

## ПРОСТРАНСТВЕННАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ ПОЙМЫ ДНЕСТРА ДЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ

О.И. Казанцева<sup>1</sup>, Г.Н.Сыродоев<sup>2</sup>

1 Международная ассоциация хранителей реки Eco-TIRAS, Театральный пер. 11А, Кишинев 2012, Молдова; Институт зоологии, ул. Академией 1, Кишинев, Молдова;;  
e-mail: okazantseva56@gmail.com

2 Институт экологии и географии, ул. Академией 1, Кишинев, Молдова; Международная ассоциация хранителей реки Eco-TIRAS, Театральный пер. 11А, Кишинев 2012, Молдова;  
e-mail: syrodоеv\_g@rambler.ru

### Введение

Гидроэнергетика играет значительную роль в обеспечении энергетической безопасности стран, являясь важной частью национальных энергосистем. Это обусловлено рядом ее преимуществ, среди которых: отсутствие загрязнения воздуха; возможность использования внутренних источников энергии и отсутствие зависимости от импорта топлива и др. Однако, гидротехническое строительство, осуществляемое для удовлетворения растущих потребностей населения, промышленности, сельского хозяйства в энергии, приводит не только к положительным, но и к отрицательным последствиям, которые нередко настолько существенны, что наносят непоправимый ущерб водным экосистемам и их экосистемным услугам.

Экологические последствия плотин многочисленны и разнообразны, включая прямое и косвенное воздействие на биологические, химические и физические свойства речных и прибрежных экосистем и их экосистемные услуги, т.е. выгоды, которые люди получают от экосистем. Эти выгоды важно оценить с точки зрения их экономической ценности, т.к. основной причиной деградации экосистем является недооценка их реальной экономической ценности, стоимости природных ресурсов и услуг в целом.

Степень влияния ГЭС и плотин на экосистемы и экосистемные услуги в основном определяется тремя факторами:

- изменением гидрологического режима и состояния затопленных русловых комплексов вниз по течению от плотин;
- трансформацией водных экосистем над плотинами;
- фрагментацией речного бассейна из-за блокирования плотиной потока энергии, вещества, питательных веществ и биологических объектов, видов и популяций.

Одним из наиболее значимых последствий гидростроительства является фрагментация речных бассейнов, которая нарушает функционирование речных и прибрежных экосистем.

Цель данной работы состоит в том, чтобы представить результаты фрагментации экосистемы реки Днестр в пределах Молдовы в качестве первого шага в оценке экологических последствий эксплуатации Днестровского гидроузла.

### Материалы и методы исследования

В качестве исходной информационной базы использовались следующие материалы по бассейну Днестра: 1) топографические карты масштаба 1:25000; 2) космические снимки Landsat (2004); 3) ортофотопланы (2008, 2012); 4) данные Земельного кадастра Республики Молдова (2015); 5) данные делиниации водных тел проекта ГЭФ «Содействие трансграничному сотрудничеству и комплексному управлению водными ресурсами в бассейне реки Днестр»<sup>3</sup>.

Для проведения исследований использовались ГИС-технологии - программа ArcGIS, а также статистические методы.

3 План управления трансграничным речным бассейном Днестра. Часть 1: Общая характеристика и оценка состояния, 2019: [https://dniester-commission.com/wp-content/uploads/2019/07/Dniester\\_TDA\\_July2019.pdf](https://dniester-commission.com/wp-content/uploads/2019/07/Dniester_TDA_July2019.pdf)

## Результаты и обсуждение

Согласно Руководящему документу ГЭФ, по экономической оценке, экосистемных услуг [1] предусматриваются следующие этапы в определении и оценке экосистемных услуг:

- выделение экосистем, услуги которых будут оцениваться;
- определение размера территории, на которых расположены данные экосистемы;
- определение экосистемных услуг, потенциально поставляемых этими территориями;
- поиск достоверной информации об объеме поставляемых услуг и их возможная оценка.

