

УДК 502.6:504.456

DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-44-58

РОЛЬ ПРИБРЕЖНЫХ ВОДНО-БОЛОТНЫХ УГОДИЙ В СМЯГЧЕНИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА: ОБЗОР ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ТРЕНДОВ

Рязанова Н. Е.¹, Солодунова А. А.², Арсланова А. И.³

¹ Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД Российской Федерации (МГИМО), 119454, г. Москва, пр-т Вернадского, д. 76, Российская Федерация; e-mail: n.riazanova@inno.mgimo.ru

² Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД Российской Федерации (МГИМО), 119454, г. Москва, пр-т Вернадского, д. 76, Российская Федерация; e-mail: alyonasolodunova@gmail.com

³ Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД Российской Федерации (МГИМО), 119454, г. Москва, пр-т Вернадского, д. 76, Российская Федерация; e-mail: alina.arsi@yandex.ru

Поступила в редакцию 10.04.2023

После доработки 11.09.2023

Принята к публикации 15.09.2023

Аннотация

Цель. Комплексный обзор литературных и научных данных и оценок вклада прибрежных экосистем в процессы смягчения последствий изменения климата.

Процедура и методы. Проведён систематический обзор. Поиск информации проводился в различных базах данных: Science Direct, Wiley, Taylor & Francis и др. Был использован метод поиска статей по ключевым словам. Поиск статей охватывал период с 2002 по 2022 гг. и был ограничен публикациями на английском языке.

Результаты. В период 2013–2022 гг. значительно возросло количество научных публикаций по оценке роли прибрежных водно-болотных угодий в смягчении последствий изменения климата. В публикациях большое внимание уделяется регулирующим и обеспечивающим экосистемным услугам. Отмечено перспективное направление регулирования запасов синего углерода, резервы которого сосредоточены в мангровых лесах.

Теоретическая и/или практическая значимость. Полученные выводы могут быть использованы для дальнейших систематических обзоров, для улучшения экономического и политического управления водно-болотных угодий.

Ключевые слова: водно-болотные угодья, восстановление водно-болотных угодий, изменение климата, мангровые заросли, синий углерод, смягчение последствий изменения климата, цели устойчивого развития, экосистемные услуги

THE ROLE OF COASTAL WETLANDS IN CLIMATE CHANGE MITIGATION: A REVIEW OF RESEARCH TRENDS

N. Ryazanova, A. Solodunova, A. Arslanova

¹ MGIMO University, pr-t Vernadskogo 76, Moscow 119454, Russian Federation;
e-mail: n.riazanova@inno.mgimo.ru

² MGIMO University, pr-t Vernadskogo 76, Moscow 119454, Russian Federation;
e-mail: alyonasolodunova@gmail.com

³ MGIMO University, pr-t Vernadskogo 76, Moscow 119454, Russian Federation;
e-mail: alina.arsi@yandex.ru

Received 10.04.2023

Revised 11.09.2023

Accepted 15.09.2023

Abstract

Aim. A comprehensive review of literature and scientific data and assessments of the contribution of coastal ecosystems to climate change mitigation processes.

Methodology. A systematic review of information sources was conducted. Information was searched in various databases: Science Direct, Wiley, Taylor & Francis and others. The method of searching articles by keywords was used. The search for articles covered the period from 2002 to 2022 and was limited to publications in English.

Results. The number of scientific publications assessing the role of coastal wetlands in climate change mitigation increased significantly 2013–2022. The publications focus on regulating and supporting ecosystem services. The promising direction of regulating blue carbon stocks, whose reserves are concentrated in mangrove forests, is highlighted.

Research implications. The findings can be used for further systematic reviews, to improve economic and political management of wetlands.

Keywords: wetlands, wetlands restoration, climate change, mangroves, blue carbon, climate change mitigation, sustainable development goals, ecosystem services.

Введение

Прибрежные экосистемы (соляные марши, мангры, прибрежные заболоченные земли, коралловые рифы и атоллы), а также дельты рек – одни из важнейших элементов, способствующих снижению рисков при глобальных климатических изменениях [7; 10; 18]. Сегодня данные экосистемы представляют собой незаменимые буферные зоны. Прибрежные водно-болотные угодья являются одними из наиболее эффективных природных долгосроч-

ных поглотителей углерода [1]. Тем не менее они также выделяют метан (CH₄), который может компенсировать поглощённый ими углерод [2; 3]. В работе проводится обзор существующих публикаций о роли прибрежных водно-болотных угодий в смягчении последствий современных изменений климата.

Актуальность исследования определяется, прежде всего, необходимостью адаптации к изменению климата и выявлении роли прибрежных водно-

болотных угодий в данном вопросе. Для решения этой задачи авторы провели систематизированный литературный обзор и анализ, сопоставляя имеющиеся на текущий момент исследования и публикации по данной тематике.

Исследуются не только то, как изменение климата влияет на жизнеспособность прибрежных водно-болотных угодий, но и как данные угодья оказывают смягчающий эффект на изменение климата. Отдельное внимание уделено способам экономического и политического управления территориями водно-болотных угодий.

Пробелы и неопределённость в обзоре литературы

Поиск литературы проводился в следующих базах данных: Wiley, Science Direct, Taylor & Francis, MDPI и др. Также во внимание были приняты публикации международных организаций.

