

УДК: 502.55:004.94(470)

DOI: 10.35595/2414-9179-2025-1-31-296-309

А. С. Прилипов¹, О. А. Климанова²

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКОСИСТЕМ В РОССИИ: ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОЕКТА PLANGEA

АННОТАЦИЯ

В рамках Десятилетия восстановления экосистем ООН, объявленного на период с 2021 по 2030 гг., актуальной задачей является разработка эффективных методов инвентаризации и приоритизации нарушенных экосистем для их последующего восстановления. В 2020 г. Международным институтом устойчивого развития была создана многокритериальная геоинформационная модель PLANGEA, предназначенная для выявления приоритетных участков экосистем суши, требующих восстановления. Целью текущего исследования является оценка применимости модели PLANGEA для инвентаризации подобных экосистем на территории Российской Федерации и анализ процессов их трансформации. В работе использованы открытые данные проекта PLANGEA и разновременные карты земельного покрова Европейского космического агентства за период с 1992 по 2020 гг. Проведен пространственный анализ распределения приоритетных для восстановления участков по территории Российской Федерации с выделением зон национального и глобального значения. Для детального изучения процессов деградации экосистем выбраны два контрастных по своим природным условиям и характеру антропогенного воздействия региона — Ярославская и Мурманская области. Выявлено, что наиболее приоритетные участки экосистем национального уровня сосредоточены преимущественно в европейской части России в зонах смешанных и широколиственных лесов, подверженных интенсивной сельскохозяйственной деятельности. Приоритетные участки экосистем глобального уровня расположены в таежных и горных северо-восточных регионах азиатской части страны, где основной угрозой является сведение лесов. Анализ трансформации земельного покрова показал разнонаправленность процессов деградации в пределах выделенных участков и их фрагментарный характер, что свидетельствует о недостаточной точности модели PLANGEA для практического применения в российских условиях и необходимости адаптации методологии к региональным особенностям.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: восстановление экосистем, деградированные экосистемы, сохранение биоразнообразия, изменение климата, геопространственное моделирование, проект PLANGEA

¹ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Ленинские горы, д. 1, Москва, Россия, 119991,
e-mail: andrei.prilipov@yandex.ru

² Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Ленинские горы, д. 1, Москва, Россия, 119991,
e-mail: oxkl@yandex.ru

Andrey S. Prilipov¹, Oksana A. Klimanova²

ECOSYSTEM RESTORATION IN RUSSIA: PLANGEA PROJECT DATA USAGE OPPORTUNITIES

ABSTRACT

Within the framework of the United Nations Decade on Ecosystem Restoration, announced for the period from 2021 to 2030, the relevant task is to develop effective methods of inventory and prioritization of disturbed ecosystems for their further restoration. In 2020, the International Institute for Sustainable Development created the PLANGEA multi-criteria geoinformation model, designed to identify priority areas of terrestrial ecosystems in need of restoration. The purpose of the current study is to assess the applicability of the PLANGEA model for the inventory of these ecosystems in the Russian Federation and to analyze their transformation processes. The work uses open data from the PLANGEA project and multi-time maps of the European Space Agency land cover for the period from 1992 to 2020. A spatial analysis of the distribution of priority sites for restoration across the territory of the Russian Federation with the allocation of zones of national and global levels has been carried out. For a detailed study of the processes of ecosystem degradation, two regions contrasting by their natural conditions and anthropogenic impact have been selected — the Yaroslavl and Murmansk regions. It has been revealed that the most priority areas of ecosystems at the national level are concentrated mainly in the European part of Russia in areas of mixed and broad-leaved forests subject to intensive agricultural activity. Priority areas of global ecosystems are located in the taiga and mountainous northeastern regions of the Asian part of the country, where deforestation is the main threat. The analysis of land cover transformation has shown the multidirectional nature of degradation processes within the allocated areas and their fragmented nature, which indicates the insufficient accuracy of the PLANGEA model for practical application in Russian conditions and the need to adapt the methodology to regional specifics.

KEYWORDS: ecosystem restoration, degraded ecosystems, biodiversity conservation, climate change, geospatial modeling, PLANGEA project

ВВЕДЕНИЕ

В 2019 г. на Генеральной ассамблее ООН была принята Резолюция о Десятилетии по восстановлению экосистем (UN Decade on Ecosystem Restoration), утвердившая сроки его проведения с 2021 по 2030 гг. в целях поддержки и расширения в рамках существующих структур и имеющихся ресурсов, масштабов усилий по недопущению, остановке и обращению вспять деградации экосистем во всем мире и повышению осведомленности о важности успешного восстановления экосистем [Dickson et al., 2021]. В рамках Десятилетия ожидается восстановление более 350 млн га нарушенных и деградированных земель³. Десятилетие было инициировано в период подготовки и переговоров по Глобальной рамочной программе в области биоразнообразия. Куньминско-Монреальская глобальная рамочная программа в области биоразнообразия была принята в 2022 г. и включает глобальную задачу 2, согласно которой к 2030 г. должны быть восстановлены 30 %

¹ Lomonosov Moscow State University, 1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia,
e-mail: andrei.prilipov@yandex.ru

² Lomonosov Moscow State University, 1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia,
e-mail: oxkl@yandex.ru

³ Официальный сайт Десятилетия ООН по восстановлению экосистем. Электронный ресурс:
<https://www.decadeonrestoration.org/> (дата обращения 25.04.2025)

деградированных экосистем в целях улучшения состояния биоразнообразия и укрепления экосистемных функций и услуг, экологической целостности и связности.

