

Городская экология и планирование

Urban ecology and planning

УДК: 528+911.37(58.006)

DOI: 10.35595/2414-9179-2023-2-29-371-381

С.К. Белоусов¹, А.В. Евсеев², Т.М. Красовская³

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ПАРКОВЫХ ЗОН ВОРКУТЫ В ЦЕЛЯХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ

АННОТАЦИЯ

Развитие зеленой инфраструктуры городов является одним из основных путей достижения ими устойчивого развития. Важнейшая роль в этом процессе принадлежит парковым зонам, скверам, уличному озеленению и т. д. Эту функцию зеленая инфраструктура городов выполняет благодаря наличию широкого спектра экосистемных услуг: регулирующих, поддерживающих, информационных и обеспечивающих. Изучение пулов экосистемных услуг зеленой инфраструктуры представляет собой особую актуальность для городов Арктической зоны Российской Федерации, численность населения которых достигает 50–300 тыс. чел.: Мурманск, Апатиты, Воркута, Норильск и др. Природные и социально-экономические условия городов оказывают влияние на востребованность тех или иных услуг их зеленой инфраструктуры, что необходимо учитывать в муниципальном планировании. Парки Воркуты сформировались в основном на пустошных участках с зарослями ивы, заболоченных, с оврагами и т. п., подвергшихся в последствии благоустройству. Рассматриваются экосистемные услуги пяти парков Воркуты и их различные комбинации. Эти комбинации различаются в зависимости от сочетаний геоэкологических характеристик в районе расположения парков. К таким характеристикам относится состояние растительного покрова, расположение на склоне, наличие водоема, положение по отношению к крупным автомагистралям и т. д. Изученные элементы зеленой инфраструктуры Воркуты имеют существенные различия как по функциональному назначению, так и социальной значимости. Основными экосистемными услугами этих территорий являются регулирующие (фильтрация загрязненного воздуха, регулирование и фильтрация поверхностного стока, температурного режима надмерзлотного слоя почв и грунтов, контроль эрозионных процессов, регулирование микроклимата, шумового загрязнения); информационные (рекреационные, эстетические, формирование чувства места и др.), в меньшей степени, вследствие суровости природных

¹ Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, Москва, Россия, 119991, *e-mail*: web-town@mail.ru

² Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, Москва, Россия, 119991, *e-mail*: avevseev@yandex.ru

³ Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, Москва, Россия, 119991, *e-mail*: krasovsktex@yandex.ru

условий — поддерживающие (сохранение биоразнообразия, формирование биогеохимических круговоротов). На основе территориальной привязки приоритетных экосистемных услуг была составлена карта «Экосистемные услуги парков Воркуты».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: города Арктики, зеленая инфраструктура, экосистемные услуги, карта

Stanislav K. Belousov¹, Alexander V. Evseev², Tatiana M. Krasovskaya³

MAPPING OF ECOSYSTEM SERVICES OF VORKUTA PARK ZONES FOR IMPROVEMENT OF PLANNING SOLUTIONS

ABSTRACT

Urban green infrastructure development is one of the main ways to achieve sustainable development of cities. The most important role in this process belongs to park areas, squares, street landscaping, etc. This function is achieved due to presenting a wide range of ecosystem services: regulatory, supporting, information and provisioning. Studies of green infrastructure ecosystem services pools are of particular importance for cities of the Russian Federation Arctic Zone, whose population reaches 50–300 thousand people: Murmansk, Apatity, Vorkuta, Norilsk etc. Environmental and socio-economic characteristics of cities control the demand for certain services of their green infrastructure. This should be taken into account in municipal planning. Vorkuta parks were formed mainly on wasteland areas with willow thickets, swamps, ravines, etc., which were subsequently recultivated. Ecosystem services of five Vorkuta parks and their various combinations were considered. These combinations differ depending on the variations of geocological characteristics of the park's location. Such characteristics include the state of vegetation cover, location on a slope, presence of a water reservoir, position in relation to major highways, etc. The studied elements of Vorkuta green infrastructure have significant differences both in functional role and social value. The priority ecosystem services of these territories are regulatory (filtration of polluted air, regulation and filtration of surface runoff, control of temperature regime of the permafrost layer covered by soils, erosion processes control, regulation of microclimate and noise pollution); informational (recreational, aesthetic, formation of a sense of place, etc.), to a lesser extent, due to the severity of natural conditions — supporting (biodiversity support, formation of biogeochemical cycles). The map “Ecosystem services of Vorkuta parks” was compiled based on territorial binding of priority ecosystem services.

