

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Крюков Виталий Алексеевич

**Экосистемные и социальные функции городских ООПТ
(на примере Москвы и Санкт-Петербурга)**

Специальность 1.6.21 – геоэкология (по географическим наукам)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Москва – 2022

Работа выполнена на кафедре рационального природопользования географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

- Научный руководитель** *Голубева Елена Ильинична, доктор биологических наук, профессор*
- Официальные оппоненты** *Бобров Алексей Владимирович, доктор биологических наук, профессор РАН, кафедра биогеографии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, профессор*
- Бузмаков Сергей Алексеевич, доктор географических наук, профессор, кафедра биогеоценологии и охраны природы географического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета, заведующий кафедрой*
- Ивашкина Ирина Вадимовна, кандидат географических наук, Государственное автономное учреждение города Москвы «Научно-исследовательский и проектный институт Генерального плана города Москвы», начальник сектора информационно-аналитического обеспечения территориального планирования НПО «Экология»*

Защита диссертации состоится 15 декабря 2022 г. в 15 часов на заседании диссертационного совета МГУ.016.9 Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова по адресу: 119991, Россия, г. Москва, Ленинские горы, д.1, Главное здание МГУ, географический факультет, 18-й этаж, ауд. 1801.

E-mail: summerija@yandex.ru

С диссертацией можно ознакомиться в отделе диссертаций научной библиотеки МГУ имени М.В. Ломоносова (Ломоносовский просп., д. 27) и на сайте ИАС «ИСТИНА»: <https://istina.msu.ru/dissertations/508127914/>

Автореферат разослан «___» ноября 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат географических наук

М.А. Смирнова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. В современных агломерациях происходит расширение городского образа жизни на новые пространства. Доля городского населения в мире в 2018 г. превысила 55%, к 2030 г. составит более 60%, а к 2050 г. – 68%. В России этот показатель составляет 74,2% (Росстат, 2021), однако к 2050 г. его значение превысит 83% (United Nations, 2019). Города/агломерации/мегалополисы концентрируют в себе хозяйственные и общественные процессы в локальном, региональном, национальном, материковом или даже планетарном масштабе (Лаппо, 1997). Процессы урбанизации приводят к росту антропогенной нагрузки и значительным трансформациям компонентов ландшафтов. В городах происходят качественные изменения в планировочных структурах, связанные с острой нехваткой места, требованиями к комфортности проживания и улучшению экологической ситуации (Махрова и др., 2013). Кроме того, появляется социальный запрос на функции экосистем, оказывающие воздействие на качество среды проживания, что отражено в целях ООН в области устойчивого развития (№11 – устойчивые города и населенные пункты, №14 – сохранение морских систем и №15 – сохранение экосистем суши).

Городские особо охраняемые природные территории (ООПТ) являются наиболее ценной частью зеленой инфраструктуры (ЗИ) – системы естественных ландшафтов и общественных зеленых зон (Little, 1995), составляющей альтернативу «серой» инфраструктуре (СИ) — совокупности запечатанных пространств. Кроме того, ООПТ являются важными элементами экологического каркаса (ЭК) — «совокупности экосистем с индивидуальным режимом природопользования для каждого участка, образующих пространственно организованную инфраструктуру, которая поддерживает экологическую стабильность территории, предотвращая потерю разнообразия и деградацию ландшафта» (Елизаров, 1998, с. 297).

В связи с необходимостью адаптации к урбанизации концепции ЗИ, ЭК, экосистемных услуг и функций в настоящее время получили широкое распространение. Проблемы функционирования природных территорий в городах ранее поднимались Ф.Л. Олмстедом, Э. Говардом, А. Сориа-и-Мата, Р. Ольденбургом и многими другими, а на рубеже XX и XXI веков получили дальнейшее развитие.

Цель исследования – определение и оценка экосистемных и социальных функций ООПТ в мегаполисе.

Объект исследования – ООПТ Москвы и Санкт-Петербурга. **Предмет**

исследования – экосистемные и социальные функции, выполняемые ООПТ Москвы и Санкт-Петербурга – крупнейшими мегаполисами России.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1. проанализировать теоретические и методические подходы к оценке экосистемных и социальных функций ООПТ в городе;
2. выявить динамику, пространственные особенности размещения и характер уязвимости зеленой инфраструктуры и ООПТ Москвы и Санкт-Петербурга;
3. определить экосистемные и социальные функции модельных ООПТ;
4. выявить институциональную ценность модельных ООПТ на основе анализа природоохранных ограничений;
5. провести сравнительный геоинформационный анализ экосистемной, институциональной и социальной ценности модельных ООПТ.

Материалы и методы исследования. В рамках системного подхода к оценке функций городских ООПТ использовались следующие методы: сравнительно-географический, картографический, геоинформационный, статистический, полевых исследований рекреационной дигрессии, социологического исследования, математического моделирования, метод анализа иерархий на основе программных комплексов QGIS, SAGA GIS, InVEST, Fragstats, Conefor, GuidosToolbox, IBM SPSS v.27.

Методология исследования основана на работах исследователей экологического каркаса и зеленой инфраструктуры городов (С. Little, I.C. Mell, В.В. Владимирова, Е.Ю. Колбовского, А.С. Курбатовой), экосистемных функций и услуг (R. Constanza, J. Maes, R. De Groot, D. Haase, А.А. Тишкова), рекреационной дигрессии природных комплексов (Н.С. Казанской, В.П. Чижовой, Л.П. Рысина), институциональных трансформаций ООПТ (R.E. Golden Kroner, M.B. Mascia, S. Qin), количественной оценки уязвимости экосистем (J.A.G. Jaeger, K. MacGarigal, S. Saura, J. Torne), комфортности проживания городской среды (J. Gehl, Т.А. Долгачевой, Ю.Н. Меринова), городских ООПТ (Т. Trzyna, Е.Ю. Колбовского, Г.А. Исаченко).