Отобранные статьи прошли несколько этапов контроля качества, проводимого двумя авторами независимо друг от друга. Сначала были просмотрены заголовки (этап 1) и тезисы (этап 2). Был использован метод поиска по ключевым словам [14]. Если ни один из терминов «*wetland*», «*costal areas*», «*ecosystems services*», «*climate change*», «*climate change mitigation*», «*blue carbon*» или название экосистемы не фигурировали, публикация исключалась. Поиск приводился среди публикаций на русском и английском языках, вышедших с 2002 по 2022 гг.

Были проанализированы более 600 научных статей и литературных источников, из которых были отобраны 35 наиболее релевантных. В этих

работах авторы рассматривали и анализировали прибрежные водно-болотные угодья как механизм смягчения последствий изменения климата. Последний поиск проводился 21 апреля 2021 г. Результаты были изучены для устранения любых дубликатов.

В ходе отбора источников использовались ключевые слова: *coastal wetlands*, *ecosystem services*, *climate change mitigation*, *climate change*, *SDG 13*, *SDG 15*. Например, некоторые исследования конкретных типов прибрежных водно-болотных угодий (например, соляные марши и устья рек) с некоторыми экологическими функциями или конкретными услугами (например, глобальное смягчение климата), но без термина «водно-болотные угодья» или «экосистемные услуги» в названии или аннотации, или не включённые в вышеуказанные 2 базы данных, не могут быть эффективно найдены. Кроме того, в этом исследовании учитывались публикации только на английском языке. Ограниченность этой стратегии поиска может привести к некоторой неопределённости в целостности и репрезентативности аналитической литературы. Таким образом, стратегия поиска с учётом других конкретных типов прибрежных водно-болотных угодий и некоторых конкретных экосистемных услуг нуждается в дальнейшем расширении в будущих исследованиях.

При отборе статей было сделано следующее наблюдение: в период с 2013 по 2022 гг. значительно возросло количество научных публикаций по оценке роли прибрежных водно-болотных угодий в смягчении последствий изменения климата в таких базах данных, как IPCC, Wiley, Science Direct and

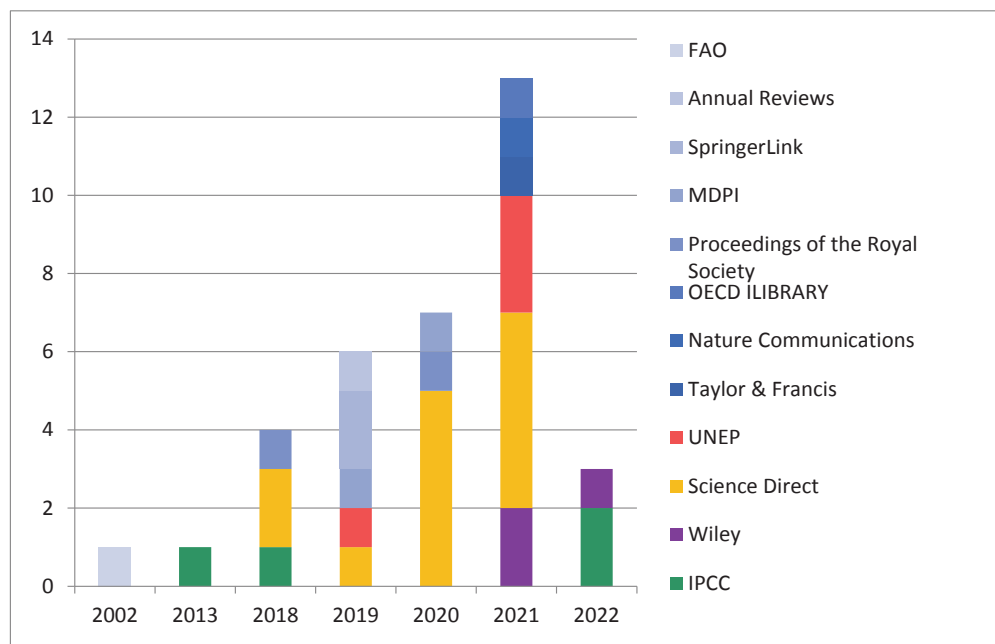


Рис. 1 / Fig. 1. Тенденция к увеличению количества публикаций / Publishing trend

Источник: составлено авторами

UNEP (рис. 1). Из всех отобранных статей 7 были опубликованы в 2020 г. (5 статей – на Science Direct) и 13 – в 2021 г.

Так, за 2021 г. большая доля (38%) статей представлена в базе данных Science Direct, 23% – в публикациях UNEP и 15% – на сайте издательства Wiley. Помимо этого, многие исследования являются комплексными и направлены не только на изучение адаптаций прибрежных водно-болотных угодий к изменению климата, но и на изучение механизмов смягчения климатических изменений. Всё большее внимание уделяется изучению вопросов восстановления прибрежных экосистем.

