



## Экосистемные услуги водных объектов в обеспечении устойчивого развития региона



**О. А. Чернова**

*Южный федеральный университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)  
Российский научно-исследовательский институт комплексного использования  
и охраны водных ресурсов (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)  
chernova.olga71@yandex.ru*

### Аннотация

**Введение.** Необходимым условием устойчивого развития региона является рациональное использование его водных объектов. Это определяет актуальность исследования того, в какой мере водные объекты региона удовлетворяют потребности человека и экономического развития. Цель статьи – по результатам проведенного исследования сформировать инструментарий оценки уровня соответствия экосистемных услуг поверхностных водных объектов задачам устойчивого развития региона.

**Материалы и методы.** Оценка потенциала экосистемных услуг водных объектов проводилась по направлениям их предоставления: снабженческие, регуляционные и культурные. С использованием проблемно-ориентированного подхода был осуществлен выбор показателей оценивания; с помощью контекстно-ориентированного подхода была дана характеристика экосистемных услуг водных объектов Ростовской области и проведена оценка соответствия экосистемных услуг целям устойчивого развития.

**Результаты исследования.** Сформирована система индикаторов оценки потенциала экосистемных услуг водных объектов; определены показатели соответствия экосистемных услуг водных объектов Ростовской области целям устойчивого развития; выявлен приоритет реализации регуляционных и снабженческих услуг над культурными; обоснована необходимость корректировки существующей политики развития водного хозяйства региона.

**Обсуждение и заключение.** Сделан вывод о том, что меры, направленные на облегчение возможности получения экономических выгод от использования водных ресурсов, не должны осуществляться за счет снижения их рекреационного и культурного потенциала. Устойчивое региональное развитие предполагает необходимость

© Чернова О. А., 2022



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.



сбалансированности экономической, социальной и экологической ценности, которую несут водные объекты. Практическая значимость исследования состоит в возможности использования его результатов для определения направлений повышения эффективности экосистемных услуг в целях содействия устойчивому развитию региона.

*Ключевые слова:* экономика региона, устойчивое развитие, экосистемные услуги, водный объект, региональная стратегия, антропогенное воздействие

*Конфликт интересов.* Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

*Благодарности.* Автор выражает благодарность рецензентам, чьи комментарии и пожелания позволили улучшить качество текста.

*Для цитирования:* Чернова О. А. Экосистемные услуги водных объектов в обеспечении устойчивого развития региона // Регионоведение. 2022. Т. 30, № 3. С. 586–601. doi: <https://doi.org/10.15507/2413-1407.120.030.202203.586-601>

Original article

## Ecosystem Services of Water Bodies in Ensuring Sustainable Development of the Region

O. A. Chernova

*Southern Federal University (Rostov-on-Don, Russian Federation)  
Russian Research Institute for Integrated Use and Protection of Water Resources  
(Rostov-on-Don, Russian Federation)  
chernova.olga71@yandex.ru*

*Abstract*

**Introduction.** A necessary condition for the sustainable development of the region is the rational use of its water bodies. This determines the relevance of the study of the extent to which the water bodies of the region meet the needs of human and economic development. The purpose of this article is the formation of tools for assessing the level of compliance of ecosystem services of surface water bodies with the objectives of sustainable development of the region.

**Materials and Methods.** The assessment of ecosystem services potential of water bodies was carried out in the areas of their provision: supply, regulation and cultural. With help of a problem-oriented approach the selection of evaluation indicators was done; using a context-oriented approach, a characteristic of the ecosystem services of water bodies in the Rostov region was given and an assessment of the compliance of ecosystem services with the goals of sustainable development was made.

**Results.** A system of indicators for assessing the potential of ecosystem services of water bodies has been formed; indicators of compliance of ecosystem services of water bodies of the Rostov region with the goals of sustainable development have been determined; the priority of the implementation of regulatory and supply services over cultural ones is revealed; the need to adjust the existing policy for the development of the region's water management has been justified.

**Discussion and Conclusion.** It is concluded that measures aimed to obtain economic benefits from water resources should not be carried out by reducing recreational and cultural potential. Sustainable regional development presupposes the necessity to balance economic, social and ecological values that water bodies carry. The practical significance of the study is in the possibility of using its results to promote sustainable development of the region.



*Keywords:* regional economy, sustainable development, ecosystem services, water bodies, regional strategy, anthropogenic impact

*Conflict of interests.* The author declares that there is not conflict of interest.

*Acknowledgements.* The author expresses her gratitude to the reviewers, whose comments and suggestions made it possible to improve the quality of the text.

*For citation:* Chernova O.A. Ecosystem Services of Water Bodies in Ensuring Sustainable Development of the Region. *Regionology. Russian Journal of Regional Studies*. 2022;30(3):586–601. doi: <https://doi.org/10.15507/2413-1407.120.030.202203.586-601>

**Введение.** На протяжении последних десятилетий императив устойчивого развития является глобальной тенденцией, задающей ориентиры для разработки региональных стратегий. В решении задач повышения региональной устойчивости значительное место отводится вопросам эффективного управления территориальными водными ресурсами. Это объясняется сильной взаимосвязанностью водных ресурсов практически со всеми секторами экономики, что не только открывает синергетические возможности для интеграции, но и обуславливает отсутствие многих потенциальных компромиссов, учитывая роль воды в решении задач продовольственной и энергетической безопасности.