Информационная база исследования включает: литературные, картографические и фондовые данные о рельефе, водных объектах, почвенно-растительном покрове (в т.ч. материалы лесоустройств), животном мире модельных ООПТ; результаты натурных исследований рекреационной дигрессии модельных ООПТ и социологического исследования автора; открытые пространственные данные о природных и техногенных объектах,

рекреационной нагрузке, функциональных зонах ООПТ (Open Street Map, Strava Global Heatmap; Публичная кадастровая карта, ИСОГД Москвы, РГИС Санкт-Петербурга, ИАС «ООПТ РФ»), законодательные акты и Генеральные планы Москвы и Санкт-Петербурга); космические снимки Landsat 5,7,8 и данные Global Forest Change; методические рекомендации по ГИС-программам (QGIS, SAGA GIS), оценке экосистемных функций (InVEST), расчету показателей уязвимости экосистем (Fragstats, Conefor, GuidosToolbox).

Научная новизна диссертации. Для ООПТ городов впервые введены понятия экосистемной, социальной, институциональной ценности, определенные на основе способности выполнения экосистемных функций и законодательно установленных природоохранных ограничений и функционального зонирования. Впервые для Москвы и Санкт-Петербурга исследована функциональная структура городских ООПТ. Проведен пространственный анализ и оценочное картографирование экосистемной, институциональной, социальной ценности 6 модельных ООПТ, выявлены участки недостаточных и чрезмерных природоохранных ограничений.

Для ООПТ Москвы и Санкт-Петербурга создана классификация по уязвимости к внешним воздействиям и детальная модель институциональных трансформаций (РА4D-РА4Р), а также проведено картографирование РА4D-РА4Р Москвы и Санкт-Петербурга. Социологическое исследование комфортности проживания с участием жителей Москвы, Московской области, Санкт-Петербурга и Ленинградской области позволило выявить относительный вклад функций в социальную ценность городских ООПТ.

Теоретическая и практическая значимость. Авторская методика определения экосистемной, социальной и институциональной ценности ООПТ в городе имеет важное значение и эффективность для городского планирования и может применяться в других видах геоэкологических оценок. Проведен анализ размещения и динамики ООПТ в зеленой инфраструктуре за период 1990-2020 гг., выявлена динамичность природоохранной политики г. Москвы и относительно низкие темпы образования планируемых ООПТ в обоих городах. Полученные результаты натурных исследований рекреационной дигрессии модельных ООПТ являются исходными данными для анализа динамики природных комплексов.

Разработанная методика внедрена в проект благоустройства заказника «Долгие пруды» (г. Москва). Модель институциональных трансформаций РА4D-РА4Р, результаты

оценки уязвимости и социологического исследования, картографические материалы могут использоваться для анализа и планирования природоохранной стратегии городов.

Результаты исследования автора внедрены в учебный процесс курсов направления «Экология городов» Междисциплинарной научно-образовательной Школы МГУ «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды» и системы дополнительного образования «Водно-зеленая инфраструктура города».

Положения, выносимые на защиту.

1. Городские ООПТ способствуют сохранению зеленой инфраструктуры Москвы и Санкт-Петербурга в условиях снижения ее общей доли с 1990 по 2020 гг. на -4,5% и -6,4% соответственно. Увеличивающаяся уязвимость ООПТ обусловлена их фрагментацией, уменьшением буферных участков зеленой инфраструктуры и сокращением форм, оптимальных для сохранения биоразнообразия. ООПТ Санкт-Петербурга менее уязвимы, чем ООПТ Москвы.
2. Способность выполнять основные экосистемные функции ООПТ, представленные депонированием углерода, смягчением эффекта острова тепла, регулированием качества воздуха и водного режима, сохранением местообитаний, в значительной мере определяется рекреационной дигрессией. ООПТ Москвы, где значительнее выражена реализация социальных функций, в большей степени подвержены рекреационной дигрессии.
3. Институциональная ценность ООПТ определяется строгостью законодательно установленных природоохранных ограничений. Выделено 4 типа институциональных трансформаций ООПТ: 1. уменьшение площади; 2. снижение статуса, составляющее 60,3% от площади всех трансформаций ООПТ Москвы; 3. упразднение; 4. низкие темпы образования ООПТ – единственный тип в Санкт-Петербурге. Модельные ООПТ Санкт-Петербурга обладают стабильной и высокой, по сравнению с Москвой, институциональной ценностью.
4. Экосистемная ценность заказников «Озеро Щучье» и «Новоорловский» в Санкт-Петербурге существенно преобладает над социальной по сравнению с ООПТ Москвы. Ограничения, недостаточные для сохранения природных комплексов, шире представлены на ООПТ Москвы и приурочены преимущественно к поймам долин рек Сетуни, Навершки и Серебрянки.

Степень достоверности, апробация результатов и публикации. По теме диссертации опубликовано 12 работ в рецензируемых научных изданиях, в том числе 4 работы в изданиях, входящих в базы международного цитирования Scopus/WoS. В работах,

опубликованных в соавторстве, основополагающий вклад принадлежит соискателю. По теме исследования автором сделано 19 докладов на международных и всероссийских конференциях.

Личный вклад автора. Разработана методика оценки экосистемных и социальных функций городских ООПТ. Проведены натурные исследования рекреационной дигрессии 6 модельных ООПТ г. Москвы и г. Санкт-Петербурга общей площадью около 4200 га (2019-2021 гг.) и социологическое исследование для выявления вклада экологических факторов в комфортность проживания (2022 г.). Составлены карты экосистемной, институциональной, социальной ценности и интегральных показателей модельных ООПТ и атласы институциональных трансформаций РА4D-РА4P Москвы и Санкт-Петербурга.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 184 страницах, включает 34 таблицы и 50 рисунков и карт. Библиографический список содержит 498 литературных источников. Приложения представлены на 41 страницах.

