоему и затопленной им территории. Пенеппенизация приходит на смену педиппенизации (вертикальному расчленению, глубинному врезу) речной системы в бытовых условиях. Такое знаковое изменение процессов денудации и аккумуляции не означает их прекращения или ослабления в условиях ослабления гидродинамической активности водных масс в водохранилище. Наоборот, активизируются эрозионно-денудационные процессы на склонах речной долины и террас и в руслах притоков, оврагов и балок (происходит их выположение под новый базис эрозии). В акватории водохранилища

идет разрушение береговых склонов, новообразовавшихся островов, занесение и заиление продуктами размыва понижений затопленного рельефа, формирование ложа и берегов водохранилища. Наиболее ярко описанные выше процессы проявляются в первые 50 лет эксплуатации крупных равнинных водохранилищ в пределах их мелководных или мелководно-осушенных зон. По расчетам 10-20-летней давности площадь таких зон составляла около 20% общей площади водохранилищ. Сейчас эти данные уточняются с помощью анализа и сравнения космических снимков водохранилищ в вегетационные периоды разных лет [26]. Такой же метод мы применяли при изучении мелководий Каневского водохранилища [9].

С географо-гидрологической точки зрения мелководные (мелководно-осушенные) зоны крупных равнинных водохранилищ можно сопоставлять с дельтами больших рек (Дуная, Волги, Лены и др.). Эти дельты образовались на месте устьев рек, которые наступают на морские пространства при условии стабильного уровня воды и усиленной аккумуляции аллювия в устье («под себя»). Существуют и другие дельты, которые возникают перед эстуариями (лиманами) рек. Такова, например, дельта Днепра перед Днепровским лиманом. Размеры днепровской дельты и ее гидроморфологические особенности подобны «дельтам» водохранилищ.

Совместное действие абиотических, гидроморфологических и биотических факторов резко ускоряет процессы освоения растительностью мелководий водохранилищ, преобразование их в аналоги дельт больших рек. За последние 4–5 лет процессы «гидроморфизации» мелководий (формирование так называемых «гидроморфных ландшафтов») днепровских водохранилищ, по данным В.М.Стародубцева [26], заметно активизировались. Площадь таких ландшафтов составляла, например, на Каневском водохранилище в 2009 г. – 1255,4 га, среднегодовой темп роста площадей этих ландшафтов за период 1985–2009 гг. – 351,7 га, а общий прирост за этот же период составил 8441,5 га. Понятно, что на Киевском водохранилище, как на верхнем в каскаде, прирост наибольший, но и на Кременчугском (155,8 га в год) и Каневском (66,2 га в год) водохранилищах они тоже довольно значительны и резко возросли в последние годы [26].

Таким образом, вектор развития мелководной зоны в направлении формирования дельты означает регенерацию (восстановление) речной системы на этом участке с сохранением и воспроизведением затопленного прежде русла р.Днепр, т.е. моделью мелководной зоны является дельта р.Днепр на этих участках, но при уровнях воды, близких к уровням вегетационного периода. Решающую роль в преобразовании мелководной зоны в дельту реки при новом уровне воды играют биотические факторы, которые сами по себе определяют последующее развитие биоты на этих участках, отодвигая на задний план или нивелируя абиотические гидроморфологические факторы, которые были ведущими на предыдущих этапах развития экосистемы.

Преобразование зоны мелководий крупного равнинного водохранилища в дельту за счет «гидроморфизации» подтверждает тезис о необходимости отдамбования мелководий еще на этапе строительства водохранилища, поскольку этот процесс неминуем. На пути преобразований от мелководной зоны к дельте мелководья проходят стадию водно-болотных угодий, на что мы неоднократно указывали, основываясь на результатах эколого-гидроморфологических исследований мелководий Киевского, Кременчугского и, в меньшей мере, Каневского водохранилищ [10, 11, 12]. Относительно мелководий Каневского водохранилища на участке между устьями рек Десна и Стugna при участии автора статьи была разработана Концепция упорядочения использования и охраны водных ресурсов в пойме р. Днепр, утвержденная Научно-техническим советом Госводхоза Украины (приказ от 10.06.2005 г. №173). Данную концепцию в свете выдвинутой выше гипотезы об ускоренной гидроморфизации мелководной зоны и превращении ее в дельту Днепра при новом уровне воды необходимо пересмотреть.

Освоение мелководий днепровских водохранилищ в пределах больших городов (Киева, Канева, Черкасс, Кременчуга, Днепродзержинска, Днепрпетровска, Запорожья, Каховки) в последние 10–15 лет вызывает сопротивление общественных экологических организаций и отдельных ученых, формируется в целом отрицательное отношение общественности к таким работам. По нашему мнению, с учетом установленного факта ускоренной гидроморфизации мелководий Каневского и, особенно, Киевского водохранилищ целесообразно стимулировать этот процесс с помощью системы отдамбования и намывов при сохранении пропускной способности во время половодий на этих участках. При этом, естественно, необходимо учесть все отрицательные аспекты гидронамывных работ, которые выполнялись в последние годы. Соответствующие оценки и обоснования были сделаны нами в работе [13].