Помимо всего прочего, была отмечена редкая встречаемость обзорных статей, связанных с заявленной тематикой. Чаше исследователи концен-

трировались на влиянии изменения климата на прибрежные водные экосистемы и проводили оценку уязвимости прибрежных водно-болотных угодий [4]. В процессе отбора данные источники не фиксировались, т. к. в них практически не рассматривались вопросы смягчения последствий изменения климата. Другой проблемой стала сильная разрозненность исследований в географическом плане: сегодня изучением данной темы занимаются учёные многих стран мира, особенно имеющие выход к морю. В процессе отбора наблюдалась частая встречаемость изучения прибрежных водно-болотных угодий Китая и Северной Америки, затем были Индия и страны Средиземного моря. Так, на сегодняшний день существует достаточно большой пробел в данной области знаний, но, тем не менее, наблюдается тренд к

повышению степени заинтересованности проблематикой прибрежных водных экосистем и климатических изменений, что было выявлено в ходе проведённого исследования и литературного обзора.

Исследования водно-болотных угодий в основном касались мангровых лесов (26%). В целом, рассмотренные источники фокусировались либо на нескольких видах прибрежных водно-болотных угодий (прим. мангровые заросли, дельты рек, соляные марши), либо адаптировали разработанные ими модели и гипотезы к различным климатическим воздействиям на примере одного вида прибрежного водно-болотного угодья, в роли которого чаще всего выступали мангровые леса [15; 33].

Среди 35 отобранных публикаций, касающихся роли прибрежных водно-болотных угодий, 20 исследований в основном были направлены на структурирование и систематизацию име-

ющихся на сегодняшний день знаний о роли прибрежных водно-болотных угодий в вопросах смягчения последствий изменения климата (рис. 2).

29% публикаций содержали в своих заголовках термин «carbon». 14% всех отобранных публикаций и 62,5% публикаций, содержащих в названии термин «carbon», были посвящены рассмотрению роли синего углерода в вопросах смягчения последствий изменения климата. Остальные исследования были посвящены роли прибрежных водно-болотных угодий в вопросах депонирования углерода, смягчения и уменьшения углеродного следа и участия прибрежных водных экосистем в круговороте углерода.

Термин «*climate change*» встречался в заголовках 43% публикаций от общего числа. Большая часть исследований рассматривала 2 направления: влияние климатических изменений на функционирование и роль прибреж-

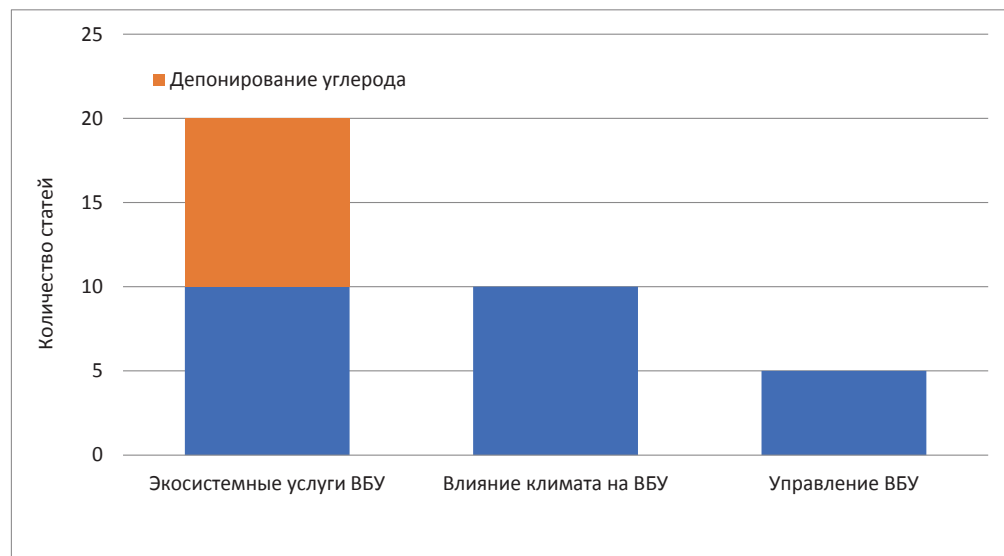


Рис. 2 / Fig. 2. Разбивка исследований по тематикам / Categorization of studies on topics

Источник: составлено авторами

ных водно-болотных угодий как одного из самых эффективных механизмов депонирования углерода и снижения рисков возникновения наводнений, потопов и береговой эрозии; функционирование прибрежных водно-болотных экосистем в условиях глобальных климатических изменений и влияние этих изменений на качество и количество предоставляемых прибрежными экосистемами экосистемных услуг.

31% рассмотренных публикаций был выполнен в виде обзора ранее проведённых исследований или систематического обзора литературных источников. Подобная статистика доказывает, что на сегодняшний день наблюдается положительный тренд в области обобщения и систематизации накопленных исследований в области изменения климата и роли прибрежных водно-болотных угодий [16]. Несмотря на рост публикаций подоб-

ного типа, стоит отметить, что их количество по-прежнему мало, а задачи и проблемы, которые ставятся авторами данных исследований, скорее, сконцентрированы на влиянии изменений климата на прибрежные экосистемы, а не на их роли в снижении рисков возникновения наводнений, потопов и прочих опасных явлений, возникающих ввиду климатических изменений. Можно сделать вывод о том, что названия и аннотации публикаций не соответствуют содержанию, а главные акценты смещены в сторону влияния климатических изменений на прибрежные водно-болотные экосистемы.

Исследовательские тренды

В ходе исследования были выделены несколько перспективных направлений, которые наиболее часто рассматривались исследователями в рамках заявленной темы (рис. 3).