Благодарности. Автор выражает большую благодарность: научному руководителю – д.б.н., проф. Е.И. Голубевой за постоянную поддержку при проведении исследований, подготовку диссертации и научных статей; д.г.н. А.С. Курбатовой и к.г.н. Д.З. Гридневу за ценные замечания и советы; доценту, к.г.н. Г.А. Исаченко за помощь при организации исследований ООПТ Санкт-Петербурга.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Проблемы функционирования ООПТ в городе

ООПТ – это эффективный способ охраны типичных и уникальных природных и природно-антропогенных комплексов, видового и популяционного биоразнообразия. В городах в основном распространены ООПТ III категории (памятники природы) по IUCN, IV (управляемые природные резерваты), V (охраняемые наземные или морские ландшафты) (Колбовский, 2008; Иванов, Чижова, 2019), в меньшей степени – национальные парки (II). В целях городских ООПТ декларируется сохранение ценных природных и культурных ландшафтов, отдельных видов флоры и фауны, предоставление комфортной среды для отдыха, однако сосуществование этих целей на большинстве городских ООПТ невозможно без конфликтов (Реймерс, Штильмарк, 1978; *Overcoming barriers...*, 2022).

Городские ООПТ представляют особые элементы зеленой инфраструктуры (ЗИ) – системы естественных ландшафтов и общественных зеленых зон (Little, 1995),

выполняющей разнообразные экосистемные функции и услуги. Под экосистемными услугами понимают функции, непосредственно влияющие на качество жизни человека (Constanza et al., 1997; Kremen, 2005). Иногда эти понятия используют как близкие (Mace, Bateman, 2011). Возможно проведение оценки как функций, так и услуг, в последнем случае – обычно в количественном стоимостном выражении (Тишков, 2005). Экосистемные услуги можно разделить на 4 группы (Ecosystems and..., 2005):

- поддерживающие (участие в биогеохимических циклах, производство первичной продукции, опыление и пр.);
- регулирующие (климат, качество воздуха и воды, водный режим, шумовое воздействие и пр.);
- обеспечивающие (сельскохозяйственная продукция, питьевая вода, дары леса и пр.);
- культурные (рекреационные, научно-учебные, сохранение историко-культурного наследия, сакрально-религиозные и пр.).

Распространены и несколько отличающиеся классификации: ТЕЕВ – The Economics of Ecosystems and Biodiversity (Gowdy et al., 2010) и CICES (The Common International Classification of Ecosystem Services), в которой поддерживающие услуги объединены с регулируемыми (Haines-Young, Potschin, 2018). Экосистемные функции обычно не отделяются от социальных – непосредственно влияющих на развитие общественной жизни и повышение комфортности среды.

Оценка и картографирование экосистемных функций чаще всего проводятся на более мелком масштабе, чем большинство городских ООПТ. Наиболее популярным программным обеспечением является Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs – InVEST (Delpy et al., 2021). Оценка экосистемных функций актуальна в том числе в масштабе **патчей** – участков зеленой инфраструктуры, отделенных от других участками серой инфраструктуры (Forman, Godron, 1981; MacGarigal, Marks, 1995) – **экосистемными барьерами** (MacRae et al., 2012). При анализе голубой инфраструктуры (совокупности естественных и искусственных водных объектов) особое внимание уделяется контролю уровня грунтовых вод и регулированию ливневого стока (Gledhill, James, 2008; Barton et al., 2015; Lowe et al., 2021).

Картографирование экосистемных функций городов широко распространено в Европе (Muller, Burkhard, 2010; Larondelle, 2014; Kabish et al., 2014; MAES, 2016; Haase, Wolff, 2022 и др.). В России стоимостные оценки экосистемных функций известны с начала 2000-

х гг. (Бобылев и др., 2001; Экономика сохранения..., 2002). Наиболее полно методика оценки экосистемных услуг разработана в составе проекта TEEB-Russia, в том числе в 3 томе, посвященном городам России (2021).

К концепции ЗИ близки концепции экологического (или природного, природно-экологического, природоохранного) каркаса (ЭК), «экологических сетей» (Jongman et al., 2004) и «зеленых путей» (Mason et al., 2007). Существуют две характерные черты каркасов: особый режим природопользования с ограничениями человеческой деятельности и связность элементов каркаса (Тишков, 1995, Соболев, 1999, Иванов, 2001 и др.). В ЭК выделяются крупноареальные базовые элементы (ядра), линейные элементы (коридоры), точечные локальные элементы (узлы), буферные зоны, территории рекультивации и экореабилитации (Колбовский, 2006, 2008).

Природные территории – один из значимых факторов комфортности городской среды. Для многих жителей города важны доступность и качество зеленой инфраструктуры для рекреации, наряду с транспортной и инфраструктурной доступностью (Долгачева, 2006; McGinnis, Ostrom, 2014; Ивашкина, Кочуров, 2018; Крюков, Голубева, 2020). С другой стороны, природоохранные ограничения ООПТ снижают возможности их благоустройства.

Важнейшим компонентом антропогенной трансформации городских ООПТ является рекреационная дигрессия – «стадийная деградация его структуры, ведущая к утрате экологического и ресурсного потенциала...» (Чижова, 2011, с. 10)). В.П. Чижовой (1977), Н.С. Казанской (1977), Л.П. Рысиным (2006), Т.Е. Исаченко, Г.А. Исаченко (2017) и др. разработаны различные оценочные 4–5-стадийные шкалы, предлагающие схожий набор критериев. В зарубежной практике обычно анализируются пределы допустимых изменений природных комплексов (Stankey et al., 1985; Cole, 1989).

Ландшафтный подход к организации и зонированию ООПТ является оптимальным (Черных, 2008; Самсонова, 2013), однако в городе необходимо также учитывать характер природопользования, рекреационную нагрузку, благоустройство, пешеходную доступность, наличие различных землепользователей и т.д. (Бузмаков, Гатина, 2009; Резников, 2014).