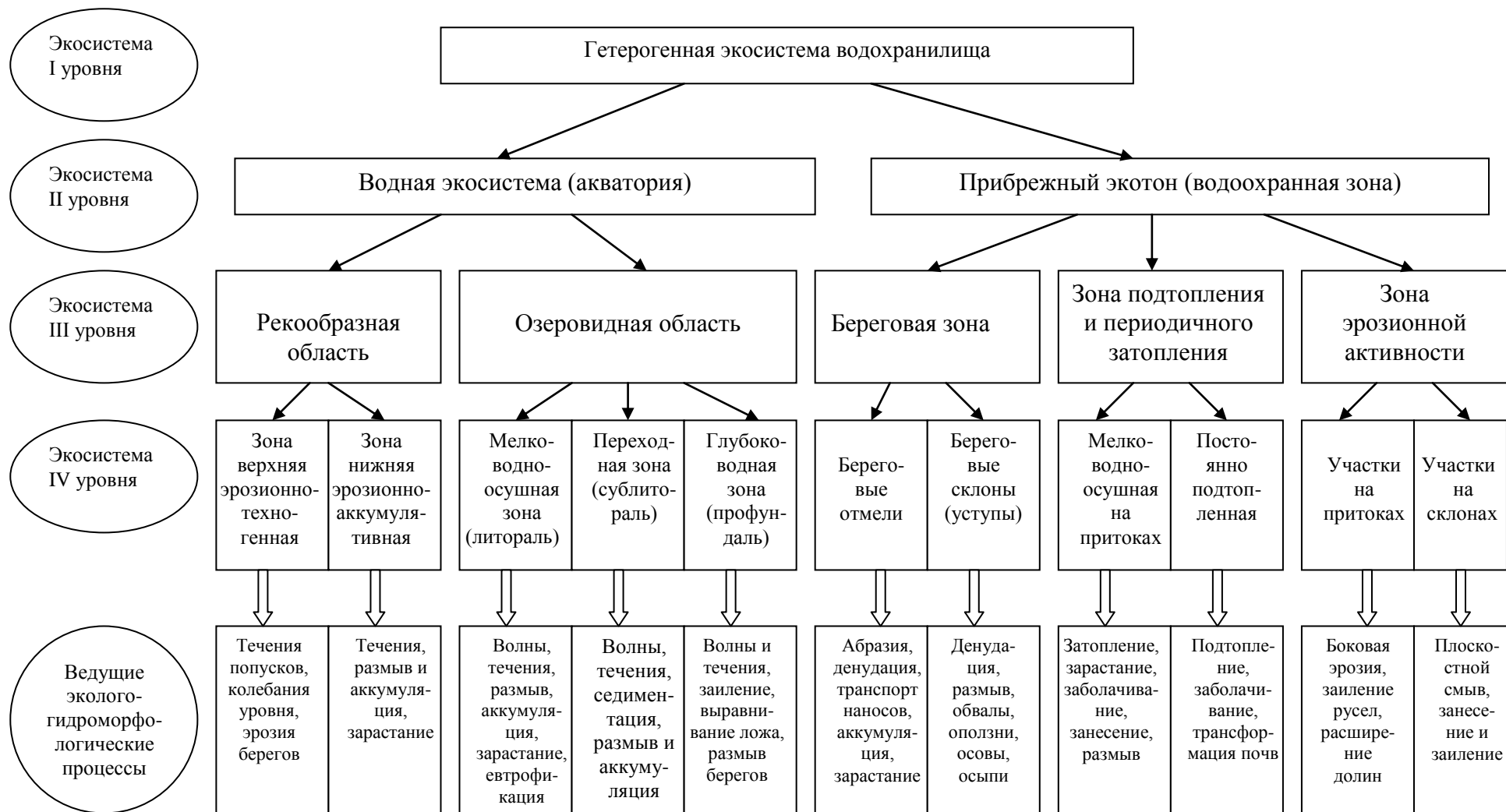


Рис. 1. Схема биотопической структуры экосистемы водохранилища

Следует отметить, что дельта в районе мелководной зоны водохранилища все же будет отличаться от речных дельт Дуная или Волги, в первую очередь своим ежесуточным импульсно-стабилизированным режимом за счет попусков ГЭС.

**Глубоководная часть водохранилищ** прилегает к плотине ГЭС, в водохранилище она наибольшая по площади и объему воды, здесь наибольшие глубины и наименьшие скорости стоковых течений. При таких условиях ведущими факторами гидродинамики становятся ветровые волны и течения, которые вызывают перемещение материалов к углубленным участкам и вдоль берегов. Водная растительность угнетается ветроволновыми процессами и концентрируется отдельными массивами на защищенных мелководьях в заливах и затопленных устьях притоков. Зато на приглубых участках формируются донные биоценозы, это касается, в первую очередь, участков затопленного русла и озер на пойме.

Конечно, влияние затопленной поймы и русла реки на формирование экосистемы этого участка водохранилища меньше, чем на верхних и средних участках. Наиболее ярко это влияние проявляется в береговой зоне, которая интенсивно переформируется под новый базис эрозии. Последний определяет перестройку береговой линии и положение нового уреза воды.