Несмотря на то, что Россия – одна из наиболее водообеспеченных стран мира, в процессе регионального стратегирования характеристики состояния водных ресурсов в значительной степени игнорируются, а их эксплуатация происходит с приоритетом экономических целей над экологическими. Водные ресурсы очень уязвимы к антропогенным факторам регионального развития, к последствиям увеличения численности населения, к расширению объемов деятельности промышленных предприятий. В результате происходит загрязнение водных ресурсов, заболачивание прибрежных территорий, население испытывает нехватку пресной воды. Все это приводит не только к снижению устойчивости развития самих водных систем, но и к снижению устойчивости регионального развития. В этих условиях необходим пересмотр политики управления водным хозяйством регионов.

В настоящее время во многих странах в отношении управления водными ресурсами начинает внедряться экосистемный подход, в соответствии с которым при эксплуатации водных ресурсов необходимо учитывать все аспекты устойчивого развития общества. Важным условием реализации такого подхода является знание об экосистемных услугах, предоставляемых водными объектами. Однако большая часть исследований в области управления водными ресурсами сосредоточена на вопросах их рационального распределения между отдельными секторами экономики [1–3]. При этом непосредственно экосистемные услуги водных объектов рассматриваются редко. Существующие модели водных экосистем до сих пор практически не исследуются в контексте взаимосвязи экосистемных услуг и устойчивого развития. Между тем



приоритет экономических целей над экологическими в управлении водными ресурсами региона может угрожать региональной и экологической безопасности, усиливая конфликт между экологическими и социально-экономическими аспектами устойчивого развития.

Экосистемная перспектива предполагает необходимость интеграции экосистемных услуг водных объектов в региональные стратегии. Разнообразие быстро развивающихся инструментов оценки состояния сложных систем требует выбора из них тех, которые наиболее соответствуют задачам исследования взаимосвязи экосистемных услуг и устойчивого развития. Это определило постановку цели данной статьи – разработать инструментарий оценки потенциала экосистемных услуг водных объектов, позволяющий определить, в какой мере поверхностная водная система региона удовлетворяет потребности населения и обеспечивает устойчивость социально-экономического развития территории. Гипотеза данного исследования состоит в том, что оценка уровня реализации потенциала экосистемных услуг водными объектами региона способствует повышению эффективности управления процессами регионального развития.

**Обзор литературы.** Экосистемные услуги – это термин, описывающий набор преимуществ, которые могут быть получены при использовании природных ресурсов [4]. В конце 90-х гг. XX в. была сформулирована концепция экосистемных услуг, в основу которой положена идея о необходимости предотвращения деградации природы в целях роста благосостояния и развития экономики<sup>1</sup>. Как подчеркивают М. Почин и Р. Хайнс-Янг, нынешняя экономическая система несет ответственность за широкомасштабную деградацию окружающей среды и поэтому должна поддерживать ее жизнеобеспечивающую функцию, экономические и социокультурные ценности [5].

Вопрос об интеграции экосистемных услуг в систему регионального планирования и развития поднимается многими исследователями. Чаще всего данная проблематика рассматривается в контексте решения задач определения регионального дохода от эксплуатации природного капитала. Например, И.-М. Грен и Л. Айсэкс дают оценку потребительской и инвестиционной ценности природного капитала региона [6], И. Тамми с соавторами исследуют различия в ценности экосистемных услуг отдельных территорий региона с учетом их практической применимости [7]. Дискурс о выгодах экосистемных услуг и их потерях в урбанизированных регионах ведут К. Кортиновис и Д. Женелетти [8].

В оценке экосистемных услуг используются следующие основные методы и инструменты:

– рыночные оценки на основе анализа затрат/выгод. Оценка проводится либо на основе идентификации ущерба/издержек от деградации экосистем [9], либо на основе идентификации положительных экстерналий от использования природного капитала региона [10]. Недостаток данного подхода

<sup>1</sup> The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital / R. Costanza [et al.] // Ecological Economics. 1998. Vol. 25, issue 1. Pp. 3–15. doi: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(98\)00020-2](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(98)00020-2)



состоит в том, что он не позволяет охарактеризовать реальную ценность экосистемных услуг, поскольку: 1) фокусируется только на тех характеристиках услуг, для которых можно определить стоимость; 2) не позволяют оценить те услуги, которые предполагают многоплановое использование [11];