Для городских ООПТ характерно: организация преимущественно малых форм ООПТ с мягкими ограничениями (Колбовский, 2008; Парамонова, 2019); отсутствие установленного функционального зонирования на большинстве ООПТ (Trzyna et al., 2014;

ООПТ России, 2022); слабый охват субквальных природных комплексов, в т.ч. морских экосистем (Ковалев и др., 2013; Trzyna et al., 2014; Резников, 2014); распространение негативных трансформаций, устанавливаемых законодательными документами – PADD (Mascia, Pailler, 2011) и приводящих к снижению способности выполнять экосистемные функции (Golden Kroner et al., 2016).

Таким образом, специфика ООПТ в городе связана с выполнением экосистемных, поддерживающих природные и природно-антропогенные комплексы, и социальных функций одновременно на ограниченном пространстве.

Глава 2. Объекты исследования

ООПТ рассматриваемых городов различаются по своему положению в системе территориального планирования. В Москве выделяются 7 категорий ООПТ, большую часть площади которых занимают природно-исторические парки (рис. 1). В Санкт-Петербурге образованы 9 государственных природных заказников (ГПЗ) (91,8% от общей площади ООПТ) и 7 памятников природы (ПП). 74 ООПТ Москвы (за исключением внутренних памятников природы) занимают 17,8 % от площади города (в Санкт-Петербурге — 4,5%). На ООПТ Москвы зоны с мягкими природоохранными ограничениями преобладают над «ядрами» – зонами строгих ограничений (заповедные участки, зоны особо охраняемого ландшафта, учебно-экскурсионные зоны), а ООПТ Санкт-Петербурга не зонируются.

На ООПТ обоих городов широко распространены усадебно-парковые пространства, любая деятельность на которых может быть источником конфликта между охраной природы и культурного наследия (Исаченко, Исаченко, 2020). Существует и трансрегиональная проблема управления – слабая связность сети городских ООПТ и прилегающих пространств Московской и Ленинградской областей.

В качестве модельных выбраны 6 ООПТ общей площадью 4196,5 га: ПИП «Измайлово», ПЗ «Долина реки Сетуни», ЛЗ «Теплый Стан» (Москва); ГПЗ «Озеро Щучье», ГПЗ «Южное побережье Невской губы» (кластер «Собственная дача») и ПП «Парк Сергиевка», ГПЗ «Новоорловский» (Санкт-Петербург). Модельные ООПТ отличаются площадью, физико-географическими особенностями, степенью и характером трансформаций, положением в планировочной структуре города и природоохранными ограничениями.

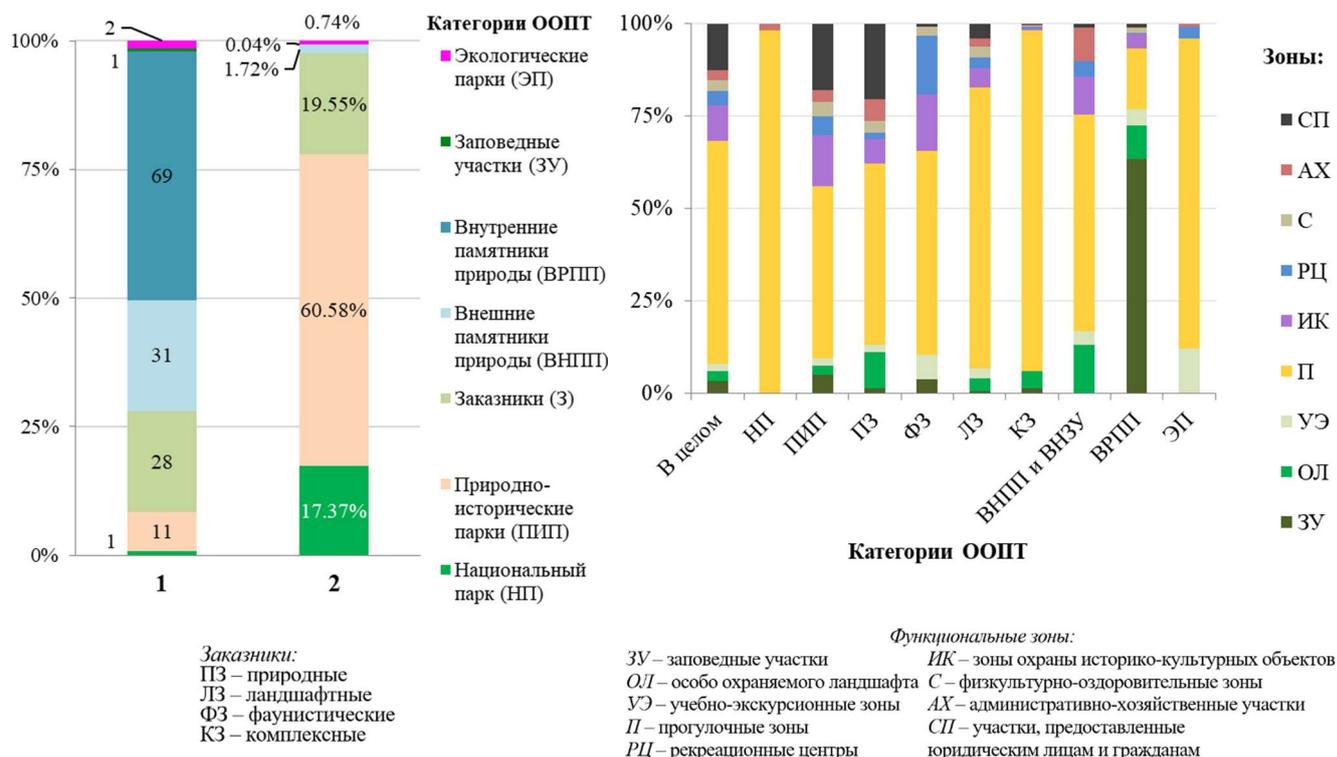


Рис. 1. Категории и функциональное зонирование ООПТ Москвы (кроме ботанических садов). Слева: доли от общего количества (1) и общей площади (2).