Наиболее интенсивно по сравнению с другими участками водохранилища в глубоководной зоне проходят процессы размыва берегов и островов, которые обусловлены волновой подрезкой склонов выше нового уреза воды, водно-гравитационными процессами на этих склонах (оползнями, обвалами, осыпями и т.п.) и перемещением размываемого материала вдольбереговыми и поперечными к берегу течениями с последующей аккумуляцией в пределах формирующихся береговых отмелей и в заливах, бухтах. Если ветроволновые процессы и течения воды контролируются гидрометеорологическими факторами, то размеры волн и скорости течений определяются еще и рельефом унаследованной речной долины (глубины, уклоны) и геологическим строением ложа и склонов.

Учитывая сравнительно небольшие глубины (на затопленных поймах – до 10–15 м) и довольно значительные размеры глубоководных участков (ширина их 10–30 км, а длина 50–100 км), высоты волн могут достигать 3–4 м, а их длина – 35–50 м, т.е. при штормах волнение охватывает всю водную толщу глубоководных участков, разрушая донные биоценозы, не говоря уже о планктоне или высшей водной растительности.

Наиболее подобны глубоководным участкам крупных водохранилищ лиманы больших рек, или такие моря, как Азовское. Так, последнее по размерам можно сопоставить с глубоководными участками Кременчугского и Каховского водохранилищ, а такие же участки Киевского, Каневского, Днепродзержинского водохранилищ – с Днепровским, Днестровским и другими причерноморскими лиманами. Эти лиманы близки к глубоководным участкам водохранилищ не только по морфометрическим и морфологическим показателям, что тоже очень важно. Лиманы, как и глубоководные участки водохранилищ, сформированы путем затопления материнской речной долины, по которой продолжается сток воды. Тот же Днепровский лиман является своеобразным продолжением каскада днепровских водохранилищ, его наиболее низкой ступенью, но созданной естественными факторами (подъемом уровня моря и затоплением) в условиях, аналогичных перекрытию долины Днепра плотинами ГЭС.

Следует отметить, что аналогии между глубоководными участками водохранилищ и лиманами в устьях рек представляют глубокий теоретический интерес, поскольку временные интервалы функционирования лиманов выходят далеко за сроки эксплуатации водохранилищ, а современные закономерности формирования ложа и берегов водохранилищ и лиманов заметно отличаются. Так, на Каховском водохранилище, несмотря на более чем 50-летний период эксплуатации, продолжается активное формирование некоторых типов берегов (10-15 м в год) вдоль береговой линии, а также выравнивание и выстилание ложа. На мелководьях и литорали Днепровского лимана активная фаза этих процессов давно завершилась, сформировалась единая гетерогенная поверхность берегов, отмелей и ложа лимана. На глубоководных участках водохранилищ заиление даже в самых глубоких местах затопленного русла и стариц (глубины свыше 10-15 м) не превышает 1,0-2,0 м, донные биоценозы распространены спорадично. Нужно также иметь в виду, что биота лиманов – солоноватоводная, а водохранилищ – пресноводная.

Однако, невзирая на вышеназванное различие в характеристиках эстуарных участков лиманов и глубоководных (озеровидных) участков водохранилищ, у них есть много общих черт, что позволяет в первом приближении считать лиманы ближайшими природными аналогами водохранилищ. Озера и

морские заливы не могут рассматриваться как природные аналоги крупных равнинных водохранилищ, поскольку их происхождение, строение ложа и берегов, гидродинамика водных масс, сукцессии и видовой состав биоты очень отличаются друг от друга.

### Эколого-гидроморфологический анализ биотопической структуры прибрежного экотона водохранилища

Водоохранная зона водохранилища, как уже неоднократно отмечалось в наших работах [6, 7], объединяет зоны влияния водохранилища на прилегающую сушу. В нее входят следующие зоны: формирования (переработки) берегов водохранилища и его притоков; подтопления прилегающих к водохранилищу земель; эрозионной активности (см. рис.1). Образование этих зон связано с повышением уровня воды при заполнении водохранилища. По экологической сущности водоохранная зона является прибрежным экотонем водохранилища, т.е. экосистемой переходного типа между экосистемами водоема и близлежащей суши. В этом она похожа на прибрежные зоны лиманов в устьях рек. Вместе с тем, как показывают эколого-гидроморфологические исследования водоохранных зон, для них характерны специфические ведущие эколого-гидроморфологические факторы и структурно-функциональные особенности биотопической структуры.

Наиболее четко водоохранные зоны идентифицируются вдоль глубоководной озеровидной части водохранилища, так как здесь водоема оказывает на прилегающие участки суши наибольшее влияние, поскольку величины повышения базиса эрозии и, соответственно, глубины затопления и подтопления земель здесь наибольшие, а сама водоохранная зона возникает заново. В то же время вокруг рекообразного участка водоохранная зона практически идентична такой же зоне реки в бытовых условиях.