– подход на основе композитных и многокритериальных оценок, развитие которого идет по многим направлениям. Так, А. Пинеда и Дж. Керон предлагают использование композитного индекса, включающего, дезагрегированные показатели по каждой подсистеме устойчивого развития [12]. Для агрегирования частных показателей при использовании интегральных оценок учеными предлагаются: метод усредненных значений показателей [13], метод эквивалентности дисперсий [14], расчет расстановки Махаланобиса [15] и др. Одним из основных недостатков данных индексного метода и метода интегральных оценок является ограниченная доступность количественно измеримых показателей, которые могут быть задействованы для оценки потенциала экосистемных услуг. Поэтому в некоторых исследованиях применяется балльная оценка, которая позволяет использовать как количественные, так и качественные критерии оценивания [16]. Несмотря на то, что вследствие субъективности при распределении баллов, ее точность является недостаточной, данный метод довольно популярен среди исследователей;

– подход на основе потребительской ценности. Он базируется на определении величины экологической компенсации от использования природных ресурсов [17], поскольку улучшение экосистемных услуг, как отмечает Т. Шенью с соавторами, должно происходить в соответствии с имеющимися потребностями населения [18]. Несмотря на популярность данной концепции, имеются мнения, что субъективные представления людей не могут служить надежным показателем оценки уровня их благополучия [19].

Наряду с этим существуют и более сложные динамические модели оценки устойчивости социально-эколого-экономических систем, предполагающие построение эконометрических моделей, моделей векторной авторегрессии и пр.: модель системы земледелия CropSyst, модель индекса стресса водоснабжения WaSSI, модель ToSIA для оценки воздействия на устойчивое развитие и др. Такие инструменты требуют значительных материальных и трудовых затрат на создание, а также предполагают наличие специальных навыков при использовании.

В последние годы все больше внимания уделяется исследованию различных аспектов экосистемных услуг водных объектов: экологическому [20], культурному [21], социальному [22], экономическому [23]. Одни ученые отмечают, что включение экосистемных услуг в процессы принятия решений может помочь в устойчивом управлении региональным развитием [22], другие утверждают, что экосистемные услуги водных объектов должны быть рассмотрены как центральные элементы в оценке устойчивости развития региона, поскольку они формируют ресурсную базу его развития [23]. Однако вопрос о том, как оценивать роль и место экосистемных услуг водных объектов является недостаточно



изученным, что обуславливает актуальность нашего исследования. Основываясь на рассмотренных выше публикациях, мы выбрали балльный инструмент оценки показателей, который был разработан и протестирован В. Алари и коллективом авторов для оценки устойчивости экосистем земледелия [16].

**Материалы и методы.** При выделении видов экосистемных услуг, предоставляемых водными объектами, мы руководствовались Докладом ООН, сосредоточившись на тех услугах, потенциал которых может быть описан с использованием экономических показателей: снабженческие, регуляционные, культурные услуги<sup>2</sup>. Под потенциалом экосистемных услуг водных объектов мы понимали их способность и возможность обеспечивать материальные и нематериальные социально-экономические выгоды для потребителей этих услуг при сохранении и улучшении биологических ресурсов.

Для оценки потенциала экосистемных услуг мы предложили систему индикаторов, базирующихся на проблемно-ориентированных оценках (табл. 1). Основные проблемы реализации потенциала экосистемных услуг водных объектов рассматривались в следующих аспектах:

- экономическом – утрачивание водными объектами свойств, позволяющих их эффективно использовать в производственно-хозяйственной деятельности;
- социальном – ухудшение качества жизни населения в связи со снижением возможности должным образом удовлетворять свои культурные, духовные, физиологические и другие потребности;
- экологическом – уменьшение возможности естественного самовосстановления водных объектов в результате роста негативного антропогенного воздействия на окружающую среду.

**Т а б л и ц а 1. Индикаторы оценки потенциала экосистемных услуг водных объектов**

**Table 1. Indicators for assessing the potential of ecosystem services of water bodies**

Группа индикаторов / Indicator group	Перечень индикаторов / List of indicators	
1	2	
	<i>Снабженческие услуги / Supply services</i>	
Экономические / Economic	Потери воды при транспортировке / Water loss during transportation	Ec1
	Использование свежей воды / Using fresh water	Ec2
	Объемы перевозки грузов на водном транспорте / Volumes of cargo transportation by water transport	Ec3
	Объемы производства рыбы и ракообразных / Production volumes of fish and crustaceans	Ec4

<sup>2</sup> Millennium Ecosystem. Assessment: Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington, D.C., Island Press, 2005.