Справа: распределение зон в общей площади ООПТ Москвы и по категориям (ИСОГД Москвы; Вестник Мэра)

Глава 3. Методика исследования

Городские ООПТ в настоящем исследовании рассматриваются как целостные комплексы взаимосвязанных и взаимодействующих элементов (Odum, 1994; Блауберг и др., 2010), а для оценки их функций используется авторский понятийный аппарат.

Экосистемная ценность ООПТ (Е) – это способность выполнения природными и природно-антропогенными комплексами основных экосистемных функций, в значительной степени определяемая рекреационной дигрессией.

Социальная ценность ООПТ (S) – это способность выполнять функции, связанные с развитием общественной жизни и повышением комфортности проживания: научная, учебно-просветительская, рекреационная, историко-культурная, спортивно-оздоровительная, транспортная и пр.

Институциональная ценность ООПТ (I) – это степень строгости законодательно установленных природоохранных ограничений. Степень соответствия экосистемной и институциональной ценности определяется процессом планирования ООПТ – в какой мере

при разработке природоохранных ограничений была учтена структурно-функциональная организация природных комплексов.

Оценка пространственного размещения зеленой инфраструктуры, а также ООПТ проводилась путем обработки космических снимков Landsat 5,7,8 за период 1990-2020 гг. с расчетом нормализованного относительного вегетационного индекса (NDVI) (Tarpley et al., 1984) и данных Global Forest Change (Hansen et al., 2013) в средах QGIS и SAGA GIS.

Для оценки уязвимости ООПТ и зеленой инфраструктуры к внешним воздействиям использовались 5 количественных показателей, рассчитанных с применением QGIS, Fragstats, Conefor, GuidosToolbox:

- E – эффективный для миграции фауны размер ячейки (MacGarigal, Marks, 1995; Jaeger, 2000);
- O – оптимальность формы патча для сохранения биоразнообразия (близость к кругу) (Иванов, Чижова, 2019);
- F – фрагментация ООПТ на отдельные патчи участками серой инфраструктуры (Jaeger, 2000; Soille, Vogt, 2009);
- S – связность патчей, определяемая возможностью передвижения между ними (Saura, Torne, 2009);
- B – буферность, определяемая соседством с зелеными зонами, частично нивелирующими рекреационную нагрузку на ООПТ (Bhardwaj, Kumar, 2018).

Определение и оценка экосистемных и социальных функций проводились в несколько этапов (рис. 2).

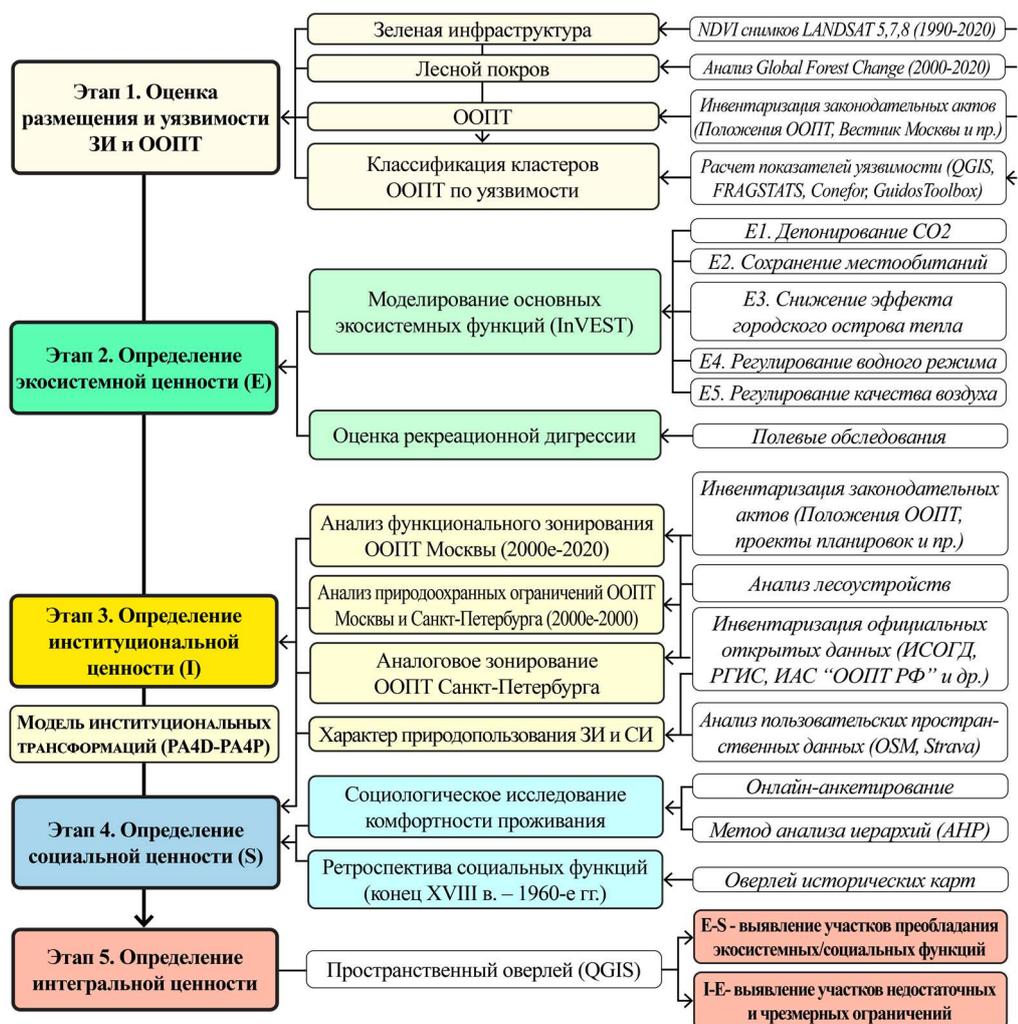


Рис. 2. Последовательная схема методики оценки экосистемных и социальных функций ООПТ Москвы и Санкт-Петербурга

