

УДК (574.63:621.311.25)

ПРОТАСОВ А.А., УЗУНОВ Й. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО
ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ВЕЛИКИХ РІВНИННИХ ВОДОСХОВИЩ НА
ПРИКЛАДІ ДНІПРОВСЬКОГО КАСКАДУ//
ГІДРОБІОЛ. ЖУРН. 2021. Т.57.№3.С.3-20

Английская версия Гидробиологического журнала:

См.: <https://www.begellhouse.com/ru/journals/hydrobiological-journal.html>

Conceptual Provisions Regarding Ecosystem Services of Large Plain Reservoirs by
Example of the Dnieper River Cascade, Ukraine //Hydrobiological
Journal 57(5):3-18

Русский перевод

А.А. ПРОТАСОВ,

Й.УЗУНОВ

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ
КРУПНЫХ РАВНИННЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ НА ПРИМЕРЕ
ДНЕПРОВСКОГО КАСКАДА

Рассмотрена концепция экосистемных услуг (ЭУ) с учетом применения её для водохранилищ Днепровского каскада. Введено новое положение об иерархической структуре системы ЭУ. Такая система включает несколько уровней: речного бассейна, каскада, отдельных водохранилищ, экосистем и их подсистем. На каждом уровне существует свой ряд ЭУ, в соответствии со структурой и функциональными особенностями экосистем и метаэкосистем.

Не все экосистемные функции могут рассматриваться как связанные с предоставлением ЭУ (положительные услуги, с точки зрения человека), поэтому наряду с ЭУ существует определенный ряд антиуслуг (ЭАУ). В сравнительном аспекте рассмотрен вопрос системы ЭУ-ЭАУ в двух вариантах природопользования, а именно - в условиях существования каскада водохранилищ и в условиях незарегулированной реки.

Ключевые слова: экологические услуги, экологические антиуслуги, каскад водохранилищ, водохранилище, экосистема, планктон, бентос, перифитон

Введение

Рассмотрение положений Водной Рамочной Директивы позволяет сделать выводы, что наиболее разработанной и обоснованной является ее часть, которая связана с оценками состояния, его улучшением именно для лотичных систем - водотоков, в основном малых и средних. Менее разработаны подходы к природным лентичным системам, таким как озера. И очень мало методологических установок для существенно измененных и искусственных водных объектов. Это касается и таких техногенных экосистем как крупные равнинные водохранилища, водоемы-охладители энергетических станций, другие технические водоемы.

Имплементация и практическое применение ВРД на территории Украины в полной мере невозможно без четкого представления о применении её принципов ко всем без исключения категориям водных объектов, с учетом их особенностей. Поэтому исследования, направленные на адаптацию принципов ВРД к разработке методологии оценок экологического потенциала водохранилищ Днепровского каскада является

крайне актуальными. С установлением экологического потенциала тесно связан вопрос о получении экологических услуг. Можно вообще сказать, что комплекс экологических услуг от техноэкосистем, которыми и являются водохранилища представляет собой комплекс экологических и технических (более широко - потребительских) целей. Установление экологических целей является одним из основных принципиальных требований ВРД. Следует, очевидно, считать, что существует определенное сочетание чисто экологических и технических услуг.

Согласно ВРД для существенно измененных и искусственных поверхностных водных объектов должен быть установлен экологический потенциал. Элементы качества для искусственных и существенно измененных поверхностных водных объектов должны быть такими, как те, которые применяются для ненарушенных поверхностных вод (река, озеро, переходные воды, прибрежные воды), наиболее подобных тому искусственному или существенно измененному массиву поверхностных вод, который проходит оценку (например, канал - река, водохранилище - озеро) (ВРД 2000/60, Приложение 5, п. 1.1.5). Для водохранилищ Днепровского каскада такой подход не представляется возможным, потому что таких природных аналогов на территории Украины нет. Как нет и в Западной Европе. Поэтому, по нашему мнению, необходимо на основе понимания структурных особенностей и закономерностей функционирования, направленности сукцесийных процессов в водохранилищах Днепра, смоделировать экологически и технически приемлемые условия (комплекс реальных и гипотетических показателей) применить их в оценке экологического потенциала на основе тех или иных алгоритмов сравнения.

Для природных водных объектов в качестве эталона сравнения берутся так называемые «референсные условия», но для существенно измененных и искусственных экосистем такого понятия, или аналога нет. Компаративный принцип для оценок при этом сохраняется. Поэтому условия можно только смоделировать, как комплекс экологически и технически приемлемых

условий или принять средние, типичные значения для данного водного объекта. Такой подход подобен установлению так называемых «экологических нормативов» [11] (Оксиюк, Жукинский, 1999). Применение понятия и термина «референсные условия» в данном случае не является корректным. Для этого есть несколько предпосылок. Во-первых, сам термин «референсные условия» уже преокупирован, и касается только природных водоемов, естественных участков водных объектов. В водохранилищах Днепра таких участков практически нет. Это можно рассматривать как формальное замечание. Но с экологической точки зрения, если и возможно выделить участки, подобные природным (верхняя, русловая часть водохранилища), то они не могут быть «референсными» в полном смысле, потому что река и водохранилище это совершенно разные типы экосистем. Кроме того, практически на все речные участки Днепра так или иначе влияют водохранилища, расположенные как выше, так и ниже по течению. Во-вторых, задача оценок экологического потенциала и установление целей для техноэкосистем, каковы водохранилища Днепра, не могут лежать в русле такой формулировки: «Достичь состояния, которое могло бы быть сопоставимым с референсными условиями». Создание водохранилища практически разрушает старые экосистемы, в корне меняется, так сказать, «ландшафт» экологических услуг, получаемых человеком. Важным является и то, что существенно меняется целевая компонента оценок. К целям экологическим добавляются цели технические, чисто потребительские, в широком смысле. И именно технические, утилитарные цели, непосредственно связаны с экосистемными услугами, а также с антиуслугами. Концепция экосистемных услуг в данном случае важна, потому, что она связывает цели экологического плана и цели утилитарные. Последние важны потому, что водохранилища, как и любая искусственная техноэкосистема создавались с определенными утилитарными целями, по определенному плану и проекту.

Положения концепции экосистемных услуг (ЭУ) в отношении водохранилищ. Расширенное определение ЭУ дано в документе «Оценка экосистем на пороге тысячелетия» [27] (МЭА, 2005): это - польза, которую люди получают от экосистем, которая выражается в получении ресурсов, продуктов питания, питьевой воды; регулирующих услуг, вспомогательных услуг, культурных а также других материальных и нематериальных выгод. Экологические услуги понимаются как разнообразная польза, которую человек получает от функционирования экосистем [16, 20] (Экосистемный ..., 2016, Розенберг, 2017). Важно подчеркнуть, что экосистемные услуги связаны с функционированием целостной экосистемы. Однако от функционирующих экосистем может быть получен и отрицательный для человека эффект, который выражается в предоставлении так называемых антиуслуг [32] (Uzunov, Protasov, 2019). Экологические услуги являются определенной антропоцентрической оценкой отношений в системе человек - экосистема, или, в более широком смысле - в системе отношений человек - тип экосистем, или биогеом и биосфера в целом.