Окончание табл. 1 / End of table 1

1	2	
Социальные / Social	Удельный вес проб питьевой воды, несоответствующей санитарно-эпидемиологическим требованиям / Proportion of drinking water samples that do not meet sanitary and epidemiological requirements	S1
	Водообеспеченность одного жителя водными ресурсами / Water supply per inhabitant with water resources	S2
Экологические / Environmental	Объем оборотной и повторно используемой воды / Volume of recycled and reused water	En1
	Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты / Discharge of polluted wastewater into surface water bodies	En2
<i>Регуляционные услуги / Regulatory Services</i>		
Экономические / Economic	Площадь искусственных водоемов и водохранилищ / Area of artificial basins and reservoirs	Ec5
	Затраты на защиту от экстремальных природных явлений / Costs of protection from extreme natural events	Ec6
Социальные / Social	Показатели загрязненности водных объектов / Water pollution indicators	S3
	Доля нормативно очищенных сточных вод в общем объеме сточных вод / Share of standard treated wastewater in the total volume of wastewater	S4
Экологические / Environmental	Уровень заболоченности территории / Swampiness level	En3
	Индекс сокращения прибрежных угодий / Coastal land reduction index	En4
	Уровень эрозии почвы в прибрежных районах / Level of soil erosion in coastal areas	En5
<i>Культурные услуги / Cultural services</i>		
Экономические / Economic	Вовлеченность заинтересованных сторон в мониторинг состояния водных объектов / Involvement of stakeholders in monitoring the condition of water bodies	Ec7
	Затраты на поддержание состояния водных объектов / Costs of maintaining the state of water bodies	Ec8
Социальные / Social	Наличие мест для отдыха и туризма на водных объектах региона / Availability of places for recreation and tourism at the water bodies of the region	S5
	Число туристов и отдыхающих / Number of tourists and vacationers	S6
Экологические / Environmental	Уровень загрязненности водных рекреационных ресурсов / The level of pollution of water recreational resources	En6



При выборе индикаторов мы руководствовались некоторыми работами зарубежных ученых [24–27]. Все индикаторы отражают прямые связи с параметрами устойчивого развития. Для снижения мультиколлинеарности мы свели до минимума количество используемых индикаторов в каждой группе.

Также мы ориентировались на возможность получения данных из официальных источников: Росстата, Министерства природных ресурсов и экологии Ростовской области, Правительства Ростовской области, Федерального информационного портала «Вода России»<sup>3</sup>.

Оценка уровня соответствия экосистемных услуг целям устойчивого развития проводилась по 4-балльной оценочной шкале:

- полностью соответствует – 3 балла;
- соответствует, но возможны несущественные отклонения от заданных целей устойчивого развития – 2 балла;
- частичное соответствие целям устойчивого развития – 1 балл;
- полное отсутствие соответствия целям устойчивого развития – 0 баллов.

Комплексная оценка уровня соответствия экосистемных услуг целям устойчивого развития определялась как средневзвешенное значение. Поскольку вариация показателей проявляется в сравнительно узких границах, а изменения в целом являются равномерными, при классификации использовались равные интервалы. Число выделяемых классификационных групп – 3 (высокий, средний и низкий уровень соответствия).

Для определения весов был выбран метод попарных сравнений: лучший вариант получает 1 балл, а второй – ноль. Весовое значение каждого индикатора определялось делением суммы полученных значений по нему на общую сумму оценочных значений по всем 20 показателям. В результате сумма весов равнялась 1. Полученная матрица попарных сравнений представлена в приложении 1<sup>4</sup>.

Результатом использования балльной оценки является число, изменяющееся в пределах от 0 до 3. При этом 0 – критический уровень, не соответствующий устойчивому развитию, 3 – максимально соответствующий. Значения оценки от 2,1 до 3 классифицируются как устойчивое развитие; от 1,1 до 2,1 – стабильное развитие; менее 1 – нестабильное развитие.

Для понимания причин такой классификации были проанализированы агрегированные значения субиндикаторов, которые определялись как сумма взвешенных значений индикаторов по каждому виду экосистемных услуг. Значение субиндикаторов находится в пределах от 0 до 1. Значения до 0,35

<sup>3</sup> Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/>; Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Ростовской области [Электронный ресурс]. URL: <https://минприродыро.рф/>; Официальный портал Правительства Ростовской области [Электронный ресурс]. URL: <https://www.donland.ru/>; Федеральный информационный портал «Вода России». [Электронный ресурс]. URL: <https://voda.org.ru/> (дата обращения: 20.02.2022).

<sup>4</sup> Приложение 1 [Электронный ресурс]. doi: <https://doi.org/10.15507/2413-1407.120.030.202203.000>



классифицировались как низкий уровень соответствия; от 0,36 до 0,70 – как средний и от 0,71 до 1 – как высокий.

Объектом исследования стала Ростовская область, для водных объектов которой мы привели характеристику отдельных видов экосистемных услуг и дали оценку их соответствия задачам устойчивого развития с использованием контекстно-ориентированного подхода. Источниками данных послужили официальные данные Росстата, Министерства природных ресурсов и экологии Ростовской области, официального сайта Правительства Ростовской области, Федерального информационного портала «Вода России», а также материалы научных публикаций и собственные исследования автора.

**Результаты исследования.** *Характеристика снабженческих услуг водных объектов Ростовской области.* Потери вод при транспортировке в Ростовской области составляют 695,4 млн м<sup>3</sup>, или 24,9 % общего забора воды. Это наибольший показатель не только среди регионов Южного федерального округа (ЮФО), но и среди всех регионов России. Среднероссийский показатель составляет 12 %.