Методика определения экосистемной ценности (E). Показатель E модельных ООПТ определялся в следующем порядке (рис. 2):

- выявление геоморфологической структуры, структуры растительного и почвенного покрова;
- оценка рекреационной дигрессии (**RD**) растительных сообществ в ходе натурных исследований по комбинированной методике Н.С. Казанской и др. (1977), Т.Е. Исаченко и Г.А. Исаченко (2017) с определением 5 стадий по показателям вытоптанности, выраженности подроста, наличия рудеральных видов в травянистом покрове, кострищ и микросвалок. Точки описаний (303 шт.) выбирались с учетом изменения ландшафтных особенностей, а также в зонах-«ядрах».
- сравнительное моделирование основных экосистемных функций в среде InVEST на основе тематических данных (таблица 1) и попарного сравнения значимости функций в

рамках метода анализа иерархий (analytic hierarchy process) – АНР (Saaty, 2001; Xiong et al., 2007; Крюков, Голубева, 2020).

- интегральная оценка экосистемной ценности ООПТ (Е) с оверлеем результатов предыдущих этапов по балльной шкале от 0 до +20 и картографированием в QGIS.

Таблица 1. Основные входные данные, используемые для пространственного моделирования экосистемных функций

Экосистемные функции	Основные входные данные (при наличии сведений)	Источники данных
Общие данные	характер поверхности (зеленая, голубая, серая инфраструктура) возраст древостоя, сомкнутость лесного полога	материалы лесоустройств ООПТ Москвы (2012), атлас ООПТ Санкт-Петербурга (2016), Global Forest Change (2020), Open Street Map (OSM)
Е1. Депопирование углерода	среднее содержание CO ₂ в наземной и подземной биомассе, конверсионные коэффициенты запаса насаждений в CO ₂	научные работы по углеродным пулам (Кудеяров и др., 2007; Алферов и др., 2017)
Е2. Сохранение местообитаний	встречаемость редких видов в разных природных комплексах	Красные книги Москвы (2019) и Санкт-Петербурга (2018)
	угрозы биоразнообразию и их относительный вес, расстояние воздействия угроз	результаты натуральных обследований, OSM
	степень уязвимости биотопов	ранее проведенные оценки модельных территорий в схожих природных условиях и городах (Polasky et al., 2011; Jancovic, 2017; Hamel et al., 2021 и др.)
Е3. Снижение эффекта городского острова тепла	температура земной поверхности на ООПТ и прилегающей территории	снимки Landsat 8 2016-2020, обработанные в модуле QGIS Land Surface Temperature
	плотность и высотность прилегающей застройки	OSM, 2GIS
Е4. Регулирование водного режима	цифровые модели рельефа	результаты анализа геоморфологической структуры на основе топографической съемки Москвы М 1:2000 (2000-е гг.) и Атласа ООПТ Санкт-Петербурга М 1:7 500 – М 1:20 000 (2016)
	коэффициенты фильтрации почв	научные работы (Добровольский и др., 1997; Сухачева, 2020)
	количество осадков	научно-прикладной справочник «Климат России» (Разуваев и др., 2021)
Е5. Регулирование качества воздуха	способность пород к фильтрации загрязняющих веществ	научные работы (Nowak et al., 2018)
	среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ (NO _x , CO, SO ₂ , PM10/PM2.5, O ₃)	сведения с прилегающих станций мониторинга воздушной среды (Доклады о состоянии окружающей среды, 2016-2020)

Методика определения институциональной ценности (I). Определение институциональных трансформаций ООПТ проводилось на основе открытых пространственных данных законодательных актов Москвы и Санкт-Петербурга, ИСОГД Москвы, Генерального плана (2005) и РГИС Санкт-Петербурга, ИАС «ООПТ РФ».

Показатель **I** модельных ООПТ оценивался по балльной шкале от 0 до +20 на расчетных участках, выделявшихся при пересечении слоев функциональных зон и объектов капитального строительства с учетом характера ограничений. Динамический показатель **I**₂₀₂₀₋₂₀₀₀ московских ООПТ определялся в ходе взвешенного оверлея в QGIS на основе функционального зонирования проектов планировок (2000-е гг.), материалов лесоустройств (2012 г.) и Положений об ООПТ (2020 г.). Для ООПТ Санкт-Петербурга, где отсутствует функциональное зонирование, проводилось аналогичное зонирование по выявленным для ООПТ Москвы факторам.

Методика определения социальной ценности (S). Для выявления веса каждой социальной функции в показателе S в январе-феврале 2022 г. было проведено социологическое исследование в форме письменного индивидуального массового онлайн-анкетирования в Google Forms, в ходе которого респонденты ($N = 352$) оценили 23 фактора по 5-балльной шкале важности Лайкерта (Pontin et al., 2013) для комфортной городской среды.

Методика оценки показателя S модельных ООПТ схожа с методикой оценки I – используются те же расчетные участки. Для определения веса каждой функции в S использовались результаты социологического исследования, обработанные с помощью метода АНР (таблица 2). Основная роль принадлежит транспортной функции, масштабной активной рекреации и коммунальной функции (таблица 3).