Удалено: 22

Отформатировано: русский (Россия)

Удалено: 15

Отформатировано: русский (Россия)

Удалено: 18

Отформатировано: русский (Россия)

Удалено: 26

Отформатировано: русский (Россия)

Создание водохранилищ было частью деятельности человека при эксплуатации им водных ресурсов с давних времен [1] (Авакян и др. 1987). В настоящее время в мире насчитывается до полумиллиона искусственных водных объектов, площадью более 1 га [23] (Downing et al, 2006). Особенностью водохранилищ на р. Днепр в пределах Украины является их значительный размер и объем. Они входят в число 160 крупных водохранилищ мира с площадью 100-1000 км² [23] (Downing et al., 2006). Хотя некоторые их части в той или иной степени сохраняют речной режим, другие - режим, близкий к озерам, есть и черты, которые сближают их экосистемы с эстуарными. Но, без сомнения, их экосистемы во многих чертах уникальны. Это особый тип водных экосистем. Например, можно выделить ряд различий их как от озерных, так и от речных экосистем, (таб. 1), что частично вытекают из различий между лотическими и лентическими экосистемами (таб. 2).

Удалено: 20

Отформатировано: русский (Россия)

Удалено: 0

Отформатировано: русский (Россия)

Таблица 1. Сравнение экосистем равнинных водохранилищ с озерными и речными экосистемами (по [14, 31] Straškraba, 1996; Протасов, 2011, с изменениями)

Характеристика	Реки	Озера	Водоохранилища
Происхождение	Природные	Природные	Искусственные
Время существования, годы	10^4	10^4-10^6	$10-10^2$
Максимальная глубина	Устьевая часть	Средняя часть	Приплотинная
Донные отложения	Автохтонные, подвижные	Автохтонные, аккумуляция	Аллохтонные, аккумуляция
Гидрофизические градиенты	Сток гравитационный	Ветровые циркуляции	Стоковые течения, техногенные, ветровые циркуляции
Сток	Поверхностный	Поверхностный	Глубинный
Водообмен	Значительный	Незначительный	Значительный
Значения прибрежной зоны, литорали	Незначительное	От малого до существенного	Значительное
Связь с водосбором	Значительный, решающий	Значительный	Ограниченный
Колебания уровня воды	Циклические, сезонные	Несущественные	Постоянные, периодические, технозависимые
Использование водных ресурсов	Спорадическое, локальное	Спорадическое, локальное	Постоянное

Удалено: 13

Отформатировано: русский (Россия)

Удалено: 25

Отформатировано: русский (Россия)

Таблица 2. Сравнение лотических и лентических экосистем (по [14] Протасов, 2011, сокращенно)

Характеристика	Лотические	Лентические
Многомерная структура	3 оси пространства + временная ось	2 оси пространства + временная ось
Основной градиент	Продольный	Радиальный
Основные процессы во времени	Циклические	Поступательные
Симметрия	Билатеральная	Радиальная

Удалено: 13

Отформатировано: русский (Россия)

Направление макросукцесий	Связаны с процессами на водосборной площади, меандрирование, переформирование русел	Старение, накопление донных осадков, эвтрофирование
Доминирующие группы гидробионтов в первичной продукции	Перифитон, бентос	Планктон, макрофиты, эпифитон

Особенностью водохранилищ Днепра является и то, что все они представляют собой часть большей экосистемы, которую можно назвать «зарегулированный Днепр». Они связаны не только стоком воды, а и биостоком. Оценки именно этой системы является важной задачей будущего. Основным экологическим последствием создания каскада является фрагментация речной экосистемы и миктические процессы сочетания лотических и лентических локусов единой системы. Таким образом, рассматривая вопрос об экологических услугах, следует учитывать, во-первых, что экосистемы водохранилищ существуют в составе более сложных экосистем, во-вторых, они являются особым типом водных экосистем, к которым в полной мере не могут быть применены принципы организации лотических или лентических систем, с присущей им континуальной структурой.

Концепция экологического континуума водохранилищ еще не разработана, но можно указать на следующие особенности: билатеральная (в основном) симметрия, продольный и латеральный градиенты глубин, приплотинная асимметричность относительно продольной оси аккумуляция донных отложений; для временной оси континуума характерны короткопериодические колебания, и антропогенные сезонные режимы накопления и расходов водных масс, осушение литорали. Следует добавить, что импульсный режим стока формирует особые условия ниже плотины (нижний бьеф и прилегающие акватории), в речной части, которая, в

условиях каскада сама может быть уже практически частью ниже размещенного водохранилища.

Неоднозначность подходов к выделению однородностей экосистем и организации их мониторинга, экологических оценок влечет за собой неоднозначность оценок возможности получения ЭУ. Согласно нормативам, принятым в Украине, континуальные по своей природе водные объекты условно делятся на так называемые массивы поверхностных вод или МПВ [4, 10] (Водная рамочная ..., 2006; Методика ..., 2019). Хотя дается следующее определение этому термину: «МПВ определяется как поверхностный водный объект или его часть, для которого устанавливаются экологические цели и используемые для оценки достижения этих экологических целей» [10] (Методика ..., 2019, с. 2), по какой-то причине в определении не отмечено важное свойство МПВ - условная его однородность. Именно это позволяет делать более или менее целостную оценку именно данного МПВ и устанавливать для него определенные цели. С точки зрения получения экосистемных услуг, цели могут быть не только экологичными. Практически все техноэкосистемы создаются именно с техническими и хозяйственными целями, которые, безусловно, связаны и с экологическими. Что касается доминирования тех или иных целей, вопрос очень сложный и не имеет однозначного решения. На практике, при создании техноэкосистем именно технические, потребительские цели становятся доминирующими.

Определение МПВ может толковаться неоднозначно. Один вариант, с точки зрения чисто водохозяйственной - это водная масса, вмещает весь водный объект или его часть, которая в принятой нами степени рассматривается как достаточно однородная. Второй - как фрагмент экосистемы, условно выделенной, достаточно однородный, включает в себя все живые и косные, средовые элементы экосистем. С точки зрения экосистемных услуг, очевидно, что второй подход более адекватен. Если речь идет исключительно о водных ресурсах, то и здесь второй подход более

Удалено: 9

Отформатировано: русский (Россия)

Удалено: 9

Отформатировано: русский (Россия)

правильный, поскольку качество воды, например, напрямую зависит от всех внутриводоёмных процессов. Таких процессов, происходящих в экосистеме или ее условно выделенном фрагменте (субэкосистемы или природном субэкосистемном образовании). В аспекте получения ЭУ должен быть применен именно такой подход.

Комплекс основных экосистемных услуг водохранилища следует из самого его определения, данного этому объекту в Водном кодексе Украины: «водохранилище - это искусственный водоем вместимостью более 1 млн. кубических метров, созданный для запаса воды и регулирования ее стока». Кроме того, учитывая общие принципы предоставления ЭУ, можно принять как важнейшие такие ЭУ: обеспечение людей материальными благами и ресурсами, которые ими непосредственно используются (обеспечивают непосредственно экологические услуги); поддержку различных механизмов регулирования экосистемных показателей окружающей среды, непосредственно значимых для благополучия человека (, регулирующих ЭУ); нематериальное обеспечение культурных, духовных и научных потребностей людей (культурные ЭУ). Могут быть включены кроме того, информационные, рекреационные ЭУ, создание природных условий для улучшения физического состояния и здоровья человека. Вообще выделяют 4 типа услуг: обеспечивающие, регулирующие, культурные услуги и поддерживающие , то есть воспроизводящие услуги той среды, условий, в которой могут быть получены другие экосистемные услуги. Эти условия в большей части определяется не усилиями человека, а самими экосистемами. В этот тип включены такие процессы как формирование трофических цепей, создания первичной и вторичной биопродукции, самоочищение водоемов. Последнее связано с деструкцией органического вещества, процессами биологической фильтрации и биосидиментации, биотурбации донных отложений и др.