KEYWORDS: Arctic cities, green infrastructure, ecosystem services, map

ВВЕДЕНИЕ

Развитие зеленой инфраструктуры городов является одним из важнейших путей достижения ими устойчивого развития. В руководящих документах ООН, посвященных устойчивому развитию городских территорий, отмечается необходимость поддержания и

¹ Lomonosov Moscow State University, Geographical Faculty, 1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, e-mail: web-town@mail.ru

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

³ Lomonosov Moscow State University, Geographical Faculty, 1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, e-mail: krasovsktex@yandex.ru

развития их социальных и экологических функций, а также уменьшения природных и антропогенных рисков их дестабилизации [*Quito Declaration*, 2016]¹. Важнейшая роль в этом процессе принадлежит зеленой инфраструктуре городов: парковым зонам, скверам, уличному озеленению и т. д. Эту функцию зеленая инфраструктура городов выполняет благодаря представлению широкого спектра экосистемных услуг: регулирующих, поддерживающих, информационных и обеспечивающих [Global..., 2012]. Пулы этих услуг зеленой инфраструктуры городов находится в центре научных исследований многих стран мира. Исключением являются города Арктики, хотя они, вопреки распространенному мнению, не лишены зеленой инфраструктуры [Евсеев, Красовская, 2022]. Проведение такого анализа представляет собой особую актуальность для городов Арктической зоны Российской Федерации, численность населения которых достигает 50–300 тыс. чел.: Мурманск, Апатиты, Воркута, Норильск и др. Все они принадлежат к категории «winter cities», подчеркивающей различия в приемах их благоустройства от таковых умеренной зоны [Crane, 2005; Bergum, Beaubien, 2009]. Природные и социально-экономические условия городов оказывают влияние на востребованность тех или иных услуг их зеленой инфраструктуры, что необходимо учитывать в муниципальном планировании.

Для разработки муниципальных планов развития зеленой инфраструктуры необходима эколого-экономическая оценка приоритетных экосистемных услуг, а также изучение их пространственного распределения, что предполагает создание тематических карт [Mapping..., 2016]. К настоящему времени накоплен определенный опыт картографирования экосистемных услуг, базирующихся на картах землепользования; появились и классификации экосистемных услуг городской зеленой инфраструктуры, которые могут быть положены в основу создания соответствующих карт [Бобылев и др., 2022; Haase et al., Geneletti, 2013; Mapping..., 2016]. Однако собственно карты экосистемных услуг зеленой инфраструктуры городов пока единичны, а карт их эколого-экономической оценки нет вообще. Карты отдельных экосистемных услуг (как правило, регулирующих) составлены для Рима, Тренто, Лиссабона, Познани и ряда других городов, среди которых нет городов Арктики. Особенностью этих карт является визуализация наличия отдельных экосистемных услуг в контурах элементов зеленой инфраструктуры, что, однако, недостаточно для принятия управленческих решений по ее поддержанию и развитию, т. к. каждый элемент предоставляет комплекс услуг, среди которых может быть не одна, а несколько приоритетных, требующих внимания. В связи с этим, целью настоящего исследования является выявление и картографирование комплексов экосистемных услуг зеленой инфраструктуры парковых зон Воркуты в целях определения приоритетов в их поддержании и развитии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Воркута расположена на северо-востоке Русской равнины в предгорьях Полярного Урала (рис. 1). Ее основные эколого-географические характеристики, определяющие состояние и развитие зеленой инфраструктуры, представлены в табл. 1.

Материалами исследования послужили тематические публикации по зеленой инфраструктуре северных городов, информационные документы, опубликованные на муниципальном сайте Воркуты, а также собственные наблюдения авторов. Методической основой исследования являются работы по изучению и картографированию экосистемных услуг [Burkhard et al., 2014; Mapping..., 2016 и др.], а также собственные разработки авторов [Белюсов и др., 2022].