Согласно Резолюции о Десятилетии, государствам-членам ООН рекомендуется:

1. Содействовать укреплению политической воли, мобилизации ресурсов, наращиванию потенциала, научным исследованиям и сотрудничеству, а также в случае необходимости приданию импульса деятельности по восстановлению экосистем на глобальном, региональном, национальном и местном уровнях.
2. Обеспечить учет необходимости восстановления экосистем в политике и планах по решению текущих национальных приоритетных задач и проблем в области развития, обусловленных деградацией экосистем морских и сухопутных районов, утратой биоразнообразия и уязвимостью к изменению климата, создавая тем самым возможности для повышения экосистемами своего адаптационного потенциала, а также для сохранения и улучшения условий жизни для всех.
3. Разрабатывать и осуществлять, сообразно обстоятельствам, политику и планы по предотвращению деградации экосистем в соответствии с национальным законодательством и приоритетами.
4. Развивать и укреплять существующие инициативы по восстановлению экосистем в целях распространения передового опыта.
5. Содействовать получению взаимоусиливающего эффекта и целостному видению путей выполнения международных обязательств и решения национальных приоритетных задач путем восстановления экосистем.
6. Содействовать обмену опытом и передовой практикой в области сохранения и восстановления экосистем.

В 2024 г. в России начал работу Национальный комитет Десятилетия, целями которого является создание эффективной системы управления, мобилизация необходимых ресурсов и интенсификация действий по восстановлению экосистем.

Следуя руководящим принципам Десятилетия, решение задачи восстановления экосистем требует как минимум инвентаризации данных о состоянии и степени нарушенности экосистем [Nelson et al., 2021]. На глобальном и национальном уровнях это предполагает анализ разнородных источников информации и использование процедур геоинформационного моделирования. В 2020 г. Международным институтом устойчивого развития (IIS) была создана многокритериальная модель PLANGEA, которая легла в основу онлайн-платформы для выявления приоритетных для восстановления участков экосистем суши [Strassburg et al., 2020]. За нарушенные в работе были приняты все экосистемы, трансформированные из естественных в антропогенно-модифицированные и техногенные (преимущественно сельскохозяйственные) угодья. В основу работы модели были положены две карты:

1. Современного использования земель и наземного покрова (по данным ESA CCI¹) за 1992–2015 гг.
2. Исходных экосистем — за них были приняты типы экосистем, которые занимали наибольший процент площади в пределах расчетного ареала, или, в случае, если природной растительности не сохранилось, тот тип экосистем, который был показан на данной территории на карте экорегионов [Dinerstein et al., 2017].

Геопространственные данные проекта доступны на его официальном сайте.

Основной целью модели PLANGEA была приоритизация нарушенных участков суши для восстановления. Степень приоритетности рассчитывалась исходя из выгод, которые могут принести восстановительные мероприятия для указанной территории с

¹ European Space Agency. Climate Change Initiative (ESA CCI). Электронный ресурс: <https://www.esa-landcovercci.org/?q=node/158> (дата обращения 25.04.2025)

точки зрения сохранения биоразнообразия, смягчения последствий изменения климата и минимизации экономических издержек от извлечения этих земель из хозяйственного оборота. По этим критериям и их сочетаниям участки суши были разделены на сетку и ранжированы по 10 %, где количество процентов — это доля от площади нарушенных экосистем страны (национальный уровень) или мира (глобальный уровень). Выбор процентного значения для анализа определяется целеполаганием — какую долю нарушенных экосистем суши требуется восстановить в рамках поставленной задачи.

Целью настоящего исследования была оценка применимости модели PLANGEA для территории России, прежде всего в части выявления областей нарушенных экосистем и отмеченных на них процессов трансформации наземного покрова.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выделение наиболее приоритетных для восстановления участков экосистем России проводилось с применением открытых данных модели PLANGEA, доступных на официальном сайте¹. Такими участками в данном случае считались территории, выделенные моделью с условием восстановления 10 % (минимальный порог) от деградированных земель России и мира.

Выбранные участки представляют области, восстановление экосистем в которых способно, согласно расчетам модели, внести наиболее значимый вклад в сохранение биоразнообразия и смягчение последствий изменения климата (минимизация экономических издержек не учитывалась в данном исследовании).

Для выявления конкретных участков в пределах полученных областей, на которых гипотетически мог наблюдаться процесс деградации в период с 1992 по 2020 гг., были использованы данные карт современного использования земель и наземного покрова ESA CCI за аналогичный период. Они были положены в основу работы самой модели PLANGEA, поэтому результаты такого анализа должны раскрыть причину, по которой выбранные области считаются нарушенными, и какие типы деградации этому способствовали.