На участках распространения мелководий водохранилища в связи со значительными сезонными колебаниями уровня и уреза воды и образованием осушенных участков прибрежный экотон может мигрировать, если придерживаться тех определений водоохранной зоны, которые внесены в водное и земельное законодательство Украины. Внутренняя, акваторийная граница водоохранной зоны определяется при уровне воды в межень, т.е. при уровнях мертвого объема, а значит при уровнях пропуска половодья (форсированные и нормальные подпорные уровни) и навигационного периода, который совпадает с периодом вегетации (уровни навигационной сработки), значительная часть водоохранной зоны будет затоплена, преобразована в мелководную (еулитеральную) зону водохранилища и потеряет свое водоохранное значение. Наиболее продолжительным стоянием уровней воды на водохранилищах является летне-осеннее, которое по времени близко к вегетационному периоду и периоду активности водного нектона, поэтому мы акваторийную границу прибрежного экотона устанавливаем по уровню навигационной сработки, относя зоны осушки к акватории водохранилища.

Специфическая особенность прибрежного экотона – наложение зон переработки берегов, подтопления земель и эрозионной активности одна на другую возле уреза воды, в сторону суши более всего распространяется зона эрозионной активности, потом – зона подтопления, самая узкая – зона переработки берегов.

**Береговая зона.** В рекообразной части водохранилища преобладающее влияние на формирование береговой зоны имеют стоковые течения и связанная с ними эрозия берегов в сочетании с водно-гравитационными процессами на склонах.

Характерная особенность береговой зоны в пределах мелководий – это отсутствие фиксированной береговой линии: в зависимости от колебаний уровня воды эта линия мигрирует между его максимальными и минимальными положениями. Внешняя граница береговой зоны обычно определяется прогнозом переработки берега на стадию динамического равновесия или на срок 50 лет, однако это положение требует существенных уточнений. На берегах в мелководной зоне, там, где к уступам террас или долины подходит затопленное русло Днепра, наблюдается эрозия и абразия берегов (стоковые течения и ветроволновые процессы). В других случаях формируются биогенные нейтральные берега, подрезаются волнами и течениями острова, мелководья между ними заиливаются и заносятся остатками растений.

Берега глубоководной части водохранилища – это арена максимального развития береговых процессов. Основные факторы: ветроволновые процессы, геолого-геоморфологическое строение, гидродинамика и литодинамика береговых уступов и отмелей, разные виды течений, выходы грунтовых вод. По ведущим факторам выделяются следующие типы берегов: абразионно-осыпные (уступы, составленные песчаными породами), абразионно-обвальные (в связных грунтах),



абразионно-денудационные (в стойких к размыву грунтах), абразионно-оползневые (в районах оползней), аккумулятивные, стабилизированные, нейтральные, биогенные, антропогенные берега и разнообразные их комбинации.

Ширина зоны формирования берегов на днепровских водохранилищах составляет в среднем 300–500 м, а на волжских и сибирских крупных водохранилищах вдвое больше. Длина трансформированных берегов на днепровских водохранилищах составляет около 1000 км (из 3000 км общей протяженности). На них уже утрачено 6000 га земель, а прогноз потерь земель составляет еще 4000 га. По нашим расчетам [14], свыше 300 км берегов нуждаются в неотложной защите, 800 км берегов уже защищены разными берегоукреплениями. Часть берегов (аккумулятивные или стабилизированные) в защите не нуждаются.

Заметим, что береговая зона, как часть прибрежного экотона водохранилища, почти на всем протяжении (за исключением рекообразного участка) ее внутренней границы – береговой линии граничит с мелководьями, в том числе с отмелями на подводном береговом склоне, которые развиваются по схеме литорали озер и морей. Таким образом, функционирование береговой зоны тесно связано с мелководной (мелководно-осушной) зоной. Они представляют собой два последовательных ландшафтных комплекса [16], расположенных ниже и выше средних уровней воды в водохранилище, которые, по нашему мнению, можно рассматривать как ландшафтные экотоны. Ниже зоны мелководий (литорали) расположены гидроморфологические уровни затопленных водохранилищем террас, поймы и русла реки (профундаль). Эти уровни создают ступенчатую биотопическую структуру экосистемы водохранилища, которую она унаследовала от исходной реки (рис.2).

Гидроморфологические уровни разделяются резкими перепадами высот: между мелководьями (литораль) и глубоководьями (профундаль) – внешний край отмели, между мелководьями (литораль) и водоохранной зоной (прибрежный экотон) – пляжи и береговые уступы. В переходных зонах, благодаря более значительному водообмену, аккумуляции наносов, создаются условия для активного развития разных видов биоты, подобно шельфовым участкам морей и океанов, литоральям озер.

Следующая составная часть прибрежного экотона – это **зона подтопления и затопления прибрежных территорий**. Ее образование связано с повышением уровня воды при наполнении водохранилища и соответствующим повышением уровней грунтовых вод, затоплением понижений в долинах рек и балок поверхностными водами. По расчетам [25] на незащищенных территориях в зонах влияния днепровских водохранилищ площади подтопленных земель с глубиной залегания грунтовых вод до 2 м составляют 93,5 тыс. га, а затопленных мелководий – 133 тыс. га (общая площадь акватории водохранилищ составляет 698,8 тыс. га). И это при том, что разными сооружениями вертикального и горизонтального дренажа на днепровских водохранилищах защищено от затопления и подтопления 290 тыс. га земель, на которых расположены 190 населенных пунктов с населением почти 500 тыс. человек.