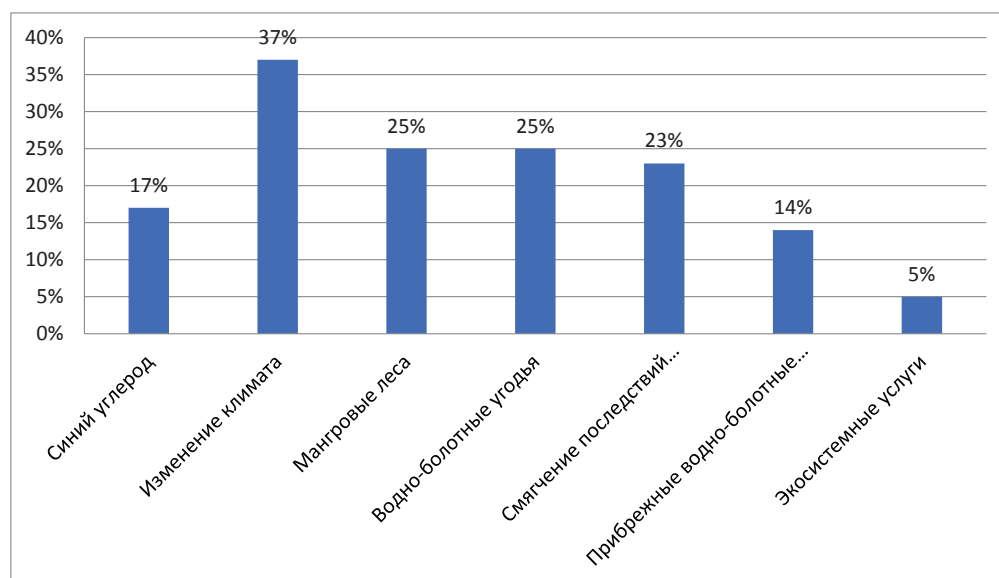


Рис. 3. / Fig. 3. Популярные термины в заголовках публикаций / Popular terms in publications titles

Источник: составлено авторами

Данный график описывает положительные тенденции увеличения числа публикаций на темы изменения климата, мангровые леса, водно-болотные угодья. Эти термины показали лучшие результаты и их показатели соответственно равны 37%, 25% и 25%. При этом из диаграммы видно, что не менее популярным остаётся упоминание о смягчении последствий изменения климата. Ожидается, что по мере популяризации связанных тем данный термин будет всё чаще фигурировать в новых публикациях. Реже внимание уделяется использованию терминов «*coastal wetlands*» и «*blue carbon*», хотя наблюдается положительный тренд изучения и включения этих терминов в название и содержание публикаций в период с 2020 по 2022 гг. Крайне мало было найдено исследований, непосредственно рассматривающих роль прибрежных экосистем в вопросах смягчения последствий климатических изменений. Считаем, что популярность этой темы будет приобретать положительные тренды роста и в ближайшие годы публикации этого направления станут обособленными и независимыми от более глобальных направлений, рассматривающих общие вопросы роли прибрежных экосистем и их экосистемных услуг.

Что касается публикаций, названия которых содержат термин «экосистемные услуги», то их число также невелико. Но, несмотря на это, данная тема изучается и активно анализируется в рамках более глобальных направлений, о которых упоминалось выше.

Можно сделать вывод, что в связи с популяризацией тенденций к изучению влияния климатических изменений на разные типы экосистем, в бли-

жайшем будущем следует ожидать и увеличение числа публикаций, в фокусе которых будут прибрежные водно-болотные угодья и их роль в глобальных климатических процессах [20]. Рост числа публикаций, в названии и содержании которых включается термин «*blue carbon*», свидетельствует о возрастающем интересе к изучению перспектив и преимуществ прибрежных водно-болотных угодий в вопросах смягчения последствий изменения климата и повышенном внимании к проблемам Устойчивого развития.

Синий углерод – это углерод, хранящийся в прибрежных и морских экосистемах [17; 19]. Инициатива Blue Carbon в настоящее время сосредоточена на углероде в прибрежных экосистемах – мангровых зарослях, приливных болотах и морских водорослях [12; 13; 27; 35]. Эти экосистемы улавливают и хранят большое количество синего углерода как в растениях, так и в отложениях под ними [7; 9; 21; 27].

Исследования роли водно-болотных угодий в снижении рисков возникновения наводнений, потопов и смягчении штормов только набирают популярность [8; 11; 23]. Данные аспекты по-прежнему включены лишь в состав прочих исследований влияния изменения климата на экосистемы. Тем не менее это направление можно отнести к перспективным исследовательским трендам.