Карты современного использования земель и наземного покрова ESA CCI представляют собой глобальную мозаику с пространственным разрешением 300 м с 22 выделенными категориями земель. В границах Российской Федерации было выделено 20 подобных категорий, однако в целях упрощения дальнейшего анализа некоторые из этих категорий были подвергнуты генерализации, в результате которой их число сократилось до 16. В табл. 1 представлены отдельные категории земель, которые были объединены в рамках исследования.

Был произведен анализ трансформации земельного покрова с 1992 по 2000 гг. с использованием соответствующих карт ESA CCI. Среди многочисленных категорий перехода земель из одной категории в другую были выделены те, в результате которых трансформация наземного покрова могла привести к его деградации:

- фрагментация или уничтожение растительного покрова;
- сведение лесов;
- распашка;
- урбанизация.

В результате был получен слой с конкретными участками деградации в пределах зон приоритетных для восстановления экосистем России. Каждому типу трансформации экосистем был присвоен тип деградации (табл. 2). Участки с одной категорией земель могли подвергнуться разным процессам деградации, в результате чего к 2020 г. они могли

¹ Официальный сайт PLANGEA. Электронный ресурс: <https://www.iis-rio.org/en/projects/plangea/> (дата обращения 25.04.2025)

быть трансформированы в несколько категорий земель. Так, например, участки под лугами и пастбищами либо перешли под городские районы, либо стали участками с разреженной растительностью, либо совсем лишились растительного покрова.

Табл. 1. Объединенные категории современного использования земель и наземного покрова ESA CCI

Table 1. Combined categories of modern land use and land cover ESA CCI

Индекс ESA CCI	Категория земельного покрова	Генерализованная категория
30	Мозаичные пахотные земли (>50 %) / естественная растительность (деревья, кустарники, травянистый покров) (<50 %)	Мозаика пахотных земель и естественной растительности
40	Мозаичная естественная растительность (деревья, кустарники, травянистый покров) (>50 %) / пахотные земли (<50 %)	
70	Древесный покров, игольчатый, вечнозеленый, от закрытого до открытого (>15 %)	Хвойные леса
80	Древесный покров, игольчатый, листопадный, от закрытого до открытого (>15 %)	
100	Мозаичные деревья и кустарники (>50 %) / травянистый покров (<50 %)	Мозаика древесной и кустарниковой и травянистой растительности
110	Мозаичный травянистый покров (>50 %) / деревья и кустарники (<50 %)	
160	Древесный покров, затопленный пресной или солоноватой водой	Переувлажненные территории
180	Кустарниковый или травянистый покров, затопленный пресной/солоноватой/солоноватой водой	

Табл. 2. Трансформация наземного покрова и типы деградации

Table 2. Land cover transformation and types of degradation

Категория земель в 1992 г.	Категория земель в 2020 г.	Тип деградации
Кустарниковая растительность	Без растительности	Уничтожение растительного покрова
Луга и пастбища		
Мозаика древесной и травянистой растительности		
Мозаика пахотных земель и естественной растительности		
Пахотные земли		
Разреженная растительность		
Смешанные леса		
Хвойные леса		
Широколиственные леса		

Категория земель в 1992 г.	Категория земель в 2020 г.	Тип деградации
Кустарниковая растительность	Городские районы	Урбанизация
Луга и пастбища		
Мозаика древесной и травянистой растительности		
Мозаика пахотных земель и естественной растительности		
Пахотные земли		
Разреженная растительность		
Смешанные леса		
Хвойные леса		
Широколиственные леса		
Кустарниковая растительность		
Луга и пастбища		
Мозаика древесной и травянистой растительности		
Мозаика пахотных земель и естественной растительности		
Пахотные земли		
Смешанные леса	Разреженная растительность	Сведение лесов
Хвойные леса		
Широколиственные леса		
Кустарниковая растительность	Луга и пастбища	Фрагментация растительного покрова
Мозаика пахотных земель и естественной растительности		
Мозаика древесной и травянистой растительности		
Смешанные леса	Луга и пастбища	Сведение лесов
Хвойные леса		
Широколиственные леса		
Кустарниковая растительность		
Мозаика древесной и травянистой растительности	Пахотные земли	Распашка
Мозаика пахотных земель и естественной растительности		
Смешанные леса		
Хвойные леса		
Широколиственные леса		
Кустарниковая растительность	Мозаика пахотных земель и естественной растительности	Распашка
Мозаика древесной и травянистой растительности		
Смешанные леса		
Хвойные леса		
Широколиственные леса	Кустарниковая растительность	Сведение лесов
Мозаика древесной и травянистой растительности		
Смешанные леса		
Хвойные леса		
Широколиственные леса		

Категория земель в 1992 г.	Категория земель в 2020 г.	Тип деградации
Смешанные леса	Мозаика древесной, кустарниковой и травянистой растительности	Фрагментация растительного покрова
Хвойные леса		
Широколиственные леса		
Хвойные леса		

Для более детального рассмотрения процессов деградации этих участков экосистем было выбрано два региона Российской Федерации — Мурманская и Ярославская обл. Регионы различны по своим природным характеристикам и характеру землепользования, однако их объединяет схожая площадь деградированных экосистем по материалам PLANGEA. Также интерес представляют различия в уровне выбора приоритетных экосистем для восстановления — в Мурманской обл. выделены экосистемы, значимые с глобальной точки зрения, в Ярославской обл. — с национальной.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

География экосистем, приоритетных для восстановления

По данным модели PLANGEA, приоритетные для восстановления экосистемы образуют географически разорванные ареалы (рис. 1). Основная площадь экосистем, приоритетных для восстановления на национальном уровне, сосредоточена преимущественно в европейской части России в зоне смешанных и широколиственных лесов и зоне лесостепей (Нижегородская, Московская и Пензенская обл., Республика Татарстан и др.).