¹ Quito Declaration on Sustainable Cities and Human Settlements for All. The UN New City Agenda, 2016. Электронный ресурс: <http://www.habitat3.org> (дата обращения 15.02.2021)

Табл. 1. Основные эколого-географические характеристики Воркуты
 Table 1. Main ecological-geographical characteristics of Vorkuta

Характеристика	Показатели
Время образования городского поселения/получения статуса города	1936/1943 гг.
Общая площадь, км ² /Численность населения, чел. (2022 г.)	7936,9/58133
Планировочная структура	Компактная, вытянутая вдоль р. Воркуты (бассейн р. Усы)
Климат	Субарктический. Средние температуры января: –20,4 °С, июля: 13,3 °С; безморозный период — около 70 сут.; осадки — 507 мм/год; средняя скорость ветра — 5,3 м/с
Природные экосистемы	Лесотундровые и тундровые
Экономика	Угледобывающая, пищевая, легкая промышленность, электроэнергетика и производство строительных материалов, транспорт
Жилая застройка	Малоэтажная и среднеэтажная
Экологические проблемы	Механические нарушения почв и грунтов, повышенное содержание пылевых частиц в атмосфере
Природные и антропогенные риски	Подтопление, термоэрозия, загрязнение атмосферного воздуха, почв, поверхностного стока
Зеленая инфраструктура, %	0,38



Рис. 1. Район исследования
 Fig. 1. Study area

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Зеленая инфраструктура города и ее современное состояние

Зеленая инфраструктура Воркуты представлена парками, скверами и уличным озеленением. В Воркуте нами изучено 5 основных парков: Центральный (Городской) (5,3

га), Пионерский (3,3 га) (рис. 2), парк Победы (0,55 га), бульвар Победы (3,5 га), бульвар Пищевиков (3,3 га). В силу особенностей исторического развития города формирование его зеленой инфраструктуры началось значительно позднее, чем в других заполярных городах севера ЕТР. Упоминания о создании и благоустройстве парков относятся к концу 40-х – началу 50-х гг. XX в. [Шабает и др., 2018]. Они сформировались в основном на пустошных участках с зарослями ивы, заболоченных, с оврагами и т. п., подвергшихся благоустройству, включавшему санитарные рубки, высадку деревьев (чаще всего берез), подсыпку плодородных грунтов, планирование рельефа (так, был засыпан овраг на месте Пионерского парка), разбивку аллей и клумб, установку малых архитектурных форм, освещения и т. п. Современный видовой состав деревьев в силу климатических условий ограничен: ивы и искусственные посадки берез (рис. 3).

Современный процесс потепления климата, отмечаемый для региона, способствует лучшей приживаемости и самовозобновлению берез и даже елей, попытки использования которых в парках Воркуты ранее были неудачными. В наземном покрове — разнотравье, осоки, злаки и т. д. Использование декоративных травянистых в клумбах ограничено летниками. В Центральном, Пионерском парках, парке Победы и др. присутствуют памятные знаки, малые архитектурные формы (скульптуры, арки, беседки), освещение, спортивные и детские площадки и т. п. Наиболее благоустроенными являются Центральный и Пионерский парки, недавно обновленные, а также парк Победы, основанный в 2001 г. Генеральным планом развития Воркуты (2019 г.) предусмотрено развитие зеленой инфраструктуры города, для повышения комфортности городской среды, которая в известной мере противостоит оттоку населения. Однако социально-экономические трудности в настоящее время замедляют этот процесс.