Таблица 2. Матрица попарного сравнения функций, оказывающих воздействие на комфортность проживания, методом анализа иерархий (АНР)

ФУНКЦИИ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	W	Wn, %	Ранг
1. N (научная)	1	1/2	1/4	1/5	1/3	1/2	1/7	1/6	4	0,419	3,3	8
2. U (учебно-просветительская)	2	1	1/2	1/3	2	2	1/4	1/4	5	0,907	7,1	5
3. R1 (ограниченная прогулочная рекреация)	4	2	1	1/3	3	4	1/4	1	6	1,538	12,0	4
4. R2 (масштабная активно-развлекательная рекреация)	5	3	3	1	4	5	1/2	1	7	2,447	19,0	2
5. ИК (историко-культурная)	3	1/2	1/3	1/4	1	2	1/6	1/4	6	0,735	5,7	6
6. SO (спортивно-оздоровительная)	2	1/2	1/4	1/5	1/2	1	1/6	1/5	5	0,544	4,2	7
7. Т (транспортная)	7	4	4	2	6	6	1	2	9	3,746	29,1	1
8. К (коммунальная)	6	4	1	1	4	5	1/2	1	8	2,316	18,0	3
9. SR (сакрально-религиозная)	1/4	1/5	1/6	1/7	1/6	1/5	1/9	1/8	1	0,202	1,6	9

Таблица 3. Фрагмент матрицы оцениваемых социальных функций (согласно таблице 2) модельных ООПТ для расчетных участков.

Капитальные объекты: 1* – отсутствуют, 2** – присутствуют, 3*** – планируются

Функции	N			U			R1			R2			ИК			SO			Т			К			SR		
Вес функции в социальной ценности S	0.03			0.07			0.12			0.19			0.06			0.04			0.29			0.18			0.02		
Капитальные объекты	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ЗУ	20	нет	нет	13	нет	нет	0	нет	нет	0	нет	нет	0-5	нет	нет	0	нет	нет	0	нет	нет	0	нет	нет	0	нет	нет
ОЛ	16	нет	нет	16	нет	нет	5	нет	нет	0	нет	нет	0-5	нет	нет	0	нет	нет	2	нет	нет	0	нет	нет	0	нет	нет
УЭ	13	нет	нет	20	нет	нет	11	нет	нет	0	нет	нет	0-5	нет	нет	4	нет	нет	4	нет	нет	4	нет	нет	0	нет	нет
П ¹	8	нет	нет	14	нет	нет	13	нет	нет	0	нет	нет	0-7	нет	нет	7	нет	нет	5	нет	нет	5	нет	нет	0	нет	нет
П ²	8	5	нет	14	14	нет	13	9	нет	0	3	нет	0-7	0-4	нет	7	7	нет	5	5	нет	5	20	нет	0	0	нет
П ³	6	4	4	13	14	14	13	9	9	4	7	7	0-7	0-4	0-2	7	7	7	5	5	5	5	20	20	0	0	0
П ⁴	4	3	3	7	9	9	20	20	20	14	16	16	0-7	0-4	0-2	10	10	10	8	8/20	8/20	8	12/20	12/20	0	0	0
ИК ¹	15	10	3	10	3	0	12	9	9	6	9	9	13-20	8-17	5	7	7	7	10	10/20	10/20	8	12/20	12/20	0	0	0
ИК ²	10	17	3	15	15	0	17	17	17	14	16	16	15-20	15-20	10-15	6	6	6	10	10/20	10/20	8	12/20	12/20	0	0	0
ИК ³	20	20	нет	20	20	нет	15	15	нет	5	15	нет	12-18	12-20	нет	6	6	нет	10	10/20	нет	8	12/20	нет	0	0	нет

S рассчитывается следующим образом:

$$S = N \cdot w_n + U \cdot w_u + R1 \cdot w_{r1} + R2 \cdot w_{r2} + ИК \cdot w_{ик} + SO \cdot w_{so} + Т \cdot w_t + К \cdot w_k + SR \cdot w_{sr},$$

где N, U, R1, R2, IK, SO, T, K, SR – ценность функций по балльной шкале от 0 до +20, а w... – их вес.

Проблема усредненности интегральной оценки разрешена через механизм, обратный подходу лимитирующих факторов (Тикунов, 1997; Su, 2011) или принципу наименьшего балла (Арманд, 1975) – некоторые максимумы функций, несмотря на минимальные значения S по другим функциям, могут иметь высокую ценность (например, монофункциональные спортивные объекты).

Глава 4. Оценка экосистемных и социальных функций городских ООПТ

Оценка размещения и уязвимости ЗИ и ООПТ. Выявлена тенденция уменьшения доли площади зеленой инфраструктуры в период 1990-2020 гг. в обоих городах (рис. 3), прежде всего, в 1990-е гг. В Санкт-Петербурге эта тенденция более значительна и стабильна (-6,4% от площади города по сравнению с -4,5% в Москве). Максимальное снижение характерно для центральных районов, однако эта тенденция наблюдается и за пределами густонаселенных районов (бывший лесопарковый защитный пояс Москвы и зона интенсивной урбанизации Санкт-Петербурга), прежде всего, за счет сокращения лугов и бывших сельскохозяйственных угодий в ходе расширения застройки. В то же время, динамика лесного покрова близка к нулю. На ООПТ рассматриваемых городов динамика как доли ЗИ, так и лесного покрова практически не выражена.