Ситуация с приоритетными экосистемами глобального уровня диаметрально противоположная — их наибольшее сосредоточение наблюдается на северо-востоке азиатской части страны, в зонах тайги и высотной поясности (Магаданская обл., Камчатский край, Республика Саха (Якутия), Красноярский край и др.).

Подобное распределение основано на нескольких факторов, среди которых — степень хозяйственного освоения конкретных экосистем, их способность к улавливанию углерода, ценность с точки зрения сохранения биоразнообразия.

Так, лесостепи, смешанные и широколиственные леса европейской части России, самые приоритетные для восстановления на национальном уровне, являются одними из наиболее хозяйственно освоенных территорий страны. При этом они обладают особой эффективностью в связывании атмосферного углерода — лесная подстилка и местные почвы способны аккумулировать до 150–200 т углерода на га [Алимов и др., 2004]. Эти леса обладают также богатым биоразнообразием — их флора насчитывает более 1 400 видов сосудистых растений, а местные виды-эдикаторы (такие как дуб черешчатый и липа мелколистная) создают микроклиматические условия для существования около 80 % европейской энтомофауны и выполняют роль экологических коридоров для представителей крупной фауны [Букварёва и др., 2020].

Ситуация с глобальными приоритетными областями несколько сложнее — они нарушены в меньшей степени, чем национальные, и обладают меньшей ценностью с точки зрения поглощения углерода, однако они важны с точки зрения уникальности своих экосистем. Высотные пояса гор Северо-Восточной Сибири, включающие горную тундру, редколесья и альпийские луга, аккумулируют не так много углерода — около 50–70 т/га в криогенных почвах, однако вечная мерзлота, достигающая мощности в этих районах 300–500 м, стабилизирует гидраты метана, предотвращая их высвобождение при таянии. С точки зрения биоразнообразия эти зоны представляют ценность за счет эндемиков. Так, например, альпийские экосистемы Сихотэ-Алиня и Корякского нагорья содержат 55 % эндемичных видов флоры Дальнего Востока.



Рис. 1. Наиболее приоритетные для восстановления участки экосистем России
Fig. 1. High-priority areas for ecosystem restoration in Russia

Процессы трансформации наземного покрова в экосистемах, приоритетных для восстановления

В Ярославской и Мурманской обл. площадь нарушенных земель внутри ареалов, приоритетных для восстановления, примерно одинакова и составляет 9 607 и 9 434 га соответственно.

Ярославская область

Зоны приоритетных для восстановления экосистем на национальном уровне в Ярославской обл. сосредоточены на юге, охватывая местность вокруг оз. Плещеево (рис. 2).