Рис. 2. Пионерский парк. Фото А. Калмыкова
Fig. 2. Pioneer park. Photo by A. Kalmykov



Рис. 3. Растительный покров Центрального парка. Фото А. Калмыкова
Fig. 3. Vegetation cover in the Central park. Photo by A. Kalmykov

Экосистемные услуги парков

Городские парки, как правило, предоставляют широкий спектр экосистемных услуг, эффективность эксплуатации которых, тем не менее, зависит от многих локальных факторов. Вследствие различий площадей парков их расположения в рельефе, по отношению к городским источникам поступления аэротехногенных поллютантов, истории создания, степени благоустройства и т. д., экосистемные услуги, предоставляемые ими, могут различаться. Изученные элементы зеленой инфраструктуры Воркуты имеют существенные различия как по функциональному назначению, так и по социальной значимости. Основными экосистемными услугами этих территорий являются регулирующие (фильтрация загрязненного воздуха, регулирование и фильтрация поверхностного стока, температурного режима надмерзлотного слоя почв и грунтов, контроль эрозионных процессов, регулирование микроклимата, шумового загрязнения); информационные (рекреационные, эстетические, формирование чувства места и др.), в меньшей степени, вследствие суровости природных условий — поддерживающие (сохранение биоразнообразия, формирование биогеохимических круговоротов).

Опираясь на рассмотренные характеристики, мы составили сводную характеристику приоритетных экосистемных услуг рассматриваемых парков (табл. 2). Фильтрацию загрязненного воздуха (1 — в табл. 2), основной вклад в ухудшение качества которого вносят система Воркутинских ТЭЦ и шахты «Воркутауголь», формирующие в городской черте превышение ПДК по содержанию взвешенных частиц, диоксида серы¹ и т. д., осуществляют все рассматриваемые парковые территории, однако значение и эффективность этого процесса зависит от их размера и состояния зеленых насаждений. От

¹ Доклад о состоянии окружающей среды Республики Коми в 2021 г. Сыктывкар, 2002. 167 с.

удаленности от центральных автомагистралей зависит значимость функции фильтрации автомобильных выбросов — второго источника загрязнения атмосферы города (2). Сохранностью растительного покрова (отсутствием оголенных пустошей) определяется значимость функции по контролированию фильтрации стока (3), температурного режима надмерзлотного слоя (4), влияющего на развитие термоэрозии; микроклимата — снижение скорости ветра (5), снижение шумового загрязнения (6). Склоновое положение парка и состояние его растительного покрова определяет роль его экосистем в контроле поверхностного стока (7). Информационные экосистемные услуги: рекреационные (8), эстетические (9), формирование чувства места (10) различаются по приоритетности и зависят от степени благоустройства парка и истории его создания. Предоставление поддерживающих экосистемных услуг приоритетно для больших по площади парков, вмещающих сохранившиеся участки естественной растительности и водоемы (11).

Если спектр регулирующих услуг связан с местоположением парка и характером растительного покрова, то у информационных услуг он зависит от степени благоустройства парка, истории его создания, наличием памятных знаков, монументов и т. п.

Табл. 2. Приоритетные экосистемные услуги парков Воркуты
Table 2. Priority ecosystems services of parks in Vorkuta

Парк/ Экосистемная услуга ^{1,2}	Регулирующие							Информационные			Поддерживающие
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Центральный	+	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Пионерский	+	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Победы	+	+	–	+	–	+	–	–	–	+	–
Бульвар Победы	+	+	+	+	+	+	–	+	–	+	+
Бульвар Пищевиков	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–	+

Эти особенности мы отразили на карте «Экосистемные услуги парков Воркуты» (рис. 4). Спектры экосистемных услуг (табл. 2) представлены цветовой гаммой штриховки и круговых диаграмм. Линии цветовой штриховки имеют разную толщину в соответствии со следующими градациями: максимальная (Центральный и Пионерский парк); средняя (бульвары Победы и Пищевиков); минимальная (парк Победы). Эти градации отражают размеры пулов. Поскольку количественная оценка пулов выделенных экосистемных не входила в задачи настоящего исследования, их «вес» в общем спектре оценивался экспертно. Главным критерием в таком ранжировании для поддерживающих и регулирующих услуг оказались площадь парка и состояние (ухоженность) растительного покрова (все парки, кроме парка Победы). Дополнительные различия в регулирующих услугах были связаны с близостью крупных автомагистралей (бульвары Пищевиков и Победы, парк Победы) и склоновым положением (парки Пионерский и Центральный). Для информационных услуг значимость определялась следующим образом: у парков с ухоженным растительным покровом, исторических, вблизи жилых кварталов и т. п. приоритетными оказались рекреационные и эстетические услуги, а также услуги по формированию чувства места. В эту категорию не попал бульвар Пищевиков, т. к. он находится в запущенном состоянии. Выявленные особенности спектра приоритетных экосистемных услуг в различных парках нашло отражение в круговых диаграммах.