По данным [25], уточненным под руководством автора [15], формирование подпорных уровней грунтовых вод, вызванных созданием каскада, закончилось на рубеже XX–XXI столетий в прибрежной полосе шириной до 10 км. На большем расстоянии от уреза воды в водохранилищах продолжается медленный подъем уровней грунтовых вод с интенсивностью 1–3 см/год. Подъем уровня грунтовых вод будет продолжаться и дальше до достижения естественных дрен – рек, балок и оврагов. Ширина зоны подтопления на сегодня составляет от 3–5 км на Каневском, Днепровском водохранилищах до 12 км на Кременчугском и 25 км – на Каховском. Внутренняя граница зоны подтопления – это урез воды в водохранилище, внешняя граница проходит по крайней линии прогнозного подпора, обусловленного водохранилищем.

В естественных условиях участки подтопления и затопления превращались бы в водно-болотные угодья, что мы наблюдаем в верховьях (рекообразные участки) и средних частях водохранилищ (мелководные участки). Процессы подтопления вместе с их последствиями можно рассматривать как физико-географические процессы превращения ландшафтов субтерального типа в субаквальные под влиянием водного фактора (поднятие уровня воды, обводнение массивов пород и их взвешивание) на границе водной и плакорной экосистем. При таком подходе зону подтопления побережья можно рассматривать как ландшафтный экотон аквально-терального происхождения на границе между водохранилищем и сушей. Уровень поверхности этого экотона в целом будет выше, чем уровень ландшафтного экотона – береговой зоны.

Экологические зоны:	ЭА	Подтопления	Береговая	Литораль (мелководно-осушенная)	Сублитораль (промежуточных глубин)	Профундаль (глубоководная)	Литораль (мелководно-осушенная)	Береговая	Подтопления	ЭА	Плакор	
Интервал глубин при УНС:	>3*	0-3*		0-3	3-6	>6	0-3	0-3*		>3*		
Морфологические зоны:	Склон плато	Лессовая терраса		Боровая терраса	Высокая пойма со старицей	Низкая пойма, русла (основное и рукав)		Боровая терраса	Лессовая терраса	Склон плато	Плато	
Лито-фациальные зоны:	Почвенный покров			Спорадические донные отложения		Глубоководные осадочные отложения		Спорадические донные отложения		Почвенный покров		
	плакор	луговой		пески, супески, илы		супески, илы		илы, детрит		пески, супески, илы, торф		
Процессы:	Смыв, эрозия	Подтопление, заболачивание		Абразия, аккумуляция	Абразия, эрозия, зарастание, заболачивание		Изредка абразия, аккумуляция		Седиментация илов и детрита		Абразия, эрозия, зарастание, заболачивание	
Зоны растительности:	Высшая наземная			Высшая водная растительность				Растительность отсутствует	Высшая водная растительность		Высшая наземная	
	плакор	луговая		Воздушно-водная, плавающая, погруженная		погруженная			плавающая, воздушно-водная		луговая, плакор	

**Условные обозначения:**

ЭА – зона эрозионной активности; уровни воды: ∇НПУ – нормальный подпорный, ∇УНС – навигационной сработки, ∇УМО – мертвого объема, ∇БУВ – в межень; - - - - - – уровень грунтовых вод; - · - · - · - – начальный профиль берега; \* – глубина залегания грунтовых вод при НПУ

Рис. 2. Схематический поперечный эколого-гидроморфологический профиль озеровидной области равнинного долинного водохранилища

Завершается зона непосредственного влияния водохранилищ на природу близлежащих территорий суши **зоной эрозионной активности** на склонах притоков, оврагов и балок, что связано с общим резким повышением базиса эрозии в бассейне водохранилища. При этом тормозятся врезы в подстилающую поверхность (глубинная эрозия), но усиливается боковая эрозия. Изменение знака денудационно-аккумулятивных процессов приводит к тому, что на смену процессам расчленения территорий и педипленизации (отступления склонов) приходят процессы пенепленизации (выравнивания водоразделов и склонов) за счет плоскостного смыва отложений на возвышенностях и их перемещения в понижения. Особенно заметны эти процессы в затопленных руслах и на поймах притоков, оврагов и балок (на Днепровском каскаде – в устьях рек Тетерев, Припять, Десна, Сула, Ворскла, Самара и др.).

Зона эрозионной активности также может рассматриваться как ландшафтный экотон, имеющий самый высокий гипсометрический уровень в экосистеме водохранилища. Ведущими процессами, которые формируют биотопическую структуру этого экотона, выступают водно-гравитационные процессы на склонах (размыв, смыв, транспорт) и аккумуляция в понижениях рельефа (руслах, поймах рек, днищах оврагов и балок). Наиболее четко выражена эта зона в устьях притоков водохранилища в пределах его глубоководной части, где имеет место наибольший напор воды и, соответственно, максимальная энергия воды и рельефа.