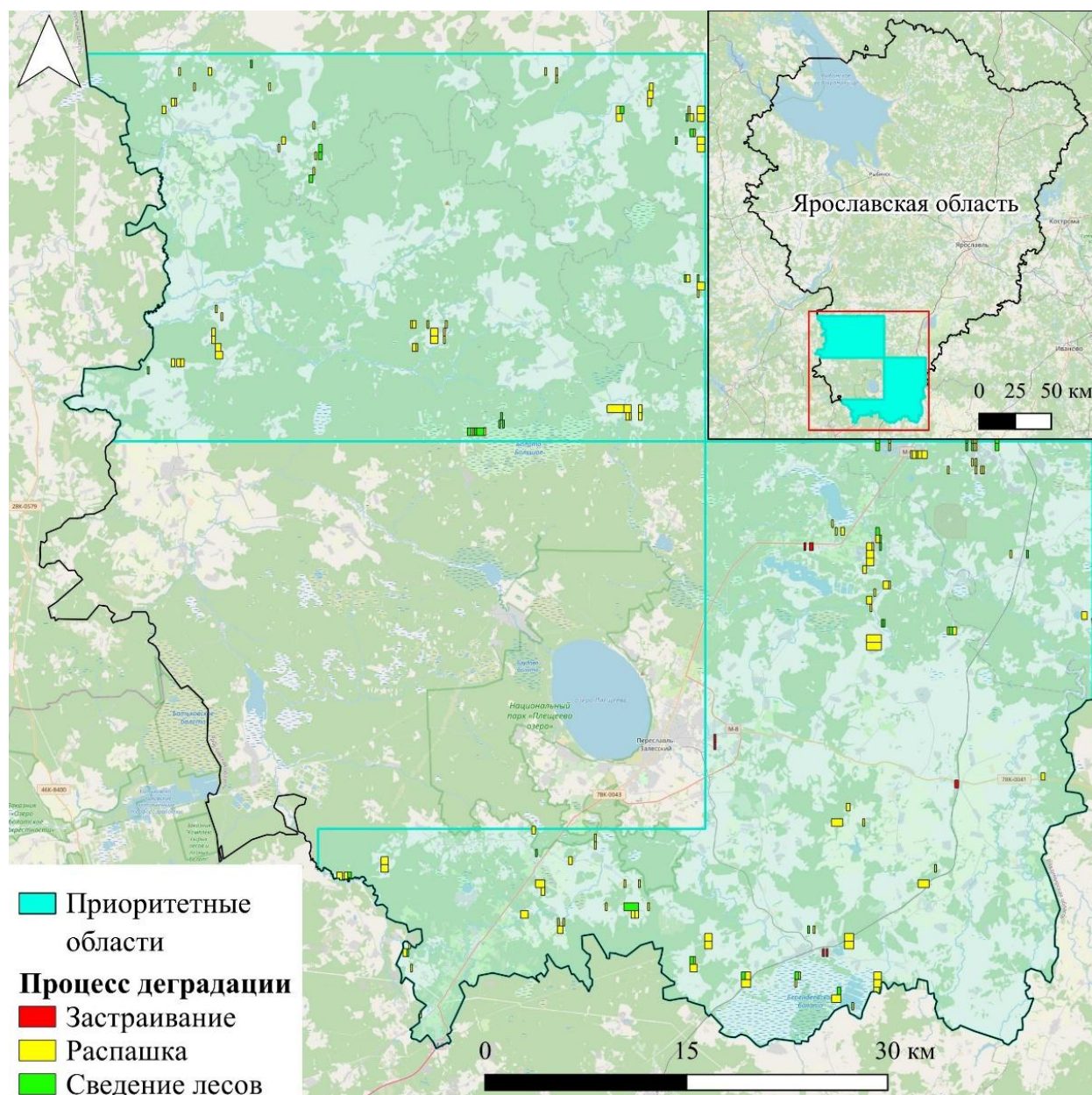


Рис. 2. Современные процессы деградации в зонах приоритетных экосистем в Ярославской обл.

Fig. 2. Modern land degradation processes on priority areas for restoration in Yaroslavl Region

Анализ трансформации деградированных участков приоритетных экосистем для данного региона выявил, что процессам деградации за последние 30 лет были подвержены широколиственные, хвойные и смешанные леса, мозаика пахотных земель и естественной растительности, мозаика древесной и травянистой растительности, а также пахотные земли (рис. 3). Основной причиной деградации участков широколиственных и смешанных лесов (не более 57 и 58 % от площади выделенных деградированных участков этих категорий земель соответственно) является их сведение под распашку с образованием мозаики пахотных земель и естественной растительности. Участки хвойных лесов также подвержены сведению в сельскохозяйственных целях (более 38 %) и вырубкам с образованием мозаики древесной и травянистой растительности (более 38 %). Участкам мозаики древесной и травянистой растительности также представляет угрозу распашка земель с образованием мозаики пахотных земель и естественной растительности (более 83 %) и пахотных земель (более 16 %). Как показывает анализ, для самих мозаик пашен и естественной растительности характерен процесс перехода в пахотные земли. Сами же пахотные земли с 1992 г. стали застроенной территорией.

Таким образом, основной причиной деградации экосистем в зонах приоритетных участков для восстановления Ярославской обл. можно считать сельскохозяйственную деятельность.



Рис. 3. Трансформация экосистем Ярославской обл. в зонах приоритетных экосистем в 1992–2020 гг.

Fig. 3. Yaroslavl region ecosystem transformations in priority areas for restoration in 1992–2020

Мурманская область

В этом субъекте федерации восстановление экосистем, по оценкам PLANGEA, значимо для глобального уровня. Экосистемы, приоритетные для восстановления, образуют разорванные ареалы в центральной, южной и западной частях региона (рис. 4).