¹ Номера соответствуют обозначению экосистемной услуги в тексте

² Прочерк означает второстепенную роль экосистемной услуги

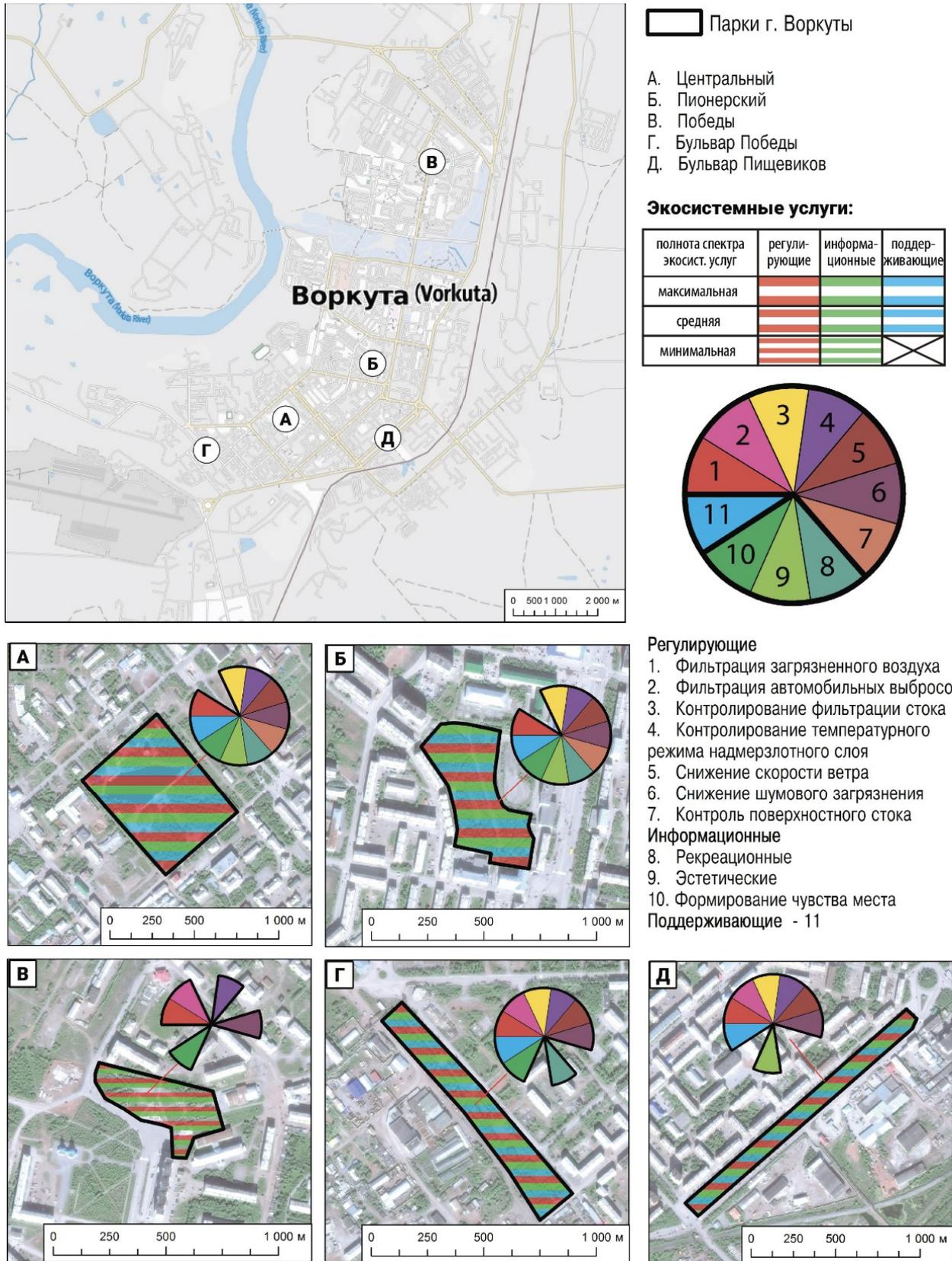


Рис. 4. Экосистемные услуги парков Воркуты
 Fig. 4. Ecosystem services of Vorkuta parks