Концепция антиуслуг. В качестве экосистемных антиуслуг (ЭАУ) следует понимать комплекс негативных с точки зрения человеческой

деятельности факторов, которые являются следствием функционирования данной природной или антропогенной экосистемы. Для водохранилищ примером таковых может быть гиперпродукция водорослей, «цветение» воды, нежелательное накопление донных отложений и т.д. Определенный опыт, накопленный нами при исследовании техноэкосистем, позволяет предложить ряд возможных ЭУ и ЭАУ, с учетом классификации типов экосистем по EUNIS [32] (Uzunov, Protasov, 2019).

Удалено: 27

Отформатировано: русский (Россия)

Концепция системности услуг. Если речь идет о взаимодействии человека с теми или иными экосистемами, именно, в аспекте получения услуг от них, очевидно, что формируется своеобразная система. Как система, она имеет определенные признаки и характеристики. В том числе система имеет свои элементы и связи, которые и объединяют элементы и подсистемы. Исходя из системного принципа, невозможно рассматривать услуги отдельно, независимо друг от других. Только системный подход может быть основой решения конфликтов в получении услуг. Можно привести такой исторический пример создания конфликта интересов потребителей. На первых фазах развития Днепровских водохранилищ, как, кстати, и водохранилищ на Волге и других реках, наблюдалось массовое «цветение» синезелеными водорослями планктона. Безусловно, это явление рассматривалось как очень значительная экологическая антиуслуга, с точки зрения качества воды, рекреации и другого. Но, в этот же период разрабатывались и определенные методы сбора и переработки водорослевой массы на ряд достаточно ценных веществ, то есть с этой точки зрения положительной услугой выглядела наибольшее количество сырья.

Есть ещё один аспект системности ЭУ, он связан с естественной иерархической структурой живого покрова Земли. В таком случае следует принимать во внимание, что ЭУ получают человеком не только в данном месте в данный момент, а от целостной иерархической системы, которая имеет свою структуру и свою историю, развитие. Для Днепровских

водохранилищ эта система выглядит следующим образом. Самой большой системой является водосборная территория, бассейн р. Днепр, и сама река, в ее естественном или изменённом человеком виде. Следующий уровень - это каскад, система водохранилищ, каждое из которых имеет свою специфику, но связанных общим стоком, а также климатическими зонами, которые переходят одна в другую. Следующим уровнем является отдельное водохранилище, которое рассматривается как система условно однородных фрагментов экосистемы, или МПВ. А вот следующим уровнем является не пространственные, а пространственно-функциональные подсистемы, это подсистемы внешних или контурных и внутренних подсистем. С экологической и гидробиологической точек зрения это экосистемы пелагические и контурные. Каждый из этих уровней имеет свои особенности в аспекте предоставления ЭУ. Следующим уровнем являются отдельные биоценотические структуры, пространственное распределение которых и динамика во времени определенным образом должна быть связана со структурой МПВ. Очевидно, что каждый биоценоз или тип биоценозов имеет свой потенциал предоставления экосистемных услуг. Иерархическая структура ЭУ может быть представлена в виде блок-схемы (рис. 1)

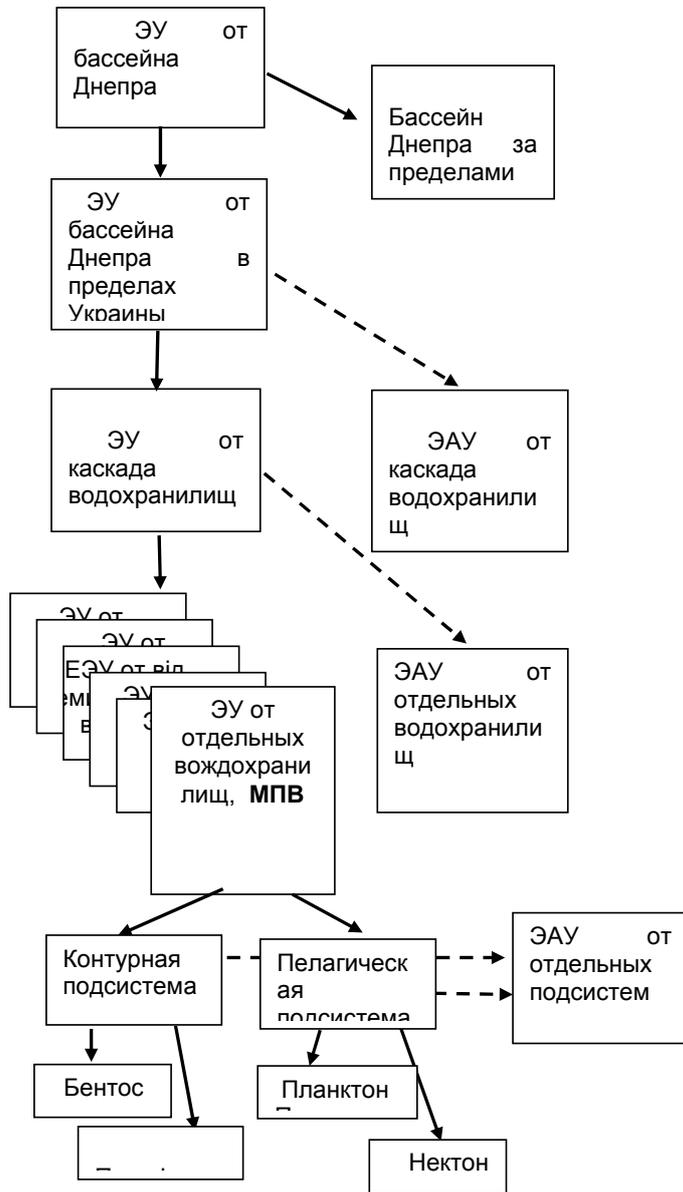


Рис. 1. Блок схема иерархической структуры экологических услуг (ЭУ) и антипослуг (ЭАУ)

Иерархическая схема делится на 5 основных уровней. На каждом из уровней ЭУ и ЭАУ имеется своя специфика и особенности.

Первой, самый общий уровень - это уровень бассейна. Бассейн Днепра имеет площадь 482 тыс. км². [7] (Денисова, 1979). Он занимает наибольшую среди других бассейнов рек страны площадь - 48,5% территории Украины. Вряд ли можно рассматривать бассейн, всю водозаборную площадь и систему водотоков (дополнительно еще и часть подземных вод) как целостную, одну экосистему. Скорее это можно отнести к метаэкосистем, или системе экосистем, связи между которыми имеют разный степень прочности в пространстве и времени.

На этом уровне важны связи между водными и экосистемами суши. Основная экологическая услуга на этом уровне - это концентрация водных масс, поддержание гидрологического цикла целого крупного региона. Общее количество русловых водохранилищ на Днепре и его притоках составляет 466, полный объем около 46 км³, полезный объем - 20, 24 км³. [3] (Вишневицкий, 2011). Поскольку все они размещены в бассейне Днепра, тем или иным образом они связаны между собой.

Условно, в качестве антиуслуги может рассматриваться перенос отдельных загрязнителей (например, радионуклидов) от одних регионов в другие в пределах бассейна и риски, связанные с техноавариями. При экологическом и гидрологическом единстве бассейна, следует принимать во внимание, что существуют государственные и административные границы, которые фактически влияют в определенной степени на экологическую фрагментацию бассейна. Получение или неполучение ЭУ (а также ЭАУ) в одной части бассейна может зависеть от процессов, происходящих в другой, в том числе и на территории другого государства. Степень влияния на эти процессы обуславливает как раз наличие административных границ. Поэтому требуется выделение части бассейна в пределах страны, с учётом важности межгосударственного экологического сотрудничества – с другой.