Снижаются объемы использования свежей воды. Если в 2005 г. данный показатель был равен 2 729 млн м<sup>3</sup>, то в 2020 г. – 2 144 млн м<sup>3</sup>. Это связано с практикой применения водно-циркулярных моделей в регионе: использование дренажно-сбросных вод в оросительных системах; техническое водоснабжение в промышленности и ЖКХ [28]. Снижается сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты. Если в 2005 г. данный показатель составлял 282 млн м<sup>3</sup>, то в 2020 г. – 188 млн м<sup>3</sup>.

Объемы грузоперевозок в Азово-Донском водном бассейне оцениваются экспертами положительно. В 2020 г. данный показатель вырос на 3,2 % в сравнении с 2019 г. и составил 10,6 млн т. Ростовская область производит около 12 % товарной рыбы в России и почти 40 % в ЮФО.

Качество питьевой воды, подаваемой населению Ростовской области, является очень низким. Так, по данным Роспотребнадзора, в 2021 г. по химическим показателям гигиеническим нормативам не соответствовало 31,7 % проб, микробиологическим показателям – 1,2 %. Уровень обеспеченности населения водными ресурсами в расчете на одного жителя составляет 2,4 тыс. м<sup>3</sup> на человека, что более чем в 10 раз ниже среднероссийского показателя, особенно в период интенсивного судоходства.

*Характеристика регуляционных услуг водных объектов Ростовской области.* Регуляционные услуги выражаются в способности водных объектов выполнять функции буферного потенциала при экстремальных явлениях. Основными сооружениями, обеспечивающими выполнение водными объектами регуляционных услуг, являются водохранилища. На территории Ростовской области расположена значительная часть акватории Цимлянского водохранилища, Манычский каскад водохранилищ, а также множество малых водохранилищ и прудов. Общая площадь искусственных водоемов



в Ростовской области (около 1,85 тыс. км<sup>2</sup>) во много раз превышает площадь естественных.

Однако в последние годы наблюдается значительное обмеление Дона и водохранилищ. Так, средний уровень Цимлянского водохранилища в 2021 г. находился на отметке 33,2 м, что ниже среднего значения уровня воды за всю историю его эксплуатации. Аномально теплая погода и сильные ветра ведут к пересыханию и других водоемов области. Большинство прудов возведены без разработки необходимой документации и должного гидро-экологического обоснования, что ведет к снижению их надежности. Более 70 % прудов исчерпали полезные сроки своей эксплуатации и нуждаются в восстановлении. Аварийно-опасные пруды несут угрозу населенным пунктам, находящимся в зоне подтопления. Экономическая значимость прудов и водохранилищ в Ростовской области за последние 20–30 лет снизилась в 2 раза, а доля используемых по назначению не превышает 51 %. Заиление водных объектов составляет от 1,5 до 6,5 м, что не только затрудняет их эксплуатацию, но и негативно влияет на водный сток малых рек [29].

Вода поверхностных источников водоснабжения не отвечает гигиеническим требованиям по химическим показателям в 27,3 % проб, по микробиологическим – в 20,1 % проб. Удельный вес загрязненных сточных вод в их общем объеме составляет 16,8 %, что значительно ниже среднего показателя по ЮФО и по России в целом. Для сравнения, в Волгоградской области данный показатель равен 71,5 %, в Республике Крым – 85,7 %. Однако доля нормативно очищенных сточных вод в общем объеме сточных вод в Ростовской области в последние 5 лет не превышает 15 %. По данному показателю худшее положение только в Республике Крым – 2 %. Одновременно стоит отметить снижение доли нормативно очищенных сточных вод в регионе в последние годы до 8,55 % в 2019 г. В целом в России значение данного показателя равно 11,84 %.

Состояние прибрежной зоны водоемов Ростовской области оценивается как удовлетворительное. К абразионным участкам относится 63 % (210 км) береговой линии Азовского моря при протяженности защищаемой береговой полосы 17 км. Водной эрозии подвергается 3,22 млн га почвенного покрова, причем в некоторые годы количество смытой почвы превышало предельно допустимую норму в 3–4 раза. Это ведет к необходимости дополнительных затрат на внесение удобрений на 0,75 тыс. руб. на 1 тонну смытой почвы<sup>5</sup>. Уровень заболоченности территории Ростовской области невысокий и равен 0,54 %. Для сравнения, в Краснодарском крае заболоченность составляет 2,4 %; в Московской области – 1,18 %. В условиях маловодности водных объектов Ростовской области половодья, как правило, не представляют опасности для населенных

<sup>5</sup> Эрозия почв в Ростовской области / Э. А. Гаевая [и др.] // Мелиорация и водное хозяйство. Пути повышения эффективности и экологической безопасности мелиораций земель Юга России : материалы Всеросс. науч.-практ. конф. Новочеркасск : ООО «Лик», 2017. С. 128–134.



пунктов. Так, в последние 10 лет повышение уровня рек в половодье является слабо выраженным – 10–70 см.