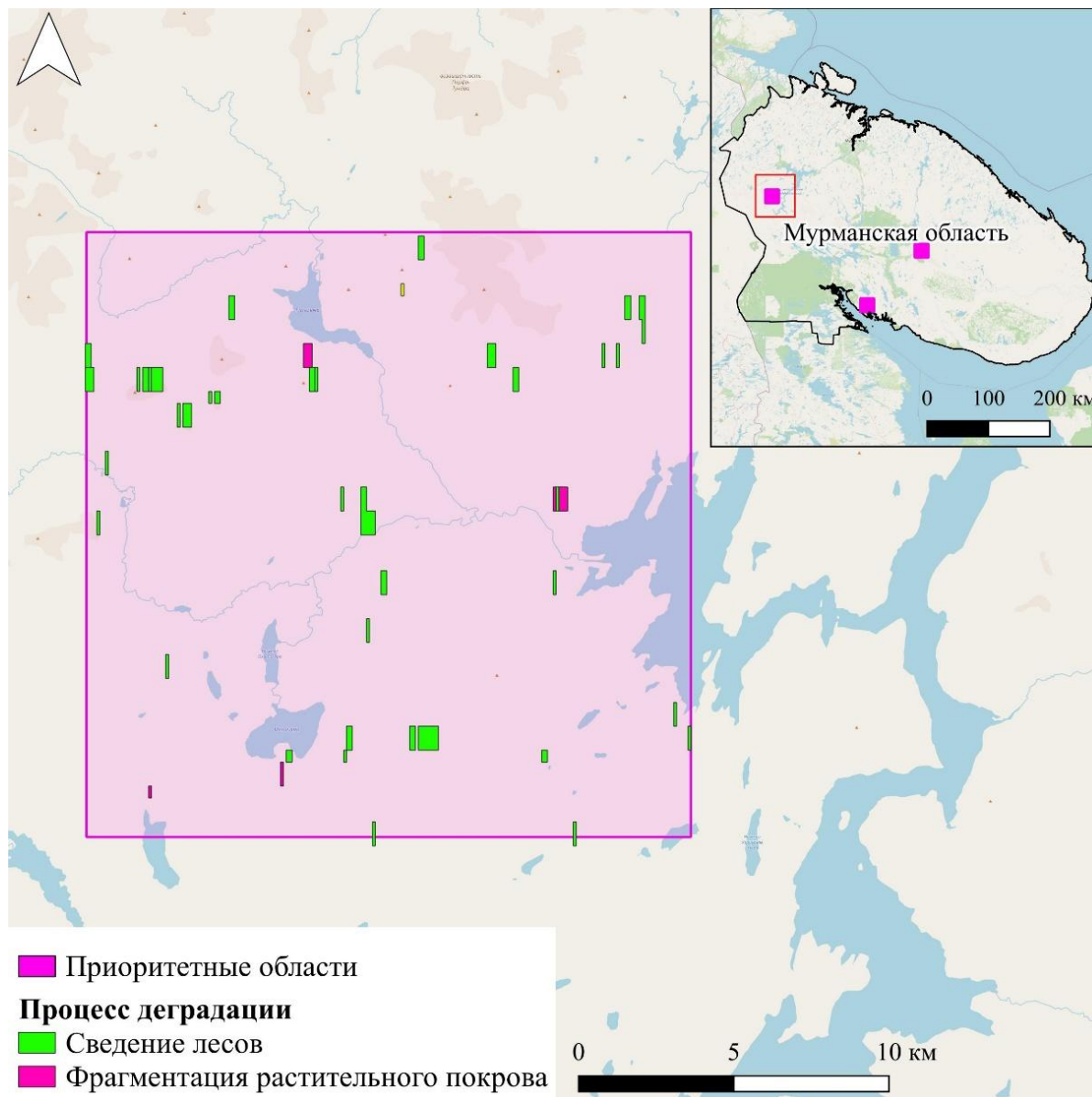


Рис. 4. Современные процессы деградации в зонах приоритетных экосистем в Мурманской обл.
Fig. 4. Modern land degradation processes on priority areas for restoration in Murmansk Region

Анализ трансформации наземного покрова показал, что процессам деградации за последние 30 лет были подвержены следующие категории наземного покрова: хвойные и мелколиственные леса, мозаика древесной и травянистой растительности, а также участки с разреженной растительностью (рис. 5). Среди немногочисленных мелколиственных лесов наблюдаются процессы сведения лесов с образованием мозаики древесного и травянистого покрова. Аналогичные процессы трансформации наблюдаются и у большей

части хвойных лесов (более 88 %). Участки с разреженной растительностью были полностью подвергнуты застраиванию. Около 77 % мозаики древесного и травянистого покрова подверглись вырубкам и в 2020 г. стали представлять собой участки с разреженной растительностью.

Таким образом, основной причиной деградации экосистем в зонах приоритетных участков для восстановления Мурманской обл. можно считать сведение лесов.