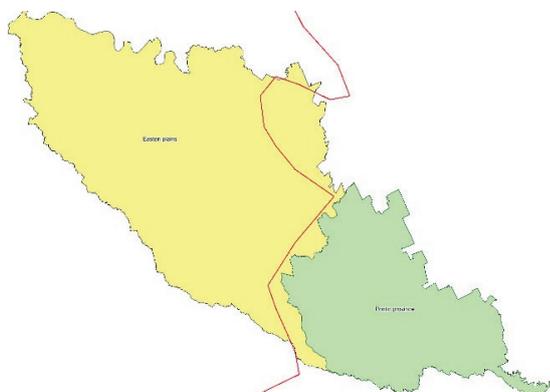


Рис. 1. Экорегионы бассейна Днестра: Понтийская провинция (12) и Восточные равнины (16)

Выявление экосистемных услуг водных объектов является наиболее сложной задачей вследствие их тесной связи с прибрежными территориями, речными поймами, дельтами, формированием водно-болотных угодий, а также с разнообразием наземных экосистем на водосборах. Не менее сложной задачей является и выделение самих экосистем. Именно поэтому для отражения взаимосвязанности комплекса экосистемных услуг в рекомендациях Европейской комиссии, касающихся платы за услуги экосистем [2] применяется термин «экосистемы, связанные с водой». К ним относят леса, водно-болотные угодья, пастбища и сельскохозяйственные земли, которые выполняют важные функции в гидрологическом цикле в силу обеспечиваемых ими услуг.

В связи с тем, что масштаб бассейна Днестра достаточно велик, оцениваемая территория была подразделена на более мелкие участки. Так, пойма Днестра на участке от Днестровского гидроэнергетического комплекса до устья реки была разделена на семь частей, со своими собственными наборами (кластерами) экосистем (таблица 1).

Таблица 1: Площадь типов экосистем (км<sup>2</sup>) в молдавской части бассейнов реки Днестр<sup>1</sup>

Экосистемы	Кластеры								Всего
	Плотина-Дубосарское водохранилище	Дубосарское водохранилище	Дубоссары-Реут	Реут-Икель	Икель-Бык	Бык-Ботна	Ботна-лиман		
Водные	23.6	64.1	1.5	4.6	20.8	5.2	17.8	137.6	
Озера				0.1	0.3	0.5	4.9	5.8	
Водно-болотные	0.7	5.2			0.2	0.8	32.0	38.9	
Леса	2.8	3.8	0.3	2.6	32.8	7.1	29.4	78.8	
Травяные	25.9	13.8	3.1	22.9	95.3	46.2	135.2	342.4	
Многолетние насаждения	0.7	1.8	0.1	8.7	12.8	11.1	13.1	48.3	
Пашня							82.1	82.1	
Поселения	2.5	5.0		2.04	16.6	3.8	21.6	51.6	
Всего:	56.1	93.7	5.0	40.9	178.8	74.7	336.3	785.6	

<sup>1</sup> В соответствии с Ecosystem types of Europe - version 3.1. Режим доступа: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/ecosystem-types-of-europe-1>

Разбивка поймы Днестра на кластеры для изучения экосистем и их услуг

Определение кластеров (подбассейнов), которые обеспечивают связанные с водой экосистемные услуги в молдавской части бассейна реки Днестр, было основано на принципах Европейской водной рамочной директивы [3]. В соответствии с этим документом Молдова расположена в двух экорегионах: Понтийская провинция (12) и Восточные равнины (16) (рис.1).

Доминирующая геология бассейна реки Днестр является кремнистой; в северной части преобладают известняковые породы. Также было учтено, что в пределах рассматриваемой территории расположены два Рамсарских сайта - «Унгурь-Холошница» и «Нижний Днестр».

Рассматриваемая территория (785.62 км<sup>2</sup>) включает следующие экосистемы (более 1200 участков) - водные (25.4%), лесные (8.35%), травяные (47.64%), водно-болотные угодья (2.5%), а также многолетние насаждения (7.49%), пахотные земли (3.49%), застроенные территории (5.15%). При этом набор экосистем для каждого кластера отличается и своим составом, и соотношением площадей.

Методы экономической оценки могут использоваться для выявления изменений стоимости экосистемных услуг под влиянием широкого спектра различных факторов, включая гидроэнергетику. Поскольку стоимостная оценка экосистемных услуг базируется, наряду с чисто естественными и биологическими факторами, на учете площади, занятой разными экосистемами, то происходящие территориальные изменения должны включаться в качестве одной из переменных такой оценки.