В целях повышения эффективности реализации регуляционных услуг водными объектами в Ростовской области реализуется региональный проект «Сохранение уникальных водных объектов», в рамках которого ведется постепенная расчистка русел рек. На расчистку Цимлянского водохранилища в 2020–2023 гг. выделено 33 млн руб. в рамках национального проекта «Экология». На поддержку рыбохозяйственного комплекса региона предусмотрено 78,4 млн руб. в 2020 г. и 62,2 млн руб. в 2021 г.

*Характеристика культурных услуг водных объектов Ростовской области.* С началом пандемии и развитием внутреннего туризма Ростовская область стала одним из наиболее популярных маршрутов россиян. Этому немало способствует развитие инфраструктуры на Левом берегу Дона, в г. Каменск-Шахтинский, в донских станицах. В целом турпоток в Ростовской области в 2021 г. превысил 3 млн чел.

В 2021 г. в регионе учтено 163 пляжа (36 муниципальных, 51 ведомственный и 76 частных) и 30 детских лагерей с выходом к воде. Контроль за качеством состояния рекреационных водных объектов регулярно проводит Роспотребнадзор. В 2021 г. 37 % отобранных проб не соответствовали нормативам, в 2020 г. – 28,8 % проб.

В Ростовской области наблюдение за состоянием водных объектов осуществляется в рамках регионального проекта «Сохранение уникальных водных объектов в Ростовской области», реализуемого с 2019 г. Наряду с этим мониторинг качества водных ресурсов осуществляет Роспотребнадзор и Донское бассейновое водное управление. В «Точке кипения – Ростов-на-Дону» регулярно проводятся Конгрессы гражданских экологических инициатив для поддержки взаимодействия институтов гражданского общества с институтами государственного управления, учреждениями науки, образования, а также бизнесом. Реализация мер по поддержанию состояния водных объектов осуществляется за счет средств указанного выше регионального проекта. В 2020 г. было потрачено 185,8 млн руб., в том числе 156,1 млн руб. из областного бюджета. Эти средства были направлены на расчистку участков рек Темерник и Кумшак. В 2021 г. Паспортом проекта на поддержку состояния водных объектов предусмотрено выделение 8 459 тыс. руб.

*Оценка уровня соответствия экосистемных услуг водных объектов целям устойчивого развития.* Значение комплексной оценки, характеризующей уровень соответствия потенциала экосистемных услуг водных объектов Ростовской области, позволяет отнести его к классу стабильного развития (табл. 2). Лучше всего водными объектами реализуются регуляционные услуги, попадающие в зону высокого уровня соответствия. Несмотря на то, что культурные и снабженческие услуги попадают в зону среднего уровня



соответствия, уровень культурных услуг ближе к границе зоны низкого уровня, а снабженческих – к границе высокого.

**Таблица 2. Оценка уровня соответствия экосистемных услуг водных объектов Ростовской области целям устойчивого развития**

**Table 2. Assessment of the compliance level of ecosystem services of water bodies of the Rostov region with the goals of sustainable development**

Индикатор / Indicator	Оценка / Assessment	Вес / Weight
<i>Снабженческие услуги / Procurement Services</i>		<i>0,440</i>
Ec1	0	0,058
Ec2	1	0,063
Ec3	2	0,037
Ec4	3	0,026
S1	1	0,089
S2	1	0,073
En1	3	0,031
En2	3	0,063
Агрегированная оценка / Aggregate assessment	0,659	
<i>Регуляционные услуги / Regulatory Services</i>		<i>0,351</i>
Ec5	2	0,031
Ec6	2	0,047
S3	2	0,079
S4	2	0,042
En3	2	0,042
En4	3	0,058
En5	2	0,052
Агрегированная оценка / Aggregate assessment	0,760	
<i>Культурные услуги / Cultural services</i>		<i>0,209</i>
Ec7	3	0,026
Ec8	2	0,058
S5	2	0,031
S6	2	0,031
En6	1	0,063
Агрегированная оценка / Aggregate assessment	0,381	
Комплексная оценка / Complex indicator	1,800	

Несмотря на субъективность предлагаемого метода, достоверность полученных результатов подтверждается их соответствием выводам, сделанным различными исследователями, изучающими проблемы устойчивого развития водохозяйственного комплекса Нижнего Дона. Однако данные



исследования делают упор на снабженческих услугах водных ресурсов и фрагментарно отражают роль культурных и регуляционных услуг. В отличие от имеющихся наше исследование иллюстрирует значимость всех аспектов экосистемных услуг.

**Обсуждение и заключение.** Проведенное нами исследование продемонстрировало целесообразность использования спектра индикаторов оценки потенциала экосистемных услуг водных объектов для обеспечения устойчивости развития региона. Нами предложен инструментарий, который позволяет оценить потенциал экосистемных услуг водных ресурсов с точки зрения того, насколько поверхностная водная система удовлетворяет потребностям человека и экономического развития. Безусловно, выгоды и предпочтения в отношении одних и тех же экосистемных услуг водных объектов не обязательно должны быть одинаковы для различных регионов и для различных типов водных объектов (река, море, озеро). Поэтому представленный перечень показателей и весовые оценки могут быть скорректированы.