### Выводы

1. Разделяя мысль А.Б.Авакяна о том, что крупные равнинные водохранилища являются уникальными географическими объектами, мы сделали попытку систематизировать сведения о таких водохранилищах именно из географо-гидрологических позиций, не акцентируя внимание на их хозяйственном значении, влиянии на социум и экономику, отрицательных последствиях для природы и человека. Рассмотрение крупных равнинных водохранилищ как географических объектов позволяет выявить их место и роль среди других водных объектов (рек, озер, морей), установить и оценить возможные природные аналоги водохранилищ и их частей и на основе этого спрогнозировать (смоделировать) перспективы существования и использования этих объектов, возможности управления их экологическим состоянием. Выполненные нами исследования показали, что крупные равнинные водохранилища в целом не имеют природных аналогов, и потому можно констатировать, что на территории Украины р.Днепр впадает в Киевское водохранилище, как верхнюю ступень Днепровского каскада, который фактически завершается в Днепровском лимане.

2. За последние 20 лет в гидроэкологии сформировалось представление о крупных равнинных водохранилищах как сложных водных экосистемах, а на стыке гидроэкологии и гидрологии возникло новое научное направление – экологическая гидрология, которая рассматривает гидрологические явления и процессы как абиотические факторы водных экосистем. В рамках экологической гидрологии водных объектов формируется экологическая гидрология водохранилищ. Однако, как показали исследования автора статьи на Днепровском каскаде, крупные равнинные водохранилища – это уникальные водные объекты, формирование экосистем которых зависит от эксплуатационного режима и затопленного рельефа, гетерогенности ложа, берегов и водных масс, «молодости» водохранилищ и их мелководности. Поэтому предложено эколого-гидрологические исследования крупных водохранилищ объединить геолого-морфологическими (строение ложа и берегов, морфо- и литодинамика) под единым названием «эколого-гидроморфологический анализ» и рассматривать его как методологическую основу экологической гидрологии водохранилищ. Предмет эколого-гидроморфологических исследований – это ключевые (ведущие) абиотические факторы и структурно-функциональные особенности биотопической структуры экосистем водохранилищ.

3. Днепровские водохранилища вместе с их водоохранными зонами, где водные массы взаимодействуют с прилегающей сушей, образуют огромную экосистему (гетерогенную природно-техническую экосистему), которая сформирована искусственно в речной долине и за счет стока р.Днепр в виде шести ступеней – плотин ГЭС. Седьмая ступень (природная) – Днепровский лиман. Свообразные особенности этой гидроэкосистемы: наличие шести местных базисов эрозии, которые искусственно изменяются на протяжении года, имитируя природный гидрологический режим Днепра; одноактность и кратковременность возникновения; коренная перестройка природных факторов и условий; унаследованные от р.Днепр террасированная равнина и сток воды; общая мелководность, которая обуславливает ведущее влияние затопленного рельефа и геологического строения на гидродинамику воды, морфодинамику ложа и берегов, литодинамику наносов и, как следствие, на биоту водохранилищ.

4. Гидродинамика воды, морфодинамика ложа и берегов, литодинамика наносов и биота – это основные эколого-гидроморфологические факторы формирования экосистемы водохранилища, которые, взаимодействуя, определяют экологическое состояние водохранилища на данный момент времени, поскольку векторы воздействия и роль каждого из этих факторов со временем изменяются, определяя инерционные, унаследованные и флуктуационные, стационарные изменения (стадии, этапы, сукцессии) водных экосистем и их отдельных составляющих. В целом процесс развития водных экосистем водохранилищ имеет нестационарный характер и направлен на формирование в условиях пенеппенизации (выравнивания) рельефа ложа и берегов относительно новых базисов эрозии (уровней воды) каждого из водохранилищ.

5. Территориальные отличия проявления и взаимодействия ключевых эколого-гидроморфологических факторов, связанные с особенностями влияния на них рельефа и геологического строения затопленной речной долины, выражаются в территориальной классификации биотопической структуры водных экосистем – районировании и типизации их составных частей как структурно-функциональных элементов. Наибольшими элементами биотопической структуры акваториальной части каждого водохранилища выступают три принципиально разных участка – верхний (рекообразный), средний (мелководный, литоральный) и нижний (глубоководный, профундальный).

6. Водоохранная зона водохранилища – это трехъярусный ландшафтный экотон, который включает экотоны береговой зоны, зоны подтопления и затопления земель и зоны эрозионной активности. Эти зоны фиксируют ареалы распространения процессов, вызванных созданием водохранилища, в сторону водоразделов.

7. Экосистемы разных участков водохранилищ и прилегающие к ним прибрежные экотоны имеют разные естественные аналоги на разных этапах своего развития, и, соответственно, разными будут подходы к их изучению и практическому освоению. В целом, водохранилища – это водные объекты, которые активно развиваются, а значит нуждаются в изучении, анализе их состояния и возможностей освоения.