ВЫВОДЫ

Меняющиеся социально-экономические и климатические условия актуализировали необходимость обеспечения адаптационного развития Воркуты, как и многих других городов Российской Арктики. В настоящее время критической для адаптационного развития является проблема сокращения миграционного оттока населения Воркуты в результате экономического спада. Решение этой проблемы, среди прочего, предусматривает создание комфортных условий проживания населения, которые зависят не только от качества жилья, но и от зеленой инфраструктуры города — природного каркаса, представляющего разнообразные экосистемные услуги: от снижения уровня химического загрязнения воздуха, опасности развития термоэрозии и т. д. до формирования чувства любви к своему городу. Потепление климата облегчает процесс развития зеленой инфраструктуры города за счет расширения ассортимента декоративных растений, повышения приживаемости посадок древесных культур. Вклад каждого элемента зеленой инфраструктуры города в его адаптационное развитие требует пространственного анализа пулов экосистемных услуг для включения мероприятий по их поддержанию и развитию в муниципальные программы на основе приоритетности на том или ином участке и временном отрезке.

Выявление приоритетных функций рассмотренных элементов зеленой инфраструктуры позволяет муниципальным органам вырабатывать практические действия по поддержанию существующих пулов экосистемных услуг и возможному расширению их спектра и объемов. Особое внимание следует уделить выращиванию древесных и кустарниковых культур в местном питомнике, что улучшает их приживаемость. Программы благоустройства парковых зон необходимо расширять. Они должны включать не только рубки ухода, подсыпку плодородных грунтов, высадку древесных культур, залужение оголенных участков, но и мероприятия по повышению рекреационной и эстетической привлекательности парков, выполняющих важнейшие социальные функции для обеспечения комфортных условий проживания горожан на фоне негативных миграционных процессов. Многие из этих мероприятий уже включены в городские планы развития зеленой инфраструктуры, однако без учета сочетаний экосистемных услуг, выявление которых помогает выстраивать приоритеты их проведения в каждом конкретном случае в условиях ограниченных возможностей городского бюджета.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят А. Калмыкова за представленные фотографии.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank A. Kalmykov for providing photos.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Белоусов С.К., Евсеев А.В., Красовская Т.М. Дифференциация приоритетных экосистемных услуг в зеленой инфраструктуре города Кировска Мурманской области. ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий. Материалы Международной Конференции. М.: Географический факультет МГУ, 2022. Т. 28. Ч. 1. С. 69–77. DOI: 10.35595/2414-9179-2022-1-28-69-77.

Бобылев С.Н., Завалеев И.С., Завалеева А.И., Ховавко И.Ю. Развитие «зеленой» инфраструктуры в городах. Научные исследования экономического факультета.

Электронный журнал, 2022. Т. 14. Вып. 3. С. 48–61. DOI: 10.38050/2078-3809-2022-14-3-48-61.

Евсеев А.В., Красовская Т.М. Скверы в городах Российской Арктики: приоритетные экосистемные функции и услуги, способствующие адаптационному развитию и устойчивости городов. Известия РГО, 2022. № 5–6. С. 36–48.

Шабаев Ю.Л., Жеребцова И.Л., Лабунова О.В. Культурная эволюция заполярного города: от города-концлагеря — к городу-призраку. Изв. Коми НЦ, УРО РАН, 2018. № 3 (35). С. 88–94. DOI: 10.191 10/1994-5655-2018-3-88-94.

Bergum C., Beaubien L-A. Smart growth and winter city design. The city St. Albert planning development Bulletin, 2009. No. 14. P. 1–7.