Исследование типов экосистемных услуг было сосредоточено на синхронизации нескольких типов услуг (табл. 1). Так, прибрежные водно-болотные угодья являются одними из самых продуктивных экосистем на Земле [5; 28]. Благодаря им производится примерно половина морепродуктов,

Таблица 1 / Table 1

Экосистемные услуги водно-болотных угодий / Ecosystem services of wetlands

Услуги	Комментарии и примеры
Регулирующие (экологические)	• Стабилизация климата: источник и поглотитель парниковых газов; влияние на местную и региональную температуры; • Регулирование гидрологического режима: поддержание уровня подземных вод; • Очистка воды: удаление избытка питательных и загрязняющих веществ, а также процесс восстановления качественного состава вод; • Сдерживание процессов эрозии; • Уменьшение стихийных бедствий: контроль наводнений и защита от штормов; • Опыление: среда обитания опылителей
Поддерживающие (экологические)	• Почвообразование; • круговорот питательных веществ.
Обеспечивающие (экономические)	• Продукты питания: производство рыбы, фруктов, водоросли; • Пресная вода: сельскохозяйственное и промышленное использование; • Топливо и волокна: производство бревен, древесины для топлива, корма и торфа; • Медицина: лекарственные травы; • Генетический материал: декоративные виды и гены устойчивости растений к патогенам
Культурные	• Эстетика: источник красоты и эстетических ценностей в отношении характеристик водно-болотных угодий; • Источник вдохновения; многие религии придают духовные и религиозные ценности аспектам экосистем водно-болотных угодий; • Возможности для проведения досуга; • Возможности для формального и неформального образования и профессиональной подготовки

Источник: [34]

добываемых в коммерческих целях, количество и качество которых напрямую связано с качеством и размерами этих экосистем. Водно-болотные угодья предоставляют бесчисленные возможности для отдыха: от охоты и рыбалки до пеших прогулок и наблюдения за дикой природой [29]. Эти экосистемы действуют как природные губки, поглощая и временно удерживая паводковые воды. Задерживая часть

паводковых вод и замедляя скорость поступления воды в реку или ручей, они могут уменьшить серьёзность наводнений и эрозии в нижнем течении [31; 34]. Водно-болотные угодья могут снизить общую высоту наводнений, защищая людей, имущество, инфраструктуру и сельское хозяйство от разрушительного ущерба. В это же время марши, морские заросли и мангровые леса играют важную роль в решении

проблемы изменения климата, поскольку они извлекают из атмосферы парниковые газы – углекислый газ и накапливают их в растениях и почве [26; 32]. Прибрежный голубой углерод – это термин, используемый для обозначения углерода, который хранится в этих прибрежных местах обитания.

Так, 5% публикаций были посвящены непосредственно изучению и систематизации сведений о предоставляемых прибрежными водно-болотными угодьями услугах, включая те, что способствуют смягчению и снижению рисков возникновения потопов, наводнений и прочих опасных природных явлений. Стоит отметить, что на сегодняшний день число публикаций, исследующих перспективное и плодотворное влияние указанных услуг и их роль в смягчении последствий изменения климата, крайне мало. В целом практически каждая рассмотренная авторами публикация содержит информацию и данные о каком-либо виде экосистемной услуги (табл. 1), но при этом следует отметить косвенную связь этих исследований с направлением исследования данного обзора.

В основном авторы в своих работах уделяли большое внимание изучению влияния климатических изменений на степень и объём оказания экосистемных услуг прибрежными экосистемами. Что касается видов услуг, на которых концентрировались рассмотренные публикации, то самыми популярными были *регулирующие* и *обеспечивающие*, т. к. они фигурировали более чем в половине всех источников. Среди регулирующих услуг наиболее популярными для изучения являются стабилизация климата (источник и поглотитель парниковых газов, влияние

на местную и региональную температуру), а также уменьшение стихийных бедствий (контроль наводнений и защита от штормов). Данные направления актуальны среди исследователей ввиду усугубляющихся проблем, связанных с изменением климата, следствием чего становятся многочисленные стихийные бедствия. Говоря об обеспечивающих услугах, многие эксперты уделяют большое внимание таким направлениям, как обеспечение пресной воды в целях сельскохозяйственного и промышленного использования, а также обеспечение продуктами питания, т. е. их производство и безопасность этого производства.

Далее следуют *поддерживающие* и *культурные* (отдых и экотуризм) виды услуг, о которых обнаружено уже меньшее число публикаций, а упоминание культурных зачастую и вовсе отсутствовало. Существующие исследования экосистемных услуг в основном сосредоточены на их оценке, движущих силах изменения водно-болотных угодий, а также политике и управлении. Готовность платить и методы передачи выгод являются двумя основными методами экономической оценки.

С одной стороны, экосистемы водно-болотных угодий предоставляют больше видов услуг поддержки и регулирования, чем культурные услуги¹. С другой стороны, отсутствие исследований в области обеспечения и культурных услуг также связано с пробелами в данных и сложностями, связанными с

¹ Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом, в качестве местобитаний водоплавающих птиц [Электронный ресурс]. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/waterfowl.shtml (дата обращения: 30.06.2023).

пониманием того, как создаются, передаются и рассчитываются культурные экосистемные услуги. Отсутствие комплексных исследований по основным типам услуг в значительной степени связано с ограничениями в данных, мониторинге и моделях [6].

Кроме того, комплексная оценка и изучение каждого вида услуг позволит грамотнее и точнее проработать политику их управления и повысит эффективность использования преимуществ прибрежных водно-болотных угодий в вопросах смягчения последствий природных катаклизмов [25]. Также популяризация и изучение культурных услуг поможет повысить степень осведомлённости общества, местных жителей и муниципальных правительств, что приведёт к усовершенствованию законодательства и привлечению внимания в отношении управления прибрежными экосистемами в интересах ЦУР.

Считаем, что в последующих исследованиях нужно уделять больше внимания вопросам экономического и политического управления данными территориями, а также привлекать больше заинтересованных сторон для обеспечения сохранения и восстановления прибрежных экосистем.