Полученные нами выводы связаны с более глубоким пониманием социально-экономической и культурной ценности водных объектов. Мы считаем, что меры, направленные на облегчение возможности получения экономических выгод от использования водных ресурсов, не должны осуществляться за счет снижения их рекреационного и культурного потенциала. Устойчивое региональное развитие предполагает необходимость сбалансированности экономической, социальной и экологической ценности, которую несут водные объекты.

Практическая значимость исследования состоит в том, что его результаты могут быть использованы для определения направлений повышения эффективности экосистемных услуг водных объектов. Дальнейшие наши исследования будут направлены на оценку временной динамики изменений эффективности реализации экосистемных услуг водных объектов в регионе.

## REFERENCES

1. Zolfagharipoor M., Ahmadi A., Nikouei A. Market-Based Groundwater Resources Allocation Mechanism: An Inter-Sectoral Water Exchanges Programming Analysis. *Water Resources and Economics*. 2022;37. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wre.2022.100193>
2. Feng J. Optimal Allocation of Regional Water Resources Based on Multi-Objective Dynamic Equilibrium Strategy. *Applied Mathematical Modelling*. 2021;90:1183–1203. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apm.2020.10.027>
3. Jin-yan L., Lan-bo C., Miao D., Ali A. Water Resources Allocation Model Based on Ecological Priority in the Arid Region. *Environmental Research*. 2021;199. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111201>
4. Braat L.C., de Groot R. The Ecosystem Services Agenda: Bridging the Worlds of Natural Science and Economics, Conservation and Development, and Public and Private Policy. *Ecosystem Services*. 2012;1(1):4-15. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.011>



5. Potschin M., Haines-Young R. The Links between Biodiversity, Ecosystem Service and Human Well-Being. In: Raffaelli D.G., Frid C.L.J., eds. *Ecosystem Ecology: A New Synthesis*. Cambridge; Cambridge University Press. 2010. p. 110–139. doi: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511750458.007>

6. Gren I.-M., Isacs L. Ecosystem Services and Regional Development: An Application to Sweden. *Ecological Economics*. 2009;68(10):2549–2559. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.03.023>

7. Tammi I., Mustajärvi K., Rasinmäki J. Integrating Spatial Valuation of Ecosystem Services into Regional Planning and Development. *Ecosystem Services*. 2017;26(B):329–344. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.11.008>

8. Cortinovis C., Geneletti D. Ecosystem Services in Urban Plans: What is There, and What is Still Needed for Better Decisions. *Land Use Policy*. 2018;70:298–312. doi: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.10.017>

9. Jacobs S., Dendoncker N., Keune H., eds. *Ecosystem Services. Global Issues. Local Practices*. Elsevier. 2014. Available at: <https://www.amazon.com/Ecosystem-Services-Global-Issues-Practices/dp/012419964X> (accessed 20.02.2022).

10. De Luca Peña L., Taelman S., Pr at N., Boone L., Van der Biest K., Cust dio M., et al. Towards a Comprehensive Sustainability Methodology to Assess Anthropogenic Impacts on Ecosystems: Review of the Integration of Life Cycle Assessment, Environmental Risk Assessment and Ecosystem Services Assessment. *Science of the Total Environment*. 2022;808. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152125>

11. Bolotova N.L. On the Application of the Concept of Ecosystem Services to Water Ecosystems. *Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University*. 2017;(49):114–133. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32325774> (accessed 20.02.2022). (In Russ., abstract in Eng.)

12. Pineda A., Cer n J. Evaluation of Sustainable Development in the Sub-Regions of Antioquia (Colombia) Using Multi-Criteria Composite Indices: A Tool for Prioritizing Public Investment at the Subnational Level. *Environmental Development*. 2019;32. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2019.05.001>

13. Rahma H., Fauzi A., Juanda B., Widjojanto B. Development of a Composite Measure of Regional Sustainable Development in Indonesia. *Sustainability*. 2019;11(20). doi: <https://doi.org/10.3390/su11205861>

14. Klimanov V.V., Kazakova S.M., Mikhaylova A.A. Retrospective Analysis of the Resilience of Russian Regions as Socio-Economic Systems. *Voprosy Ekonomiki*. 2019;(5):46–64. (In Russ., abstract in Eng.) doi: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2019-5-46-64>

15. Malkina M. Assessment of Resilient Development of the Regional Economies Based on Mahalanobis Distances. *Terra Economicus*. 2020;18(3):140–159. (In Russ., abstract in Eng.) doi: <https://doi.org/10.18522/2073-6606-2020-18-3-140-159>

16. Alary V., Messad S., Aboul-Naga A., Osman M., Abdelsabour T., Salah A., Juanes X. Multi-Criteria Assessment of the Sustainability of Farming Systems in the Reclaimed Desert Lands of Egypt. *Agricultural Systems*. 2020;183. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agry.2020.102863>