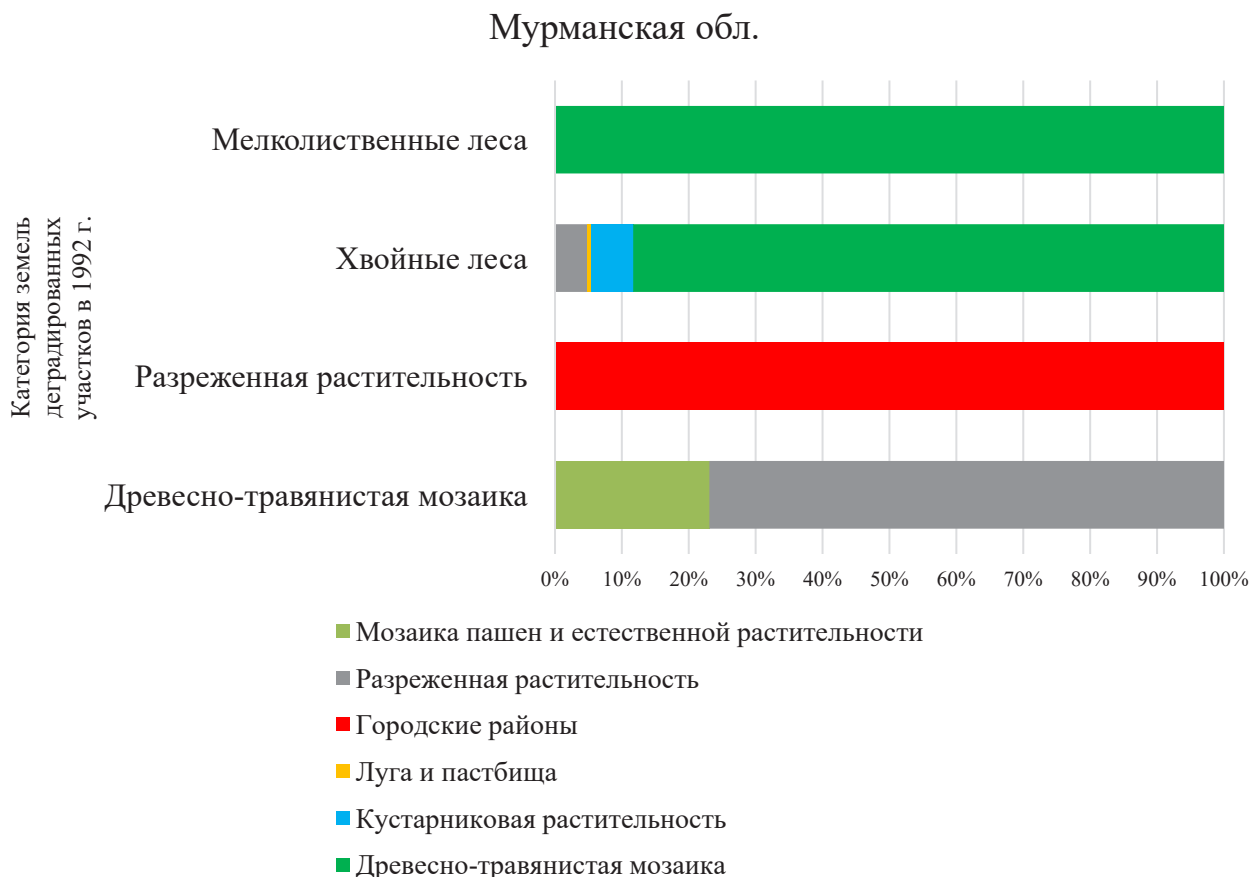


Рис. 5. Трансформация экосистем Мурманской обл. в зонах приоритетных экосистем в 1992–2020 гг.

Fig. 5. Murmansk Region ecosystem transformations in priority areas for restoration in 1992–2020

На основе анализа полученных данных по Ярославской и Мурманской обл. можно сделать предварительный вывод о характере угроз, которые возникают перед участками приоритетных экосистем в указанных субъектах. Экосистемы, приоритетные для восстановления на национальном уровне, трансформируются в результате активной сельскохозяйственной деятельности. Ценные для восстановления на глобальном уровне экосистемы сталкиваются с деградацией растительного покрова, в частности с сокращением древесной растительности, однако на данный момент нельзя сделать вывод о причинах подобной трансформации.

ВЫВОДЫ

Проведенный анализ приоритетных для восстановления экосистем России на основе модели PLANGEA и данных ESA Land Cover CCI позволил выявить ключевые закономерности пространственного распределения деградированных территорий, а также ограничения применяемой методологии.

Полученные данные и проведенный анализ позволяют сделать вывод о ценности экосистем смешанных и широколиственных лесов европейской части России для соблюдения национальных интересов в вопросах сохранения биоразнообразия и смягчения последствий изменения климата, а также об уникальности экосистем горной азиатской части по сравнению с мировыми экосистемами.

Более подробный разновременный анализ по данным земельного покрова помогает выделить наиболее актуальные угрозы для этих экосистем — для участков национального приоритета, расположенных в Ярославской обл., главной угрозой является расширение сельскохозяйственных земель, в то время как для участков глобального приоритета, расположенных в Мурманской обл., такой угрозой является сокращение древесной растительности.

Низкая детальность данных модели PLANGEA не позволяет использовать ее для выделения потенциальных ареалов восстановления, что подтверждается и разнонаправленностью процессов трансформации наземного покрова в их пределах. По-видимому, лучший результат может дать анализ самих процессов трансформации и их последующая интерпретация в контексте деградации и восстановления экосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алимов А. А., Амирханов А. М., Белоновская Е. А., Большаков В. Н., Вомперский С. Э., Гунин П. Д., Денисов В. В., Исаев А. С., Кривенко В. Г., Матишов Г. Г., Минаева Т. Ю., Пузаченко А. Ю., Решетников Ю. С., Сирин А. А., Тишков А. А., Чернов Ю. И., Шатуновский М. И., Павлов Д. С. Состояние биоразнообразия природных экосистем России. Министерство природных ресурсов РФ. Москва: НИА-Природа, 2004. 116 с.

Букварёва Е. Н., Замолодчиков Д. Г. Экосистемные услуги России: прототип национального доклада. Т. 1. Услуги наземных экосистем. М.: Издательство центра охраны дикой природы, 2016. 148 с.

Dickson B., Miles L., Thornton H., O'Connell E., Agra R., Baines O., Brooks H., Critchley M., Klimmek H., Schlemm A., Tshwene-Mauchaza B. Becoming #GenerationRestoration. Ecosystem Restoration for People, Nature and Climate. United Nations Environment Programme, 2021. 56 p.