Восстановление прибрежных экосистем

Восстановление прибрежных экосистем может реализовываться как на законодательном уровне, так и частными лицами [22]. В таком случае, на любой проект по восстановлению необходимо получить разрешение (табл. 2).

Среди *экологических подходов* можно выделить определение низко- и высокорисковых проектов, отражающих степень негативного воздействия на

окружающую среду. Если проект будет иметь низкий риск неудачи, например, инициатором является известный или одобренный поставщик [24], проект не является новым и существует низкий риск причинения негативного воздействия на окружающую среду (проект не будет иметь негативных последствий за пределами границ проекта), то проект может считаться *низкорисковым*. При этом разрешение на деятельность по восстановлению автоматически выдаётся при условии, что он соответствует саморегулируемому соглашению.

Так, восстановление устричного рифа с использованием известных методов одобренным поставщиком в районе, который исторически содержал устричные рифы, может считаться умеренным или низким риском и решаться (или нет) соответственно. И наоборот, если проект является новым и/или инициатор не имеет достаточно-го потенциала или известного опыта, и существует высокий потенциал для воздействия за пределами границ проекта (например, добавление/удаление водных барьеров, которые могут повлиять на гидрологию соседних свойств), то проект может считаться *высокорисковым*. Разработка процессов оценки проектов восстановления прибрежных и морских районов и их потенциала для отказа и/или ущерба экосистеме на основе консенсуса между заинтересованными сторонами и правительством может обеспечить улучшенную основу для разрешения восстановления прибрежных и морских районов на основе потребностей практиков и науки, обеспечивая при этом, чтобы разрешительные требования основывались на общем риске проекта [24].

Таблица 2 / Table 2

Категории разрешений, определённые для проектов восстановления морских экосистем, и некоторые из потенциальных преимуществ и недостатков для практиков восстановления, определённых для различных механизмов категорий разрешений для восстановления / Permit categories identified for marine ecosystem restoration projects and some of the potential advantages and disadvantages for remediation practices identified for different permit category mechanisms for restoration

Категории разрешений	Потенциальные преимущества	Потенциальные недостатки
Категории разрешений	- Высокий уровень надзора (например, для новых методов или для сторонника с ограниченными возможностями); - Может помочь облегчить методы наилучшей практики	- Время и ресурсы; - Неадекватная законодательная база (акцент на ограничении негативного воздействия, а не на содействии позитивному воздействию)
Межведомственные соглашения	- Одно разрешение для всех агентств; - Упрощённый процесс получения разрешений для инициатора проекта; - Более короткие сроки утверждения; - Требует длительного сотрудничества между учреждениями	- Потенциально возможно только для крупномасштабных проектов восстановления; - Для ведущего агентства требуется больше ресурсов для содействия многосторонним соглашениям
Конкретный тип разрешения	- Политика, скорее всего, будет способствовать восстановлению; - Риски для существующих активов могут быть оценены более подробно	- Часто несколько индивидуальных разрешений, через несколько агентств; - Сложные и трудоёмкие
Освобождается от выдачи разрешений	- Восстановление, не ограниченное регулированием; - Сокращение временных задержек и операционных издержек для инициаторов проекта	- Ограниченный надзор; - Трудно обеспечить наилучшую практику или долгосрочный мониторинг/управление

Источник: [31]

В отношении государственного регулирования восстановления и защиты экосистем также можно выделить следующее: на сегодняшний день в большинстве стран мира полномочия и ответственность за регулирование и восстановление прибрежных

экосистем разделены между разными департаментами. Департаменты рыболовства являются одним из ключевых регулирующих органов для защиты многих прибрежных сред [24; 30] и отвечают за восстановление в среде обитания морских рыб (водорослей,

мангровых зарослей, устричных рифов) за пределами охраняемых районов, в то время как департаменты по охране окружающей среды обычно отвечают за восстановление других морских экосистем (например, солончаков, морских охраняемых районов). Департаменты государственного планирования несут широкую ответственность за разрешение любого морского восстановления, которое имеет постоянный или полупостоянный структурный компонент (устричные рифы, барьеры на водных путях). С отдельными департаментами, разделяющими ответственность за политику восстановления моря, она фрагментирована и неэффективна.

Перемещение законодательной ответственности в один отдел или в систему «одного окна» упростит восстановление морской среды и сделает нынешний сложный процесс более эффективным. В то время как департаменты по охране окружающей среды являются логичным выбором для руководства политикой восстановления морской среды на государственном уровне, обеспечение соблюдения законодательных требований других департаментов может потребовать повышения квалификации надзора в некоторых ключевых областях. Хотя департаменты рыболовства в настоящее время отвечают за среду обитания рыб (водоросли, мангровые заросли), законодательство о рыболовстве, в первую очередь, сосредоточено на управлении ресурсами, а не на защите, и эти экосистемы также являются средой обитания для других морских видов, включая многие исчезающие виды или экологические сообщества (например, водоросли, дюгоны и морские черепа-

хи). Концентрация управления и выдачи разрешений на восстановление прибрежных районов позволит опыту и экспертизе вокруг науки и практики активного восстановления прибрежных районов не делиться между департаментами в зависимости от типа экосистемы или деятельности по восстановлению, а сделает строгость оценки более последовательной [24; 30].