Второй уровень - это уровень каскада водохранилищ. Эта система, которая тоже с экологической точки зрения является скорее метаэкосистемой, чем одной экосистемой, создавалась в течение

десятилетий, существует как единая гидрологическая система почти полвека [28] (Romanenko, 2018). Общий объем водной массы в водохранилищах составляет более 40 км³, это более 70% водных запасов Украины, площадь водного зеркала около 7000 км². Каскад водохранилищ состоит из 6 достаточно разных по своим характеристикам водоёмов (табл. 2)

Удалено: 24

Отформатировано: русский (Россия)

Таблица 2. Характеристика водохранилищ Днепра (по [6, 7, 19] Денисова, 1979; Тимченко, 2006, Гидроэнергетика ... 2004)

Удалено: 18

Отформатировано: русский (Россия)

Водоохранилище	Год, ввода в эксплуатацию ГЭС	Площадь, км ²	Объём, км ³	Водообмен, раз на год	Показатель производства электроэнергии на 1 га затопленной земли, млн кВт·ч /га
Киевское	1965	922	3,7	12,5	145,2
Каневское	1972	675	2,6	17,5	82,0
Кременчугское	1960	2250	13,2	3,3	149,2
Каменское	1964	576	2,4	19,0	46,1
Днепровское	1933 1980	410	3,3	13,0	9,9
Каховское	1956	2150	18,2	2,5д	151,4

Отдельные услуги от каскада водохранилищ очевидны, другие имеют несколько опосредованный характер, что можно сказать и об антиуслугах. Первоочередная услуга это накопление воды для различных нужд, хотя из отмеченных 40 км³ общего объема реально может быть использовано определенная часть, а именно - полезный объем является 20,2 км³. Такой резерв водоснабжения очень важен для страны, которая в большей части находится в климатических зонах с малой увлажнённостью. Особенно это важно во времена изменений климата. Вторая услуга связана с возможностью регулирования стока. Важнейшей функцией каскада водохранилищ является уменьшение на 20 - 40% максимальных расходов воды при больших наводнениях [19] (Тимченко, 2006). Взаимодействие между

Удалено: 18

Отформатировано: русский (Россия)

водохранилищами позволяет снижать общие риски наводнения. Так, после ввода в эксплуатацию Кременчугской ГЭС и водохранилища, максимальный расчетный паводковый расход снизился для плотины ДнепроГЭС с 37,7 тыс. м³ / с до 24,8 тыс. м / с [6] (Гидроэнергетики ... 2004). Регулирование стока обусловило еще одну услугу, а именно, существенное улучшение условий судоходства, повышение глубин на фарватере, возможность пропуска больших судов. Системность в рассмотрении экологических услуг и антиуслуг можно рассмотреть на следующем примере. Создание каскада водохранилищ улучшает транспортные условия (ЭУ), но приводят к коренному изменению экологических условий для многих групп и популяций гидробионтов, изменения лотических условий на частично лентические, приводя к физической и экологической фрагментации экосистемы р. Днепр, безусловно, это может рассматриваться как антиуслуга, учитывая функционирование речной экосистемы, особенно воспроизводства популяций мигрирующих гидробионтов, в первую очередь, проходных рыб. Накопление воды (ЭУ) может быть только при замедленном стоке, но именно замедление стока привело к повышению концентраций биогенных веществ в воде, развитию явлений гиперпродукции, а именно - водорослей планктона, «цветение» воды (ЭАУ). Затопление поймы реки при создании водохранилищ приводит к существенным изменениям режима подземных вод, что для каскада водохранилищ является комплексом экологических антиуслуг. Повышение уровня подземных вод, фильтрационные процессы могут приводить к подтоплению территорий, созданию болот, активации оползневых явлений, изменению гидрохимического состава подземных вод [6] (Гидроэнергетики ..., 2004). Сложной и противоречивой может быть оценка ЭУ и ЭАУ при рассмотрении потери земель и полученной электроэнергии. Как видно из табл. 2, наиболее эффективным в этом аспекте является Каховское водохранилище. Очевидно, что надо учитывать потребительские качества земель, и то, что водные ресурсы и энергия могут использоваться для мелиорации, то есть повышения урожайности.

Непосредственной услугой от каскада является выработка электроэнергии. На ГЭС каскада установлено 87 основных и один вспомогательный агрегат. Всего установленная мощность на 6 ГЭС составляет 3749 тыс кВт, на них производится около 6% электроэнергии в стране.

На уровне отдельных водохранилищ система ЭУ - ЭАУ формируется как на основе общих для водохранилищ характеристик, так и на таких особенностях, как расположение в каскадной цепи, в той или иной климатической зоне, характере гидрологических и гидрохимических процессов, режиме эксплуатации, комплексности использования.

Водоохранилища каскада достаточно различны по своим характеристикам, истории, режиму эксплуатации (см. Табл. 2). Кроме того, следует обратить внимание на другие показатели. Водоохранилища являются открытыми системами, поэтому, кроме стока основной реки, и притоков имеет значение также диффузный сток с поверхности земли. Важным может быть показатель относительной длины береговой полосы к площади мелководий. Для Киевского водохранилища этот показатель равен 0,14 км / км² и является наименьшим в каскаде, для Каховского он равен 0,83 км / км². Этот индекс отражает как развитость береговой линии, так и площадь мелководий. Терригенный сток является важным для формирования режима биогенов для водных сообществ литоральной зоны. Режим эксплуатации и морфометрия водохранилищ обуславливают показатели срабатывания уровня воды. Наибольший этот показатель для Кременчугского водохранилища - до 6 м, поэтому оно является основным регулятором стока всего каскада. Снижение уровня может рассматриваться как опосредованная ЭАУ, потому, что при этом существенно страдают литоральные биоценозы, которые имеют большое значение для процессов самоочищения водоемов, как места нереста рыб, воспроизводства кормовой базы.

Киевское водохранилище является первым в каскаде. Его важная функция это аккумуляция стока Днепра и большого притока - р. Припять, а

также аккумуляция возможных загрязнений, поступающих с территории украинской части бассейна. Особую, очень важную ЭУ предоставляет это водохранилище уже более 30 лет, речь идет об аккумуляции радионуклидов, попавших на территорию бассейна Днепра после чернобыльской катастрофы. Более 75% радионуклидов стока остаются в Киевском водохранилище. Так, сорбированного Цезия-137 поступило в Киевское водохранилище в 1987 г 8,2 ТБк, попало в Каневского - 2,1, в 1990 - 3,9 и 1,0, в 1993 - 1,62 и 0,43, соответственно. [6] (Гидроэнергетика ..., 2004).

Каневское водохранилище было создано последним в каскаде, то есть оно завершило создание каскада как гидротехнического, экологического и географического объекта. В верхнем участке водохранилище принимает и аккумулирует сток р. Десна, в бассейне которой существует две АЭС (на территории РФ). Важной ЭУ является аккумуляция и включение в процессы самоочищения как точечных, так и диффузных стоков с территории большого города Киева. Экологотехнической услугой является охлаждение конденсаторов двух тепловых электростанций - Трипольской ГРЭС и Киевской ТЭЦ-5. Исследования показали, что подогретые сбросы от станций не являются факторами формирования ЭАУ в данном водохранилище [5] (Гидробиологии ... 1991).

Кременчугское водохранилище, как уже отмечалось выше, является основным в каскаде регулятором стока Днепра. Его регулирующая ёмкость составляет 8,97 км³. Большой объем водохранилища, расположенного в широкой пойме, которая была густо заселена, обусловили специфическую для водохранилища антиуслугу, а именно - затопление многих населенных пунктов, переселение более 130 тыс. жителей. Еще одной ЭАУ при его морфометрии и значительных размерах является значительная абразия берегов. Почти четверть береговой полосы существенно меняется, положение берегов сместилось более чем на 100 м. В качестве ЭУ можно рассматривать аккумуляцию стока притоков, рек Сула, Рось, Тясмин, а также принятие стоков города Черкассы.