Решение данной проблемы можно рассмотреть на примере анализа изменения площадей отдельных экосистем на ключевом участке, расположенном в 20 км вниз по течению от плотины Днестровского гидроузла.

В районе села Наславча, в пойме Днестра расположены несколько небольших островов у берегов реки (рис. 2).

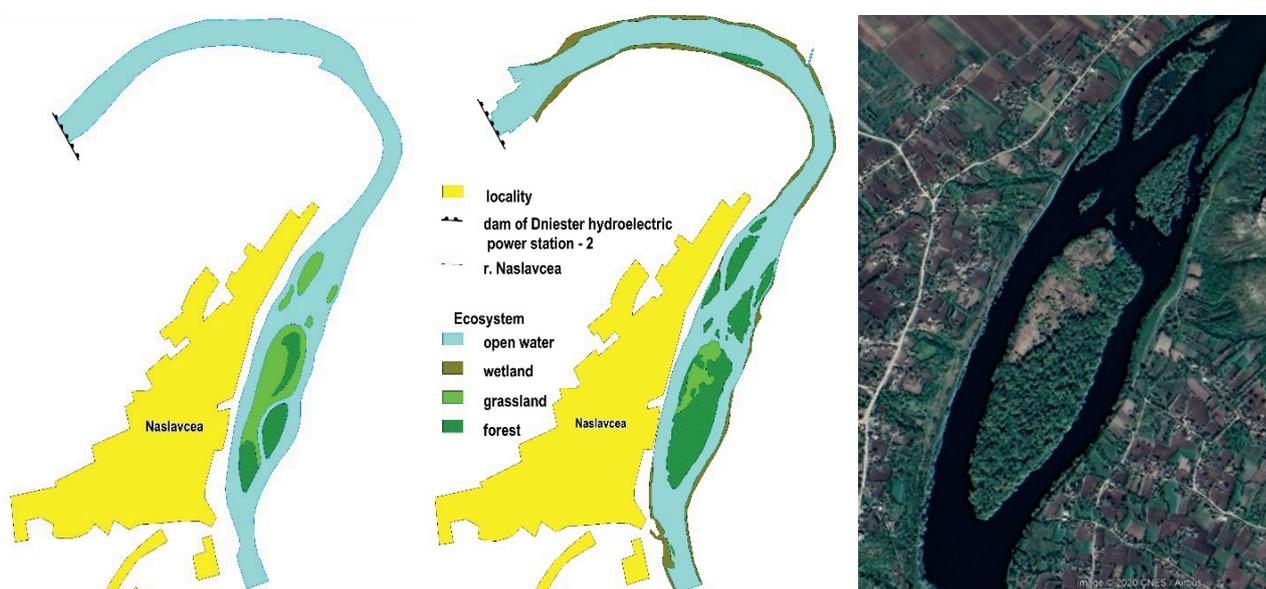


Рис. 2. Карты исследуемой территории до (слева) и после (справа) строительства Днестровского гидроузла, а также Google карта района исследования по состоянию на 2018 г.

На этом рисунке две левые карты отражают состояние данного природного комплекса в периоды до и после строительства гидроузла: в 1979 и 2018 годах соответственно. Отчетливо видны как изменения размеров, так и структуры компонентов этого природного ландшафта.

Сравнительный анализ площадей, занятых разными экосистемами, в пределах изучаемого ключевого участка до и после строительства Днестровского гидроузла позволил выявить наличие нескольких территориальных трендов:

1. уменьшение площади реки за счет ее зарастания и превращения в заболоченные участки (wetland);
2. увеличение площади лесных экосистем за счет уменьшения травяных (grassland) (таблица 2).