Заключение

Анализ литературных и научных данных, а также оценок вклада прибрежных экосистем в процессы смягчения последствий изменения климата показал типы прибрежных водно-болотных угодий, виды оказываемых ими экосистемных услуг, существующие исследовательские тренды.

Количество статей, изучающих связь прибрежных водно-болотных угодий со смягчением последствий изменения климата, быстро увеличивалось в период с 2015 по 2022 гг. и продолжает расти, причём исследования становятся всё более диверсифицированными.

Были выявлены наиболее *популярные виды экосистемных услуг*: регулирующие и обеспечивающие. Культурные и поддерживающие услуги либо рассматривались в косвенном отношении, либо не оказывались изученными в рамках исследований. Отсутствие исследований в области поддерживающих и культурных услуг связано с пробелами в данных и сложностями с пониманием того, как создаются, передаются и рассчитываются культурные экосистемные услуги.

Достаточно большое число исследователей обращают внимание на перспективы изучения и регулирования

запасов синего углерода, сосредоточенных в мангровых лесах.

Исследований, связанных с регулированием, управлением и восстановлением прибрежных экосистем, на сегодняшний день проведено немного, но данное направление также развивается. Рассмотренные ранее преимущества и недостатки государственных и частных проектов по восстановлению данных систем позволят улучшить и уточнить последующее изучение данного аспекта.

Среди методов и способов экономического и политического управления водно-болотными угодьями ключевые проблемы успешного применения концепции услуг в сохранении водно-болотных угодий заключаются в предоставлении научно достоверной информации об изменениях их состояния, выявлении механизмов, определяющих их динамику, и внедрении экосистемных услуг в планирование и политику.

REFERENCES

1. Bekele T., Haile Y. Intensification of climate change mitigation and adaptation actions through wetland conservation: the case of Ethiopian freshwater wetlands. In: *Geology, Ecology, and Landscapes*, 2023, vol. 7, iss. 4, pp. 40–45.
2. Bertolini C., da Mosto J. Restoring for the climate: a review of coastal wetland restoration research in the last 30 years. In: *Restoration Ecology*, 2021, vol. 29, no. 7, pp. e13438.
3. Bridgman S. D., et al. Errors in greenhouse forcing and soil carbon sequestration estimates in freshwater wetlands. In: *Landscape ecology*, 2014, vol. 29, no. 9, pp. 1481–1485.
4. Costanza R., et al. Changes in the global value of ecosystem services. In: *Global environmental change*, 2014, vol. 26, pp. 152–158.
5. Davidson N. C., et al. Worth of wetlands: revised global monetary values of coastal and inland wetland ecosystem services. In: *Marine and Freshwater Research*, 2019, vol. 70, no. 8, pp. 1189–1194.
6. Deb S., Mandal B. Soils and sediments of coastal ecology: A global carbon sink. In: *Ocean & Coastal Management*, 2021, vol. 214, pp. 105937.
7. Fest B. J., Swearer S. E., Arndt S. K. A review of sediment carbon sampling methods in mangroves and their broader impacts on stock estimates for blue carbon ecosystems. In: *Science of The Total Environment*, 2021, pp. 151618.
8. FitzGerald D. M., Hughes Z. Marsh processes and their response to climate change and sea-level rise. In: *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 2019, vol. 47, pp. 481–517.
9. Gallego-Sala A. V., et al. Latitudinal limits to the predicted increase of the peatland carbon sink with warming. In: *Nature climate change*, 2018, vol. 8, no. 10, pp. 907–913.
10. Hu M., et al. Patterns and environmental drivers of greenhouse gas fluxes in the coastal wetlands of China: A systematic review and synthesis. In: *Environmental research*, 2020, vol. 186, pp. 109576.
11. Janse J. H., et al. Towards a global model for wetlands ecosystem services. In: *Current opinion in environmental sustainability*, 2019, vol. 36, pp. 11–19.
12. Karani P., Failler P. Comparative coastal and marine tourism, climate change, and the blue economy in African Large Marine Ecosystems. In: *Environmental Development*, 2020, vol. 36, pp. 100572.
13. Meng W., et al. The spatial distribution of blue carbon in the coastal wetlands of China. In: *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2019, vol. 222, pp. 13–20.
14. Mengist W., Soromessa T., Legese G. Method for conducting systematic literature review and meta-analysis for environmental science research. In: *MethodsX*, 2020, vol. 7, pp. 100777.