17. Costanza R., de Groot R., Braat L., Kubiszewski I., Fioramonti L., Sutton P., et al. Twenty Years of Ecosystem Services: How Far Have we come and How Far do



we still need to go? *Ecosystem Services*. 2017;28(A):1–16. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>

18. Chaigneau T., Coulthard S., Brown K., Daw T.M., Herbrüggen B. Incorporating Basic Needs to Reconcile Poverty and Ecosystem Services. *Conservation Biology*. 2018;33(3):655–664. doi: <https://doi.org/10.1111/cobi.13209>

19. Ryfield F., Cabana D., Brannigan J., Crowe T. Conceptualizing ‘Sense of Place’ in Cultural Ecosystem Services: A Framework for Interdisciplinary Research. *Ecosystem Services*. 2019;36. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100907>

20. Lapointe M., Gurney G.G., Cumming G.S. Urbanization Affects How People Perceive and Benefit from Ecosystem Service Bundles in Coastal Communities of the Global South. *Ecosystem People*. 2021;17(1):57–68. doi: <https://doi.org/10.1080/26395916.2021.1890226>

21. Sharma B., Rasul G., Chettri N. The Economic Value of Wetland Ecosystem Services: Evidence from the Koshi Tappu Wildlife Reserve, Nepal. *Ecosystem Services*. 2015;12:84–93. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.02.007>

22. Geijzendorffer I.R., Martín-López B., Roche P.K. Improving the Identification of Mismatches in Ecosystem Services Assessments. *Ecological Indicators*. 2015;52:320–331. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.12.016>

23. Fürst C., Luque S., Geneletti D. Nexus Thinking – How Ecosystem Services can Contribute to Enhancing the Cross-Scale and Cross-Sectoral Coherence between Land Use, Spatial Planning and Policy-Making. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*. 2017;13(1):412–421. doi: <https://doi.org/10.1080/21513732.2017.1396257>

24. Zhang H., Xiao Y., Deng Y. Island Ecosystem Evaluation and Sustainable Development Strategies: A Case Study of the Zhoushan Archipelago. *Global Ecology and Conservation*. 2021;28. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01603>

25. Brown A., Marshall S., Cooper C., Whitehouse P., Van den Brink P., Faber J., Maltby L. Assessing the Feasibility and Value of Employing an Ecosystem Services Approach in Chemical Environmental Risk Assessment Under the Water Framework Directive. *Science of the Total Environment*. 2021;789. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147857>

26. Chowdhury K., Behera B. Economic Significance of Provisioning Ecosystem Services of Traditional Water Bodies: Empirical Evidences from West Bengal, India. *Resources, Environment and Sustainability*. 2021;5. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2021.100033>

27. Inácio M., Karnauskaitė D., Baltranaitė E., Kalinauskas M., Bogdzevič K., Gomes E., Pereira P. Ecosystem Services of the Baltic Sea: An Assessment and Mapping Perspective. *Geography and Sustainability*. 2020;1(4):256–265. doi: <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2020.11.001>

28. Matveeva L.G., Chernova O.A., Kosolapova N.A., Kosolapov A.E. Assessment of Water Resources Use Efficiency Based on the Russian Federation’s Gross Regional Product Water Intensity Indicator. *Regional Statistics*. 2018;8(2):154–169. doi: <https://doi.org/10.15196/RS080201>

29. Shkura V.N., Mikhalchuk A.V. On the State, Reliability and Safety of Ravine-Gully Ponds and Small – River Water Reservoirs of the Lower Don. *Ecology and Water*



*Management*. 2019;(1):64–80. Available at: <http://www.en.rosniipm-sm1.ru/article?n=14> (accessed 20.02.2022). (In Russ., abstract in Eng.)

Поступила 11.04.2022; одобрена после рецензирования 20.05.2022; принята к публикации 30.05.2022.

Submitted 11.04.2022; approved after reviewing 20.05.2022; accepted for publication 30.05.2022.

*Об авторе:*

**Чернова Ольга Анатольевна**, профессор кафедры информационной экономики Южного федерального университета (344002, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. Максима Горького, д. 88), Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов (344002, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. Максима Горького, д. 239), доктор экономических наук, доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5072-7070>, Researcher ID: H-9823-2015, Scopus ID: 56581560700, [chernova.olga71@yandex.ru](mailto:chernova.olga71@yandex.ru)

*Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.*

*About the author:*

**Olga A. Chernova**, Professor, Department of Information Economics, Southern Federal University (88 Maxim Gorky St., Rostov-on-Don 344002, Russian Federation), Russian Research Institute for Integrated Use and Protection of Water Resources (239 Maxim Gorky St., Rostov-on-Don 344022, Russian Federation), Doc. Sci. (Economy), Associate Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5072-7070>, Researcher ID: H-9823-2015, Scopus ID: 56581560700, [chernova.olga71@yandex.ru](mailto:chernova.olga71@yandex.ru)

*The author has read and approved the final version of the manuscript.*