Каменское водохранилище является самым маленьким по объему в каскаде. В качестве ЭУ можно рассматривать то, что оно принимает и аккумулирует стоки промышленных городов, таких, как Кременчуг, а также рек Ворскла, Псел, Омельник. Одной из важных услуг является поставка воды из этого водохранилища в канал Днепр-Донбасс.

Днепровское водохранилище является старейшим в каскаде. Одной из запроектованных услуг водохранилища было затопления Днепровских порогов и существенное улучшение судоходства. Также в верхней части водохранилища принимает стоки большого города Днепр, а в нижней части - города Запорожье.

Каховское водохранилище является заключительным в каскаде. Пропускная способность Каховской ГЭС не более 2600 м³/с, что меньше, чем на других ГЭС каскада. Это создает проблемы и ограничивает работу всего Каскада ГЭС, и регулируемую способность каскада водохранилищ. Снижение стока в низовьях Днепра приводит к более интенсивному перемещению морской воды в Днепровско-Бугского лиман, повышение в нём солёности воды. Это, безусловно, является экологической антиуслугой. Чтобы снизить эффект этой антиуслуги, правилами эксплуатации Каховской ГЭС предусмотрено, что сбросы не могут быть меньше 500 м³/с. Изменения режима стока Днепра в нижней части привело к негативным экологическим явлениям в пойменных водоемах, требуются большие затраты для проведения мелиоративных работ [19] (Тимченко 2006). Водоохранилище оказывает важную услугу как донор воды для больших водоснабжающих каналов: Северо-Крымского, Днепр - Кривой Рог, Каховской оросительной системы. Также следует отметить, что предоставляется услуга по охлаждению конденсаторов большой (6 энергоблоков по 1ГВт) Запорожской АЭС, а также Запорожской ТЭС (мощностью 3,6 ГВт). Две станции связаны системой водоснабжения, сбросные воды ТЭС пополняют водоем-охладитель АЭС. Учитывая то, что водоем-охладитель АЭС имеет режим практически постоянного продувки, следует считать, что водохранилищем также

Удалено: 18

Отформатировано: русский (Россия)

предоставляется услуга по аккумуляции сбросов из водоема-охладителя. Также следует отметить, что водохранилище принимает стоки промышленных объектов и городов Марганец и Никополь.

Следующий уровень в системе услуг является уровень подсистем экосистем водохранилищ (см. Рис.1) Речь идет о двух подсистемах - пелагической и контурной. Первую составляют все группировки планктона и нектона, вторую - бентоса и перифитона. На этом уровне важны услуги, связанные с продукционно-деструкционными процессами пула органических веществ в водохранилище, а также процессами аккумуляции, трансформации веществ, в том числе и загрязняющих.

В пелагической подсистеме две основные подсистемы второго порядка - планктонная, и нектонных. Услуги планктона, в первую очередь связаны с тем, что все три основные группы планктона - фито-, зоо-, бактериопланктон выполняют важную функцию выработки и деструкции органического вещества, в том числе и аллохтонного. Например, в Киевском водохранилище первичная продукция фитопланктона составляла 44% от общего; кроме фитопланктона учтены фитомикробентос, нитчатые водоросли, высшие растения [8] (Киевское ... 1972). Очевидно, что относительное значение пелагической подсистемы будет расти в водохранилищах с менее развитой литоральной зоной (Каховское) и там, где периодически значительно осушается литоральная зона (Кременчугское водохранилище). Что касается деструкционного потенциала, то следует отметить, что, например, в Киевском водохранилище почти 80% общей деструкции приходится на планктонную подсистему, основную роль играют бактерии планктона. В общей деструкции планктона доля бактериопланктона составляет около 75%, зоопланктона (в основном - фильтраторы) - почти 25%. Следует также заметить, что фильтраторы планктона оказывают значительную услугу по осветлению воды, а также поставки трансформированных взвешенных веществ в донную подсистему, косвенно

оказывая услуги в аспекте повышения кормовой базы для рыбного населения.

Наибольшей антиуслугой от планктона следует считать, видимо, антипослугу от водорослей, вызывающих явление «цветения» воды. Хотя это явление может наблюдаться при значительном развитии различных групп водорослей - диатомовых, зеленых, но наибольшие показатели развития дают цианопрокариоты [15] (Растительность ..., 1989) По данным на начало и середину 1980-х годов наибольшие показатели биомассы регистрировались в Кременчугском водохранилище ~~—~~ около 900 г / м³, правда, с учетом прибрежных скоплений, где, кстати, эта антиуслуга наиболее негативна, потому, что здесь расположены водозаборы, и зоны рекреации. Запас водорослей в водохранилищах всего каскада достигал почти 2 млн. тонн [15] (Растительность ..., 1989). Особую опасность предоставляют водоросли, которые в скоплениях накапливают значительное количество альготоксинов в воде [26] (Kirprenko, Krot, Usenko, 2019). В настоящее время уровень «цветения» становится ниже, чем несколько десятков лет назад, но при изменениях климатических условий эти показатели могут вырасти [30] (Scherbak, 2019), то есть интенсивность антиуслуг может увеличиться.

Услуги нектона в первую очередь состоят из продукции рыбного населения водохранилищ. Объемы промышленных уловов рыбы из водохранилищ каскада днепровских водохранилищ приведены в соответствии с официальных статистических данных органа, обеспечивающего реализацию государственной политики в сфере рыбного хозяйства (таб.3)

Таблица 3. Объемы вылова из рыбохозяйственных водных объектов в разные годы, тонн (по данным Государственного агентства рыбного хозяйства Украины [https://darg.gov.ua/, 18] Сухойван, Вятчанина, 1989)

Водохранилище	1957 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г
Киевское	–	1695,5	1381,6	1379,5
Каневское	–	768,8	821,9	859,2
Кременчугское	–	4668,4	4583,1	5197,5

Удалено: 14

Отформатировано: русский (Россия)

Удалено: -

Удалено: 14

Отформатировано: русский (Россия)

Удалено: 22

Отформатировано: русский (Россия)

Удалено: 25

Отформатировано: русский (Россия)

Удалено: 17

Отформатировано: русский (Россия)

Каменское	–	2289,1	2307,2	2497,6
Днепровское	1264,0	1027,4	1166,1	1163,4
Каховское	4149,0	3304,1	2910,3	2862,7
всего	5413,0	13753,3	13170,2	13960,9

Как видим, после создания водохранилищ получение рыбной продукции стало значительно выше, в последние годы эта услуга остаётся достаточно стабильной. То есть, по этим показателем водохранилища оказывают большие услуги чем частично незарегулированная река.

Удалено: высшим

Как свидетельствует анализ имеющихся данных, «по сравнению с периодом до зарегулирования речного стока отлов увеличился в 3 (без учета тюльки) или в 4 раза (с учетом). Однако, промысловая рыбопродуктивность с единицы площади акватории оказалась в водохранилищах гораздо ниже» ([9]с. 152).

Отформатировано: русский (Россия)

Удалено: ¶

Отформатировано: Шрифт: полужирный

В контурной подсистеме водохранилищ ключевую роль играет бентос, благодаря относительно большим площадям мягких грунтов, роль же перифитона может быть ограниченной, в зависимости от развитости литоральной зоны и наличия антропогенных субстратов.

Значительную роль может играть и автотрофное звено бентических группировок. Так, для водорослей бентоса (микрофитобентос), например, в Киевском водохранилище часть его первичной продукции в общей составляла 22% [8] (Киевское, 1972).