#### Библиографический список

1. *Авакян А.Б., Матарзин Ю.М.* Водоохранилища и их народнохозяйственное значение. Пермь: Перм. ун-т, 1984. 84 с.
2. *Водный Кодекс Украины* (на укр.) // Закон Украины от 06.06.1995 №213/95-ВР (Редакция по состоянию на 27.07.2013). URL <http://www.zakon.rada.gov.ua/go/213/95-вр>. (дата обращения: 13.04.2013)
3. *Водоохранилища и их воздействие на окружающую среду* // Под ред. Г.В.Воропаева, А.Б.Авакяна. М.: Наука, 1986. 368 с.
4. *Дубняк С.А., Крынько И.Н.* Организация и проведение мероприятий по улучшению природно-технического состояния и благоустройству водохранилищ. Киев: ВИПК Минводхоза СССР, 1986. 87 с.
5. *Общегосударственная целевая программа развития водного хозяйства и экологического оздоровления бассейна реки Днепр на период до 2021 года* (на укр.) // Закон Украины от 24.05.2012 №4836-VI. URL <http://www.zakon.rada.gov.ua/go/4836-17>. (дата обращения: 15.04.2013)
6. *Дубняк С.С., Дубняк С.А.* Заходи щодо розвитку басейнової системи управління водними ресурсами на прикладі басейну р. Дніпро // Водне господарство України. 2006. №3. С. 25-34.
7. *Дубняк С.С.* Методологія дослідження структурно-функціональних особливостей рівнинних водосховищ // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2006. Т. 10. С. 20-35.
8. *Дубняк С.С.* Еколого-гідрологічний підхід к определению границ мелководий на водохранилищах // Гидробиол. журн., 1996. 32. №5. С. 102-107.
9. *Дубняк С.С., Дубняк С.А.* Проведення технічного та радіологічного моніторингу на водосховищах Дніпровського каскаду // “Забезпечення сталого функціонування та дотримання природно-екологічної рівноваги дніпровських водосховищ: Наук. зб. Київ: Оріяни, 2003. С. 79-85.
10. *Дубняк С.С.* Еколого-гідрологічні та водогосподарські аспекти проблеми освоєння мілководь Київського водосховища // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2007. Т. 13. С. 54-61.
11. *Дубняк С.С.* Роль мілководь у функціонуванні екосистем дніпровських водосховищ та перспективи їх використання // Проблеми воспроизводства аборигенных видов рыб: Науч. сб. Київ: Світ рибалки, 2005. С. 200-204.

## Дискусии

12. Дубняк С.С. Аналіз еколого-гідроморфологічних наслідків часткового спрацювання (приспуску) Канівського і Кременчуцького водосховищ // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2007. Т. 12. С. 41-50.
13. Дубняк С.С. Оцінка водного режиму і пропускної здатності верхньої ділянки Канівського водосховища в умовах інтенсивної урбанізації // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. 2004. Т. 6. С.145-158.
14. Дубняк С.С., Дубняк С.А. Методика и результаты исследований динамики берегов днепровских водохранилищ // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: тр. Междунар. науч.-практ. Конф: в 3 т. Перм. гос. ун-т. Пермь, 2007. Т. I. С. 149-154.
15. Дубняк С.С. Еколого-гідроморфологічний аналіз проблем підтоплення земель у зоні впливу дніпровських водосховищ // Наук. праці УкрНДГМІ. Київ: Ніка-Центр, 2007. Вип. 256. С. 293-308.
16. Зимбалева Л.Н., Плигин Ю.В., Хороших Л.А. Структура и сукцессии литоральных биоценозов днепровских водохранилищ. Киев: Наук. думка, 1987. 204 с.
17. *Общегосударственная программа* развития водного хозяйства (на укр.) // Закон Украины от 17.01.2002. №2988-III. URL <http://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/2988-14> (дата обращения: 17.04.2013)
18. *Общегосударственная целевая программа* развития водного хозяйства и экологического оздоровления бассейна реки Днепр на период до 2021 года (на укр.) // Закон Украины от 24.05.2012 № 4836-VI URL <http://www.zakon.rada.gov.ua/go/4836-17> (дата обращения: 17.04.2013)
19. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 742 с.
20. Ободовський О.Г., Онищук В.В., Гребінь В.В. та ін. Морфодинаміка нижнього б'єфу Канівського гідровузла // Сучасні проблеми охорони довкілля, раціонального використання водних ресурсів та очистки природних і стічних вод: Міжнар. наук.-практ. конф., 20-23 квітня 2004 р. Київ. 2004. С. 147-152.
21. Пышкин Б.А. Динамика берегов водохранилищ. Київ: Наук. думка, 1973. 413 с.
22. Поддубный А.Г. Использование результатов экологического районирования водоема в практике народного хозяйства // Тр. Ин-та биологии внутр. вод. 1990. Вып. 62(65). С. 145-164.
23. Розовский Л.Б. Введение в теорию геологического подобия и моделирования. М.: Недра, 1969. 126 с.
24. Романенко В.Д. Основы гидроэкологии: Підручник. Київ: Обереги, 2001. 728 с.
25. Рекомендації щодо поліпшення екологічного стану прибережних територій дніпровських водосховищ // За ред. В.Я. Шевчука. Київ: КСП, 1999. 182 с.
26. Стародубцев В.М., Богданець В.А., Томченко О.В. та ін. Формування нових дельт у дніпровських водосховищах // Водні ресурси, проблеми раціонального використання, охорони та відтворення: Матеріали 3-ї наук.-практ. конф., 21-25 червня 2010., м.Коктебель. 2010. С. 39-41.
27. *Национальная программа* экологического оздоровления бассейна Днепра и улучшения качества питьевой воды (на укр.) // Постановление Верховной Рады Украины от 27.02.1997. №123/97-ВР. URL <http://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/123/97-вр> (дата обращения: 17.04.2013)
28. Тимченко В.М. Экологическая гидрология водоемов Украины. Київ:Наук.думка, 2006. 383 с.
29. Матарзин Ю.М. Гидрология водохранилищ. Пермь: Изд-во ПГУ, ПСИ, ПССГК, 2003. 296 с.
30. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 // Official Journal of the European Communities. L327. 22.12.2000. 72 p.
31. Dubnyak S., Timchenko V. Ecological role of hydrodynamic processes in the Dnieper reservoirs // Ecological Engineering. 2000. №16. P. 181-188.
32. Zalewski M., Janauer G.A., Jolankai G. Conceptual background // Ecohydrology: a new paradigm for the sustainable use of aquatic resources. – Paris: Int. Progr. UNESCO, 1997. Technical Document in Hydrology 7.