Таблица 2. Изменения в площади изучаемой территории (1979-2018)

Экосистемы	1979		2018		Изменение	
	км <sup>2</sup>	%	км <sup>2</sup>	%	км <sup>2</sup>	%
Водные	1,0599	80,20	1,0598	68,64	-0,0001	-11,56
Водно-болотные	0	0,00	0,1756	11,37	0,1756	11,37
Лесные	0,0996	7,54	0,2669	17,29	0,1673	9,75
Травяные	0,1620	12,26	0,0421	2,73	-0,1199	-9,53
<b>Всего</b>	<b>1,3215</b>	<b>100,00</b>	<b>1,544</b>	<b>100,00</b>	<b>0,2225</b>	

Так, на рассматриваемой территории практически после строительства Днестровского гидроузла площадь открытой водной поверхности уменьшилась на 11%, а площадь водно-болотных угодий, соответственно, увеличилась на такую же величину. Увеличение площади лесов за счет уменьшения травяных экосистем составило около 10%.

Вместе с изменением площадей экосистем изменилась и их структура (рис. 2).

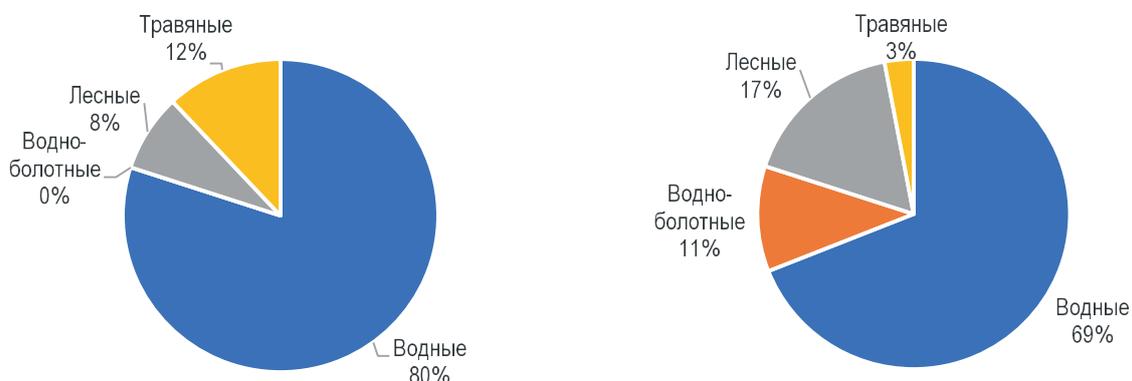


Рис. 2. Структура экосистем оцениваемой территории за два сравниваемых года (1979 - слева; 2018 - справа)

Количественные параметры выявленной динамики использовались для оценки изменения стоимости экосистемных услуг экосистем, связанных с водой (лесных, травяных, водно-болотных). Из тенденций в изменении площадей следует предположение об увеличении продуцирующих и регулирующих экосистемных услуг лесных экосистем, а также регулирующих экосистемных услуг болотных экосистем (соответственно на 9 и 11%). В то же время, экосистемные услуги травяных и водных экосистем уменьшаются, в т.ч. и за счет уменьшения их площади.

### Заключение

Таким образом, выделение экосистем и определение размера территории, на которых они расположены, являются необходимыми этапами в процессе оценки «экосистемные услуги, связанных с водой», а выявление тенденций в изменении площадей территории экосистем позволяет косвенно оценивать динамику предоставляемых ими экосистемных услуг.

Настоящее исследование выполнено в рамках HydroEcoNex project (Project BSB 165), the EU Joint Operational Programme Black Sea Basin.

### Литература

1. GEF IW: LEARN, 2018. GEF Guidance Documents to Economic Valuation of Ecosystem Services in IW Projects, 171 p. URL: <https://iwlearn.net/resolveuid/92e22309-a581-4d77-a425-32da298e8582>
2. Recommendations on Payments for Ecosystem Services in Integrated Water Resources Management. 2007. UN, New York and Geneva, 64 p. URL: [http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/documents/PES\\_Recommendations\\_web.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/documents/PES_Recommendations_web.pdf)
3. WFD, 2000: The EU Water Framework Directive - integrated river basin management for Europe. Available at: [https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index\\_en.html](https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html)
4. План управления трансграничным речным бассейном Днестра. Часть 1: Общая характеристика и оценка состояния, 2019: [https://dniester-commission.com/wp-content/uploads/2019/07/Dniester\\_TDA\\_July2019.pdf](https://dniester-commission.com/wp-content/uploads/2019/07/Dniester_TDA_July2019.pdf)