Услуги бентоса связанные в основном с функционированием организмов-гетеротрофов, хотя, как отмечено выше, роль микро- и макрофитобентоса может быть значительной и в первичной продукции водохранилища. Большая часть бентали находится в олигофотичной или афотичной зоне. Тщательное исследование распределения бентоса Киевского водохранилища [12] (Плигин, 2012) показало его ценотическую структурированность в зависимости от глубины, эдафических факторов. Вероятно, надо иметь в виду, что услуги от каждого биоценоза имеют свои особенности. В водохранилище обнаружено 8 биоценозов, которые занимали

Удалено: 11

Отформатировано: русский (Россия)

площадь от 14 до 240 км². Запас, или общая масса бентонтов был от 900 до 380 500 тонн, а общая масса составляла почти 1 млн. тонн. В Кременчугском водохранилище обнаружено 9 основных биоценозов бентоса [13] (Плигин, Кружилина, 2015) В связи с большей площадью, общая масса бентонтов составляла 1,3 млн.т, а запас так называемого «кормового» бентоса составлял 548 тыс. т. Продукция за сезон этой части бентоса составляла 2,6 млн.т. Если предположить, что коэффициент k_2 для общего бентоса равен 0,3, то можно считать, что в процессах трансформации органического вещества было разрушено за сезон около 6 млн. т органического вещества. Это показывает огромный потенциал самоочищения водохранилищ, по крайней мере от органического загрязнения, и это следует считать одной из важных ЭУ бентические группировок. Важным элементом донных сообществ является организмы-фильтраторы. Эта функция биологического осаднения взвеси является основной ЭУ. Как услугу следует отметить явление биотурбации, то есть перемешивания донных грунтов, в результате чего происходит улучшение аэрации донных отложений, активация деструкционных процессов, а также перемещения в более глубокие слои поверхностного слоя отложений, в том числе и захоронения загрязняющих веществ.

Удалено: 12

Отформатировано: русский (Россия)

Удалено: 00

Удалено: тыс

Особую роль в контурных группировках играют моллюски-фильтраторы, из них, в первую очередь моллюски семейства Dreissenidae. Была сделана оценка и расчеты фильтрационной активности этих моллюсков для Днепровского водохранилища [21] (Яковенко и др. 2017). Для оценки фильтрационной способности этих моллюсков, авторы, исходя из полученных данных по биомассе и продукции дрейссен с учетом площади, занимаемой биоценозом дрейссены в профундали верхней части водохранилища, установили, что в среднем моллюсков массой 1 г в летний период фильтрует 12 л воды в сутки, в осенний - 6 л, весной - 4 л, зимой - 2 л. Общий объем воды, который популяции моллюсков рода *Dreissena* фильтрует течение лета в Днепровском водохранилище, составляет 17,7

Удалено: 20

Отформатировано: русский (Россия)

Удалено: моллюсков

Удалено:

млрд. л. В течение года дрейссена фильтрует 19,8 млрд. л воды, что равно 6 объемам всего водохранилища, или, объем водохранилища составляет всего 17% от объема профильтрованной воды. Фильтрация является активным биологическим процессом, она приводит к получению необходимого моллюскам пищевого материала (деструкция) и интенсификации осаждения взвеси (биоседиментация).

Что касается ЭУ обрастаний, то в больших водохранилищах основная роль принадлежит не обрастанию на антропогенных субстратах, а перифитону на высших растениях. В общем, продукция перифитона может составлять в лентичных условиях до 50-70% [2] (Алимов, Богатов, Голубков, 2013). По данным [17] (Семенюк, 2020) в Киевском водохранилище при общей биомассе 415 т, или 1388 ГДж водоросли фитозеопитона в сутки производят 191 т кислорода, за летний сезон - более 36 тыс.т. Таким образом, основне ЭУ эпифитона заключается в первичной продукции.

Сравнение ЭУ при различных вариантах природопользования.

Водохранилищам, как и другим техноэкосистемам свойственна важная черта, их зависимость от деятельности человека. Они не только создаются человеком, но и поддерживаются им в течение всего периода существования.

В том и есть главное различие между техноэкосистемами и естественными, вторые являются, самоподдерживающимися, существуют за счет своих

способностей трансформировать внешнюю энергию. Это следует учитывать при сравнительных оценках различных вариантов природопользования.

Очевидно, что перед человеком раскрываются много различных путей использования природных ресурсов для получения ЭУ для своих нужд.

Поэтому раздаются призывы к возвращению в состояние незарегулированного Дніпра, а также, делаются попытки анализа таких

вариантов [3, 28] (Romanenko, 2018; Вишневикий, 2011). По нашему мнению, решение подобных вопросов может быть только с учетом концепции

экологических услуг и антиуслуг. Эта проблема не является чисто экологической, она также затрагивает сферы экономики, социологии,

Отформатировано: Шрифт: полужирный

Удалено: 16

Отформатировано: русский (Россия)

Удалено: эпифитону

Удалено: вариантов

Удалено: зависимости

Удалено: ею

Удалено: главная

Удалено: разница

Удалено: которые

Удалено: еощимияс

Удалено: Днепра

Удалено: и

Удалено: 23

Отформатировано: русский (Россия)

Удалено: таких

политики. Механизмы расчетов стоимости ЭУ сложны, но можно сделать некоторые предварительные оценки на основе экспертных заключений. Дело в том, что на первых этапах таких оценок важны формулировки самих принципов формирования системы ЭУ-ЭАУ. В качестве ориентировочного варианта оценок мы можем предложить следующий сравнительный список экспертных оценок (таб. 4). Условно принята двухбалльная оценка ЭУ или ЭАУ, то есть + означает «существует». ++ означает существенное значение ЭУ или ЭАУ.

Удалено: е

Удалено: и

Удалено: е

Удалено: и

Таблица 4. Сравнительная оценка ЭУ и АЭУ, которые могут оказывать каскад водохранилищ, водохранилища и незарегулированная река

ЭУ	Каскад водохранилищ, отдельные в-ща	Река
Накопление воды	++	
Регулирование стока	++	
Снижение риска паводков	+	
Рекреация	+	+
Туризм	+	+
Процессы самоочищения	+	++
Водоснабжение питьевое	+	+
Техническое водоснабжение	++	+
Мелиоративное водоснабжение	++	+
Аккумуляция загрязнителей	++	
Биологические ресурсы диких животных и растений	++	+
Биологические ресурсы культивируемых	+	

животных и растений		
Энергетические	++	
Судоходство, транспорт	++	+
Поддержание биоразнообразия	+	++
Влияние на микроклимат	++	+
Научные услуги	+	+
Буферные услуги	++	
Сума ЭУ	28	13
ЭАУ		
Паводки		++
«Цветение» воды	++	
Фрагментация экосистем	++	
Затопление территорий	++	+
Отселение	+	
Подтопление	+	
Смена исторического ландшафта	+	
Затопление объектов культуры и истории	+	
Источник заболеваний	+	
Рефугиумы опасных инвайдеров	+	+
Источники биопомех	+	+
Сума ЭАУ	13	5
ЭУ-ЭАУ	15	7

Как видно из таблицы, водохранилища оказывают гораздо больше ЭУ, но и ЭАУ в них гораздо больше, чем в реки, поэтому общий результат, который учитывает как положительные моменты, так и отрицательные менее убедителен в пользу водохранилищ. Если вернуться к так называемой проблеме «спуска водохранилищ», то следует отметить, что в данной оценке

не учтены ЭУ и ЭАУ от самого процесса ретрансформации, что еще раз указывает на большую сложность проблемы.

Выводы

Экосистемных услуги - это комплекс последствий функционирования экосистем, которые приносят пользу человеку. Антислужбы оказывают негативное влияние на деятельность человека.

Комплекс экосистемных услуг от экосистем крупных водохранилищ определяется в первую очередь, достижением поставленных целей при создании этих техноэкосистем. Экологические и технические цели связаны с системой желаемых экосистемных услуг.