Crane J. An indoor public space for a winter city. Thesis (M. Arch.). Massachusetts Institute of Technology. Dept. of Architecture, 2005. 93 p. Web resource: <http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/31197/61280692.pdf?sequence=1> (accessed 20.12.2022).

Geneletti D. Ecosystem services in environmental impact assessment and strategic environmental assessment. Environment Impact Assessment Rev., 2013. No. 40. P. 1–2. DOI: 10.1016/j.eiar.2013.02.005.

Geneletti D., Cortinovia C., Zardo L. et al. Reviewing ecosystem services in urban plans. Planning for Ecosystem Services in Cities. Springer Briefs in Environmental Science, 2020. Cham: Springer. 86 p. DOI: 10.1007/978-3-030-20024-4.

Global Environment Outlook 5 (GEO 5): Environment for the future we want. United Nations Environment Program, 2012. Web resource: <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/8021> (accessed 15.09.2022).

Haase D., Larondelle N., Andersson E., Artmann M., Borgström S., Breuste J., Gomez-Baggethun E., Gren A., Hamstead Z., Hansen R. et al. A quantitative review of urban ecosystem service assessments: Concepts, models, and implementation. AMBIO, 2014. No. 43. P. 413–433.

Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. 4th Report — Final, March, 2016. EU. 94 p.

REFERENCES

Belousov S.K., Evseev A.V., Krasovskaya T.M. Differentiation of priority ecosystem services of green infrastructure in Kirovsk (Murmansk region). InterCarto. InterGIS. Geoinformation support of territorial sustainable development. Proceedings of the International conference. Moscow, 2022. V. 28. Part 1. P. 69–77 (in Russian). DOI: 10.35595/2414-9179-2022-1-28-69-77.

Bergum C., Beaubien L-A. Smart growth and winter city design. The city St. Albert planning development Bulletin, 2009. No. 14. P. 1–7.

Bobylev S.N., Zavaleev I.S., Zavaleeva A.I., Hovavko I.Yu. Urban green infrastructure development. Scientific investigations of the Economic Faculty. Electronic Journal, 2022. V. 14. No. 3. P. 48–61 (in Russian). DOI: 10.38050/2078-3809-2022-14-3-48-61.

Crane J. An indoor public space for a winter city. Thesis (M. Arch.). Massachusetts Institute of Technology. Dept. of Architecture, 2005. 93 p. Web resource: <http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/31197/61280692.pdf?sequence=1> (accessed 20.12.2022).

Evseev A.V., Krasovskaya T.M. Small urban parks in the Russian Arctic cities: priority ecosystem functions and services promoting city resilience. Proceedings of the Russian Geographical Society, 2022. No. 5–6. P. 36–48 (in Russian).

Geneletti D. Ecosystem services in environmental impact assessment and strategic environmental assessment. *Environment Impact Assessment Rev.*, 2013. No. 40. P. 1–2. DOI: 10.1016/j.eiar.2013.02.005.

Geneletti D., Cortinovis C., Zardo L. et al. Reviewing ecosystem services in urban plans. *Planning for Ecosystem Services in Cities*. Springer Briefs in Environmental Science, 2020. Cham: Springer. 86 p. DOI: 10.1007/978-3-030-20024-4.

Global Environment Outlook 5 (GEO 5): Environment for the future we want. United Nations Environment Program, 2012. Web resource: <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/8021> (assessed:15.09.2022).

Haase D., Larondelle N., Andersson E., Artmann M., Borgström S., Breuste J., Gomez-Baggethun E., Gren A., Hamstead Z., Hansen R. et al. A quantitative review of urban ecosystem service assessments: Concepts, models, and implementation. *AMBIO*, 2014. No. 43. P. 413–433.

Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. 4th Report — Final, March, 2016. EU. 94 p.

Shabaev Yu.L., Zherebzova I.L., Labunova O.V. Cultural evolution of the polar city: From a concentration camp city to a ghost town. *Proceedings of the Komi Scientific Center, the Ural Branch, RAS*, 2018. No. 3 (35). P. 88–94 (in Russian). DOI: 10.191 10/1994-5655-2018-3-88-94.