**S.S.Dubnyak**

### **ECOHYDROMORPHOLOGICAL ANALYSIS OF THE LARGE PLAIN RESERVOIRS**

The peculiarities of large plain reservoirs as an heterogenic ecosystem in comparison with other water objects are considered. It is shown that the regulation of an condition and use of various parts of reservoirs should be made taking into account of features of their objects-analogues, specificity of interaction between the main factors on each of these parts.

Key words: large plain reservoir, water ecosystem, ecohydrology, objects-analogues, delta, lagoon, hydromorphization.

**Sergey S. Dubnyak**, Candidate of Geography Science, Associate Professor of Department of Geography, doctoral student; Taras Shevchenko Kyiv National University; 2-A Glushkova, Kyiv, Ukraine 03040; dubnyak@ukr.net

УДК 556.01

**Р.М.Кашкай**

## **ПРОБЛЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА И ЕГО РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

При регулировании стока рек в горных и аридных зонах водохранилища, наряду с положительной ролью, отрицательно влияют на экологическое состояние нижних участков рек. Для предотвращения загрязнения и истощения речных вод необходима охрана их в процессе использования.

Ключевые слова: водохранилища; регулирование стока; экология; загрязнение; водные ресурсы; охрана вод.

Территория Азербайджана, за исключением рек, непосредственно впадающих в Каспийское море (Междуречье Самур-Пирсаат и реки Ленкоранской природной области), входит в бассейн р.Куры, т.е. почти  $\frac{3}{4}$  всей площади Азербайджана обеспечивается ее водами. Находясь в среднем и нижнем течении двух межгосударственных рек, Кура и Араз, она имеет в основном приток из сопредельных районов Грузии, Армении, Дагестана и Ирана, составляющий  $20,6 \text{ км}^3$ . А сток, формирующийся на территории республики, очень мал и составляет всего  $10,3 \text{ км}^3$ . В этих условиях, в интересах обводнения засушливых территорий, водоснабжения населения, выработки гидравлической энергии, обеспечения потребностей промышленности, сельского хозяйства, развития рыболовства, требуется разработка наиболее эффективных путей исследования стока и его подземной составляющей, а также изыскание путей его рационального использования. Азербайджан – это страна малых горных рек. Из 8350 рек республики 8295 имеют длину менее 25 км, многие из которых в теплое полугодие пересыхают. Центральную часть республики занимает обширная Кура-Аразская низменность, где испаряемость (1300-1400 мм) намного превышает осадки (150-200 мм), хотя 83% сельскохозяйственной продукции приходится именно на эту территорию, что невозможно без применения искусственного орошения. Большие масштабы водопотребления требуют огромных водных ресурсов и приводят к необходимости их всестороннего планирования и охраны от загрязнения.

Наглядной характеристикой обеспеченности водой территории является внутригодовое распределение стока внутри года, которое в Азербайджане отличается большим разнообразием. Это определяется прохождением на реках весеннего, весенне-летнего половодья, весенних и зимне-весенних паводков, пересыхание рек с низкими водосборами. Оно не остается постоянным и зачастую резко изменяется из года в год. Неравномерное распределение стока по территории и внутри года создает крайне неблагоприятные условия эффективного использования этих и без того малых водных ресурсов. Вместе с тем в Азербайджане природные условия благоприятствуют проведению водохозяйственных мероприятий, так как низменные районы с недостаточным увлажнением непосредственно примыкают к горным районам избыточного увлажнения или пересекаются реками, берущими начало в горах. Поэтому в условиях Азербайджана единственным и наиболее эффективным мероприятием для рационального использования стока является его регулирование путем создания водохранилищ [2, 3]. С этой целью в республике создано более 100 водохранилищ общей площадью  $1070 \text{ км}^2$ , что равно 1,3% территории республики ( $86\,400 \text{ км}^2$ ). Суммарный объем всех водохранилищ составляет  $21,6 \text{ км}^3$ . Объем трех водохранилищ

---

© Кашкай Р.М., 2013

**Кашкай Рена Мир Таги кызы**, доктор географических наук, старший научный сотрудник, заведующая отделом «Гидрологии суши и водных ресурсов» Института Географии Национальной Академии Наук Азербайджана; Азербайджан 1143, Баку, пр. Г. Джавида, 31; doktor\_rq@mail.ru