Экосистемы водохранилищ имеют свои принципиальные особенности, которые не позволяют взять в качестве аналогов для оценок и сравнений природные экосистемы, тем более, что водные объекты подобных размеров и структуры в Украине отсутствуют.

Экосистемных услуги могут находиться в определенном противоречии друг к другу, необходимы поиски принципов и методик их сравнительной оценки.

Отношения между природными, искусственными экосистемами, и человеком сложны, ЭУ и ЭАУ имеют системный характер. Существуют иерархические системы ЭУ и ЭАУ.

Важным в оценке ЭУ или ЭАУ является сравнение их в разных вариантах природопользования. Попытка оценить ЭУ и ЭАУ в сравнении двух вариантов природопользования показали, что водохранилища формально имеют бóльший потенциал экологических услуг, чем незарегулированная река. Но методология сравнительных оценок требует, безусловно, дальнейшего исследования и разработки.

Литература

1. Авакян А. Б., Салтанкин В. П., Шарапов В. А. Водохранилища. М.: Мысль, 1987. 326 с.
2. Алимов А.Ф., Богатов В.В., Голубков С.М., Продукционная гидробиология. Санкт-Петербург: Наука. 2013. 343 с.
3. Вішневський В.І. Ріка Дніпро. К.: Інтерпрес ЛТД. 2011 383 с.
4. Водна рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС: Основні терміни та їх визначення. Офіційне видання. — Київ.: Б.в., 2006. 240 с.
5. Гидробиология водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций Украины.// под ред М.Ф.Поливанной – Киев: Наук. думка, 1991. 192 с.
6. Гидроэнергетика и окружающая среда /под ред. Ландау Ю., Сиренко Л. К.: Либра. 2004. 484 с.
7. Денисова А.И. Формирование режима водохранилищ Днепра и методы его прогнозирования. К.: Наукова думка. 1979. 292 с.
8. Киевское водохранилище. /Под ред. Цееба Я.Я., Майстренко Ю.Г. К.: Наукова думка. 1972. 257 с.
9. Межжерин С.В. Животные ресурсы Украины в свете стратегии устойчивого развития: аналитический справочник. К.: Логос. 2008. 282 с.
10. Методика визначення масивів поверхневих та підземних вод. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України. №4. Від 14.01.19. // <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0287-19#Text>
11. Оксийок О.П., Жукинский В.Н. Экологические нормативы качества воды для р. Рось // Гидробиол. журн. 1999. Т. 35, № 6. С. 16-21.
12. Плигин Ю.В. Реализация концептуального дуализма в биоценологии на примере зообентоса ровнинного водохранилища // Гидробиол. журн. 2012. т. 48. №3. с. 3-20.

13. Плигин Ю.В., Кружилина С.В. Характеристика ценозов макрозообентоса Кременчугского водохранилища р.Днепр как основа оценки его биоресурсного потенциала // Гидробиол.журн. 2015. т. 51. №1. с. 28-48.
14. Протасов А.А. Жизнь в гидросфере. Очерки по общей гидробиологии. К.: Академперіодика. 2011. 704 с.
15. Растительность и бактериальное население Днепра и его водохранилищ //под ред. Н.В.Кондратьевой. К. Наукова думка. 1989. 232 с.
16. Розенберг А.Г. Истоки современной истории экосистемных услуг // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2017. т. 26, №1: 5-14.
17. Семенюк Н.Є. Фітоепіфітон водних об'єктів басейну Дніпра. Автореф. дисс.докт. біол.наук. Київ. 2020. 40 с.
18. Сухойван П.Г., Вятчанина Л.И., Рыбное население и его продуктивность // Беспозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ. К.: Наукова Думка. 1989. с. 136-173.
19. Тимченко В.М. Экологическая гидрология водоёмов Украины. К.: Наукова Думка. 2006. 383 с.
20. Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада. Том 1. Услуги наземных экосистем. / Ред. Букварёва Е.Н., Замолотчиков Д.Г. — Москва: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2016.148 с.
21. Яковенко В.А., Зайченко Е. И., Белоконь А.С., Губанова Н.Л. Значение моллюска дрейссена в процессах самоочищения Запорожского (Днепровского) водохранилища //Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали VII Міжнародної наукової конференції. — Дніпропетровськ: Адверта, 2013. с. 73-75
22. Dasgupta, P. The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review. London: HM Treasury. 2021. 600 pp.

23. Downing T. Prairie M. Duarte J., Cole J. et al. The global abundance and size distribution of lakes, ponds, and impoundments// Limnol. Oceanogr. 2006, V. 51 N.5, pp. 2388–2397.

24. Guidance Document No 4. Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies .Produced by Working Group 2.2 – HMWB: European Communities, 2003. Luxembourg: Office for Official Publications of the EuropeanCommunities, 2003. 109 pp.

25. Guidance Document No. 37 Steps for defining and assessing ecological potential for improving comparability of Heavily Modified Water Bodies Document endorsed by EU Water Directors at their meeting in Helsinki on 26 November 2019 // CIS working group ECOSTAT 2020/ <https://circabc.europa.eu/sd/a/d1d6c347-b528-4819-aa10-6819e6b80876/Guidance>

26. Kirpenko N. I. Krot Yu. G. Usenko O. M. Surface Waters "Blooms" - Fundamental and Applied Aspects// Hydrobiological Journal // 2019. V.55. N2. pp. 18-30 [DOI: 10.1615/HydrobJ.v55.i2.20]

27. MEA (Millennium Ecosystem Assessment). Ecosystems and Human Wellbeing: Synthesis; Biodiversity Synthesis. World Resources Institute. Washington DC: Island Press, pp. 2005. 139 pp. [<http://www.maweb.Org/en/Reports.aspx#>; <http://www.millenniumassessment.org/en/Reports.aspx#>]

Код поля изменен

28. Romanenko V. D. The Dnieper Reservoirs, Their Significance and Problems// Hydrobiological Journal/ 2018. V.54. N3. pp. 3-9. [DOI: 10.1615/HydrobJ.v54.i3.10]

29. Science for Environment Policy. In Depth Report – Ecosystems Services and Biodiversity. European Commission. 2015 //<http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/ecosystem-services-biodiversity-IR11-en.pdf>

30. Shcherbak V. I. Response of Phytoplankton of the Kiev Reservoir to the Increase in Summer Temperatures // Hydrobiological Journal. 2019. V.55. N.1 pp. 18-35 [DOI: 10.1615/HydrobJ.v55.i1.20]

31. Straskraba M. Lake and reservoir management // Verh. Internat. Verein. Limnol. 1996. vol. 26. part 1. pp. 193-209.

32. Uzunov Y. I., Protasov A. A. The concept of ecosystem services in application in aquatic ecosystems. Hydrobiol. Journ. 2019. V.55, 1. pp. 3-17. [DOI: 10.1615/HydrobJ.v55.i1].

A.A.Protasov,

Dr. Sci (Biol.), Prof., Leading Researcher,

Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
12 Geroyiv Stalingrada Ave, Kyiv, 04210, Ukraine

CONCEPTUAL PROVISIONS REGARDING ECOSYSTEM SERVICES OF LARGE PLAIN RESERVOIRS ON THE EXAMPLE OF ITS RIVER DNIEPER CASCADE

The concept of ecosystem services (ES) is considered in view of its application to the reservoirs of the Dnieper cascade of reservoirs. A new provision on the hierarchical structure of the ES system was propose. This system includes several levels: river basin, reservoirs cascade, individual reservoirs, ecosystem subsystems. At each level there is a number of ES, according to the structure and functional characteristics of ecosystems and metaecosystems. Not all ecosystem functions can be considered as related to the provision of ES (positive services, from the human point of view), so along with ES there is a certain number of anti-services (EAS). The ES-EAS system in two variants of nature management is considered in the comparative aspect, as the conditions of existence of the cascade of reservoirs and under the conditions of the unregulated river.