15. Osland M. J., et al. The impacts of mangrove range expansion on wetland ecosystem services in the southeastern United States: Current understanding, knowledge gaps, and emerging research needs. In: *Global Change Biology*, 2022. DOI: 10.1111/gcb.16111
16. Pare G., Trudel M.-C., Jaana M., et al. Synthesizing Information Systems Knowledge: A Typology of Literature Reviews. In: *Information & Management*, 2015, no. 52, pp. 183–199.
17. Pham T. D., et al. A review of remote sensing approaches for monitoring blue carbon ecosystems: Mangroves, seagrasses and salt marshes during 2010–2018. In: *Sensors*, 2019, vol. 19, no. 8, pp. 1933.
18. Reed D., et al. Tidal flat-wetland systems as flood defenses: Understanding biogeomorphic controls. In: *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2018, vol. 213, pp. 269–282.
19. Rosentreter J. A., et al. Methane and nitrous oxide emissions complicate coastal blue carbon assessments. In: *Global Biogeochemical Cycles*, 2021, vol. 35, no. 2, pp. e2020GB006858.
20. Salimi S., Almutkar S. A., Scholz M. Impact of climate change on wetland ecosystems: A critical review of experimental wetlands. In: *Journal of Environmental Management*, 2021, vol. 286, pp. 112160.
21. Sheehan L., et al. Blue carbon: an additional driver for restoring and preserving ecological services of coastal wetlands in Tampa Bay (Florida, USA). In: *Wetlands*, 2019, vol. 39, no. 6, pp. 1317–1328.
22. Shumway N., et al. Policy solutions to facilitate restoration in coastal marine environments. In: *Marine Policy*, 2021, vol. 134, pp. 104789.
23. Soanes L. M., et al. Reducing the vulnerability of coastal communities in the Caribbean through sustainable mangrove management. In: *Ocean & Coastal Management*, 2021, vol. 210, pp. 105702.
24. Su J., Friess D. A., Gasparatos A. A meta-analysis of the ecological and economic outcomes of mangrove restoration. In: *Nature communications*, 2021, vol. 12, no. 1, pp. 1–13.
25. Taillardat P., et al. Climate change mitigation potential of wetlands and the cost-effectiveness of their restoration. In: *Interface Focus*, 2020, vol. 10, no. 5, pp. 20190129.
26. Taillardat P., Friess D. A., Lupascu M. Mangrove blue carbon strategies for climate change mitigation are most effective at the national scale. In: *Biology Letters*, 2018, vol. 14, no. 10, pp. 20180251.
27. Thanuja K. G., Karthikeyan S. Exploring bio-mitigation strategies to reduce carbon footprint in wetland paddy system. In: *Bioresource Technology Reports*, 2020, vol. 12, pp. 100557.
28. Toimil A., et al. Addressing the challenges of climate change risks and adaptation in coastal areas: A review. In: *Coastal Engineering*, 2020, vol. 156, pp. 103611.
29. Van der Biest K., et al. Evaluation of the accuracy of land-use based ecosystem service assessments for different thematic resolutions. In: *Journal of environmental management*, 2015, vol. 156, pp. 41–51.
30. Vélez J. M. M., Garscha S. B., Tenorio A. E. Policies in coastal wetlands: Key challenges. In: *Environmental science & policy*, 2018, vol. 88, pp. 72–82.
31. Wang Y. S., Gu J. D. Ecological responses, adaptation and mechanisms of mangrove wetland ecosystem to global climate change and anthropogenic activities. In: *International Biodeterioration & Biodegradation*, 2021, vol. 162, pp. 105248.
32. Were D., et al. Carbon sequestration by wetlands: a critical review of enhancement measures for climate change mitigation. In: *Earth Systems and Environment*, 2019, vol. 3, no. 2, pp. 327–340.
33. Wilkie M. L., Fortuna S. Status and trends in mangrove area extent worldwide. Rome, 2003. 63 p.
34. Xu X., et al. Wetland ecosystem services research: A critical review. In: *Global Ecology and Conservation*, 2020, vol. 22, pp. e01027.

35. Zamora S., et al. Carbon fluxes and stocks by Mexican tropical forested wetland soils: a critical review of its role for climate change mitigation. In: *International journal of environmental research and public health*, 2020, vol. 17, no. 20, pp. 7372.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Рязанова Наталья Евгеньевна – кандидат географических наук, доцент, заведующий лабораторией геоэкологии и устойчивого природопользования кафедры международных комплексных проблем природопользования и экологии Института международной торговли и устойчивого развития, Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД Российской Федерации (МГИМО);

e-mail: n.riazanova@inno.mgimo.ru

Солодунова Алёна Александровна – студентка 3 курса кафедры международных комплексных проблем природопользования и экологии Института международной торговли и устойчивого развития, Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД Российской Федерации (МГИМО);

e-mail: alyonasolodunova@gmail.com

Арсланова Алина Ильшатовна – студентка 3 курса кафедры международных комплексных проблем природопользования и экологии Института международной торговли и устойчивого развития, Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД Российской Федерации (МГИМО);

e-mail: alina.arsi@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Natalia E. Ryazanova – PhD of Geographical Sciences, Assoc. Prof., Head of the Laboratory of Geoecology and Sustainable Environmental Management, Institute of International Trade and Sustainable Development, MGIMO University;

e-mail: n.riazanova@inno.mgimo.ru

Alyona A. Solodunova – 3rd year student, Institute of International Trade and Sustainable Development, MGIMO University;

e-mail: alyonasolodunova@gmail.com

Alina I. Arslanova – 3rd year student, Institute of International Trade and Sustainable Development, MGIMO University;

e-mail: alina.arsi@yandex.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Рязанова Н. Е., Солодунова А. А., Арсланова А. И. Роль прибрежных водно-болотных угодий в смягчении последствий изменения климата: обзор исследовательских трендов // Географическая среда и живые системы. 2023. № 3. С. 44–58.

DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-44-58

FOR CITATION

Ryazanova N. E., Solodunova A. A., Arslanova A. I. The role of coastal wetlands in climate change mitigation: a review of research trends. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2023, no. 3, pp. 44–58.

DOI: 10.18384/2712-7621-2023-3-44-58