Dinerstein E., Olson D., Joshi A., Vynne C., Burgess N. D., Wikramanayake E., Hahn N., Palminteri S., Hedao P., Noss R., Hansen M., Locke H., Ellis E. C., Jones B., Barber C. V., Hayes R., Kormos C., Martin V., Crist E., Sechrest W., Price L., Baillie J. E. M., Weeden D., Suckling K., Davis C., Sizer N., Moore R., Thau D., Birch T., Potapov P., Turubanova S., Tyukavina A., De Souza N., Pinteá L., Brito J. C., Llewellyn O. A., Miller A. G., Patzelt A., Ghazanfar S. A., Timberlake J., Klöser H., Shennan-Farpon Y., Kindt R., Lillesø J. B., Van Breugel P., Graudal L., Vogé M., Al-Shammari K. F., Saleem M. An Ecoregion-Based Approach to Protecting Half the Terrestrial Realm. *Bioscience*, 2017. V. 67. Iss. 6. P. 534–545. DOI: 10.1093/biosci/bix014.

The IUCN Global Ecosystem Typology 2.0: Descriptive Profiles for Biomes and Ecosystem Functional Groups. Gland, Switzerland: IUCN, 2020. 192 p.

Nelson C., Romero A., Hallett J., Aronson J., Cohen-Shacham E., Diederichsen A., Guariguata M., Toledo B. D. A., Gann G. Principles for Ecosystem Restoration to Guide the United Nations Decade 2021–2030. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2021. 21 p.

Strassburg B., Iribarrem A., Beyer H., Cordeiro C., Crouzeilles R., Jakovac C., Junqueira A., Lacerda E., Latawiec A., Balmford A., Brooks T., Butchart S., Chazdon R., Erb K., Brancalion P., Buchanan G., Cooper H., Diaz S., Donald P., Visconti P. Global Priority Areas for Ecosystem Restoration. *Nature*, 2020. V. 586. P. 724–729. DOI: 10.1038/s41586-020-2784-9.

REFERENCES

Alimov A. A., Amirkhanov A. M., Belonovskaya E. A., Bolshakov V. N., Wompersky S. E., Gulin P. D., Denisov V. V., Isaev A. S., Krivenko V. G., Matishov G. G., Minaeva T. Yu., Puzachenko A. Yu., Reshetnikov Yu. S., Sirin A. A., Tishkov A. A., Chernov Yu. I., Shatunovsky M. I., Pavlov D. S. The State of Biodiversity of Natural Ecosystems in Russia. Ministry of Natural Resources of the Russian Federation. Moscow: NIA-Priroda, 2004. 116 p. (in Russian).

Bukvareva E. N., Zamolodchikov D. G. Ecosystem Services in Russia: Prototype of the National Report. V. 1. Services of Terrestrial Ecosystems. Moscow: Publishing House of the Center for Wildlife Protection, 2016. 148 p. (in Russian).

Dickson B., Miles L., Thornton H., O'Connell E., Agra R., Baines O., Brooks H., Critchley M., Klimmek H., Schlemm A., Tshwene-Mauchaza B. Becoming #GenerationRestoration. Ecosystem Restoration for People, Nature and Climate. United Nations Environment Programme, 2021. 56 p.

Dinerstein E., Olson D., Joshi A., Vynne C., Burgess N. D., Wikramanayake E., Hahn N., Palminteri S., Hedao P., Noss R., Hansen M., Locke H., Ellis E. C., Jones B., Barber C. V., Hayes R., Kormos C., Martin V., Crist E., Sechrest W., Price L., Baillie J. E. M., Weeden D., Suckling K., Davis C., Sizer N., Moore R., Thau D., Birch T., Potapov P., Turubanova S., Tyukavina A., De Souza N., Pinteá L., Brito J. C., Llewellyn O. A., Miller A. G., Patzelt A., Ghazanfar S. A., Timberlake J., Klöser H., Shennan-Farpon Y., Kindt R., Lillesø J. B., Van Breugel P., Graudal L., Vogé M., Al-Shammari K. F., Saleem M. An Ecoregion-Based Approach to Protecting Half the Terrestrial Realm. *Bioscience*, 2017. V. 67. Iss. 6. P. 534–545. DOI: 10.1093/biosci/bix014.

The IUCN Global Ecosystem Typology 2.0: Descriptive Profiles for Biomes and Ecosystem Functional Groups. Gland, Switzerland: IUCN, 2020. 192 p.

Nelson C., Romero A., Hallett J., Aronson J., Cohen-Shacham E., Diederichsen A., Guariguata M., Toledo B. D. A., Gann G. Principles for Ecosystem Restoration to Guide the United Nations Decade 2021–2030. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2021. 21 p.

Strassburg B., Iribarrem A., Beyer H., Cordeiro C., Crouzeilles R., Jakovac C., Junqueira A., Lacerda E., Latawiec A., Balmford A., Brooks T., Butchart S., Chazdon R., Erb K., Brancalion P., Buchanan G., Cooper H., Diaz S., Donald P., Visconti P. Global Priority Areas for Ecosystem Restoration. *Nature*, 2020. V. 586. P. 724–729. DOI: 10.1038/s41586-020-2784-9.