Keywords: ecological services, ecological anti-services, cascade of reservoirs, reservoir, ecosystem, plankton, benthos, periphyton

Удалено: ¶
<#>Авакян А. Б., Салтанкин В. П., Шараров В. А. Водохранилища. М.: Мысль, 1987. 326 с. ¶
<#>Алимов А.Ф., Богатов В.В., Голубков С.М., Продукционная гидробиология. Санкт-Петербург: Наука, 2013. 343 с. ¶
<#>Вішневський В.І. Ріка Дніпро. К.: Інтерпрес ЛТД. 2011 383 с. ¶
<#>Водна рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС: Основні терміни та їх визначення. Офіційне видання. — К.:Б.и., 2006. — 240 с. ¶
<#>Гидробиология водосмв-охладителей тепловых и атомных электростанций Украины. // под ред М.Ф. Поливанной – Киев: Наук. думка, 1991. – 192 с. ¶
<#>Гидроэнергетика и окружающая среда /под ред. Ландау Ю., Сиренко Л. К.: Либра. 2004. 484 с. ¶
<#>Денисова А.И. Формирование режима водоранлищ Днестра и методы его прогнозирования. К.: Наукова думка. 1979. 292 с. ¶
<#>Киевское водохранилище. /под ред. Цесба Я.Я., Майстренко Ю.Г. Кю: Наукова думка. 1972. 257 с. ¶
<#>Методика визначення масивів поверхневих та підземних вод. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України. Від 14.01.19. ¶
<#>Оксинок О.П., Жукинський В.Н. Екологіческие нормативы качества воды для р. Рось // Гидробиол. журн. — 1999. — Т. 35, № 6. — С. 16–21. ¶
<#>Плигин Ю.В. Реализация концептуального дуализма в биоценологии на примере зообентоса ровнинного водохранилища //Гидробиол. журн. 2012.т.48.№3.с. 3-20. ¶
<#>Плигин Ю.В., Кружилина С.В. Характеристика ценозов макрозообентоса Кременчугского водохранилища р.Днепр как основа оценки его биоресурсного потенциала // Гидробиол.журн. 2015.т.51.№1.с. 28-48. ¶
<#>Протасов А.А. Жизнь в гидросфере. Очерки по общей гидробиологии. К.: Академперіодика. 2011. 704 с. ¶
<#>Растительность и бактериальное население Днестра и его водохранилищ //под ред. Н.В.Кондратьевой. К.Наукова думка. 1989. 232 с. ¶
<#>Розенберг А.Г. Истоки современной истории экосистемных услуг // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2017.т. 26, №1: 5-14. ¶
<#>Семенов Н.С. Фітоеніфітон водних об'єктів басейну Д... [1]

Авакян А. Б., Салтанкин В. П., Шарапов В. А. Водохранилища. М. : Мысль, 1987. 326 с.

Алимов А.Ф., Богатов В.В., Голубков С.М., Продукционная гидробиология. Санкт-Петербург: Наука. 2013. 343 с.

Вішневський В.І. Ріка Дніпро. К.: Інтерпрес ЛТД. 2011 383 с,

Водна рамкова директива ЄС 2000/60/ЕС: Основні терміни та їх визначення. Офіційне видання. — К.:Б.и., 2006. — 240 с.

Гидробиология водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций Украины.// под ред М.Ф. Поливанной – Киев: Наук. думка, 1991. – 192 с.

Гидроэнергетика и окружающая среда /под ред. Ландау Ю., Сиренко Л. К.: Либра. 2004. 484 с.

Денисова А.И. Формирование режима водохранилищ Днепра и методы его прогнозирования. К.: Наукова думка. 1979. 292 с.

Киевское водохранилище. /под ред. Цееба Я.Я., Майстренко Ю.Г. Кю: Наукова думка. 1972. 257 с.

Методика визначення масивів поверхневих та підземних вод. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України. Від 14.01.19.

Оксиюк О.П., Жукинский В.Н. Экологические нормативы качества воды для р. Рось // Гидробиол. журн. — 1999. — Т. 35, № 6. — С. 16—21.

Плигин Ю.В. Реализация концептуального дуализма в биоценологии на примере зообентоса равнинного водохранилища //Гидробиол. журн. 2012.т.48.№3.с. 3-20.

Плигин Ю.В., Кружилина С.В. Характеристика ценозов макрозообентоса Кременчугского водохранилища р.Днепр как основа оценки его биоресурсного потенциала // Гидробиол.журн. 2015.т.51.№1.с. 28-48.

Протасов А.А. Жизнь в гидросфере. Очерки по общей гидробиологии. К.: Академперіодика. 2011. 704 с.

Растительность и бактериальное население Днепра и его водохранилищ //под ред. Н.В.Кондратьевой. К.Наукова думка. 1989. 232 с.

Розенберг А.Г. Истоки современной истории экосистемных услуг // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. **2017**.т. 26, №1: 5-14.

Семенюк Н.Є. Фітоепіфитон водних об'єктів басейну Дніпра. Автореф. дисс.докт. біол.наук. Київ. 2020. 40 с.

Сухойван П.Г., Вятчанина Л.И., Рыбное население и его продуктивность // Беспозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ. К.: Наукова Думка. 1989. с.136-173.

Тимченко В.М. Экологическая гидрология водоёмов Украины. К.: Наукова Думка. 2006. 383 с.

Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада. Том 1. Услуги наземных экосистем. / Ред.Букварёва Е.Н., Замолотчиков Д.Г. . — Москва: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2016.148 с.

Яковенко В.А., Зайченко Е. И.Ю., Белоконь А.С., Губанова Н.Л. Значение моллюска дрейссена в процессах самоочищения Запорожского (Днепровского) водохранилища //Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали VII Міжнародної наукової конференції. — Дніпропетровськ: Адверта, 2013. — С. 73-75

Downing T., Prairie M. Duarte J., Cole J. et al. The global abundance and size distribution of lakes, ponds, and impoundments// Limnol. Oceanogr. 2006, V.51 N.5, p.2388–2397.

Kirpenko N. I. Krot Yu. G. Usenko O. M. Surface Waters "Blooms" - Fundamental and Applied Aspects// Hydrobiological Journal // 2019. V.55. N2. pages 18-30 DOI: 10.1615/HydrobJ.v55.i2.20

MEA (Millennium Ecosystem Assessment). Ecosystems and Human Wellbeing: Synthesis; Biodiversity Synthesis. World Resources Institute. Washington DC: Island Press, pp. 2005.139. [<http://www.maweb.Org/en/Reports.aspx#>; <http://www.millenniumassessment.org/en/Reports.aspx#>]

Romanenko V. D. The Dnieper Reservoirs, Their Significance and Problems // Hydrobiological Journal/ 2018.V.54.N3.p.3-9. DOI: 10.1615/HydrobJ.v54.i3.10

Shcherbak V. I. Response of Phytoplankton of the Kiev Reservoir to the Increase in Summer Temperatures // Hydrobiological Journal. 2019. V.55.N.1 pages 18-35 DOI: 10.1615/HydrobJ.v55.i1.20

Straskraba M. Lake and reservoir management // Verh. Internat. Verein. Limnol. 1996. vol. 26. part 1. P. 193—209.

Uzunov Y. I., Protasov A. A. Hydrobiol. Journ. 2019.V.55.1. pages 3-17. DOI: 10.1615/HydrobJ.v55.i1.