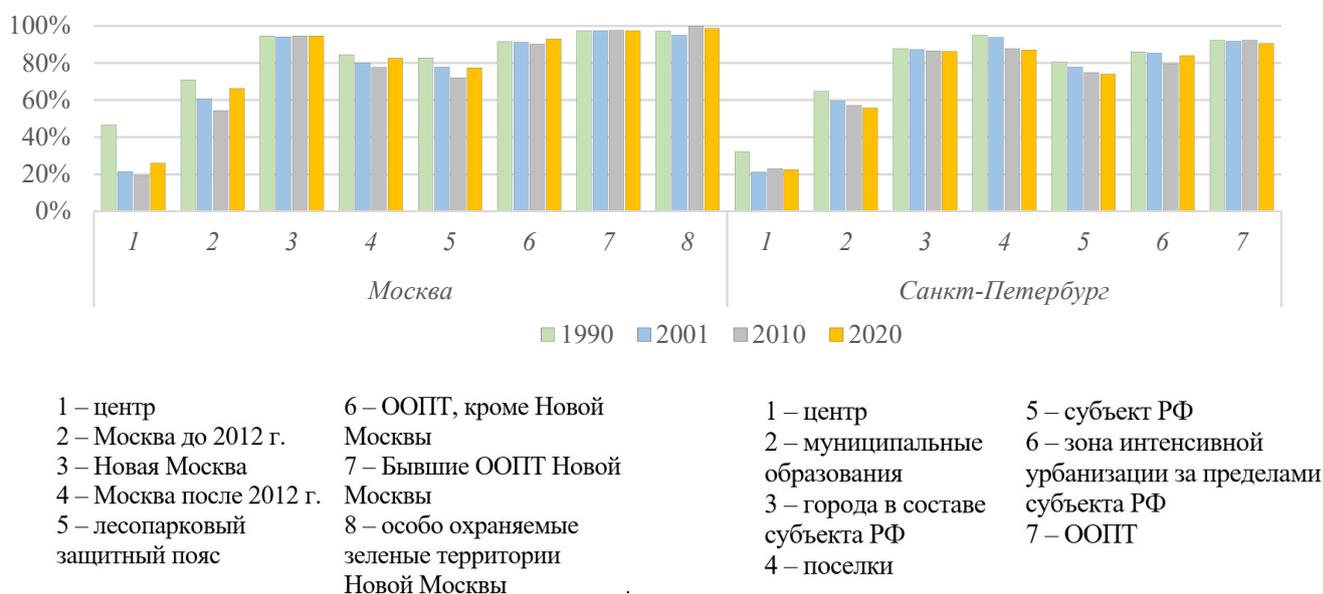


Рис. 3. Динамика доли ЗИ в 1990-2020 гг.

Согласно предлагаемой классификации (по Елизарову, 1998; Кулешовой, 1999; Колбовскому, 2008), более 70% площади кластеров ООПТ Москвы относятся к чрезвычайно уязвимым: фрагментированные экосистемные коридоры речных долин, ядро междуречья Москва-реки и р. Сетуни (с долиной Москва-реки на северо-востоке города), Лосиный

остров и др. (рис. 4). Тенденция увеличения уязвимости зеленой инфраструктуры и ООПТ, характерная для 1990-х и 2000-х гг., в настоящее время выражена в меньшей степени.

Конфигурации ООПТ Санкт-Петербурга отличаются значительно меньшей уязвимостью, чем ООПТ Москвы, за счет слабой фрагментации, меньшей удаленности патчей друг от друга, близости формы патчей к оптимальной и широкого распространения буферных зеленых зон. Среди модельных ООПТ наименее уязвимы ПИП «Измайлово» и заказник «Озеро Щучье», а ПЗ «Долина реки Сетуни» уязвим в наибольшей степени.

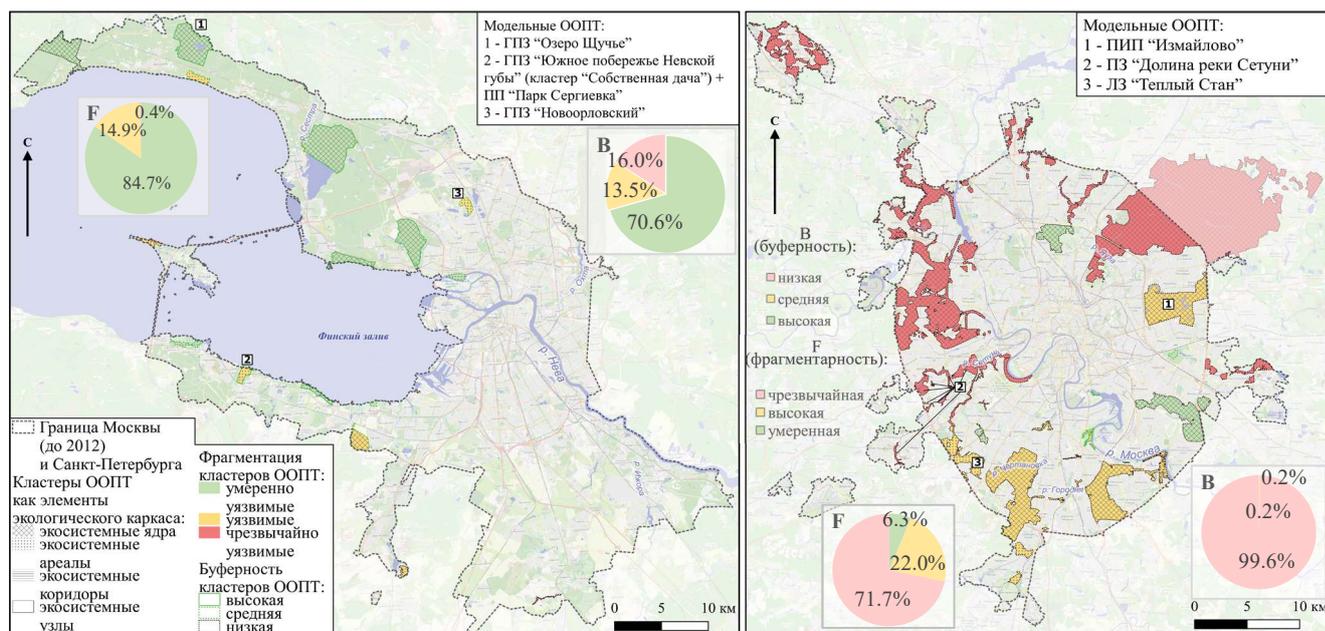


Рис. 4. Уязвимость кластеров ООПТ Санкт-Петербурга (слева) и Москвы (справа)

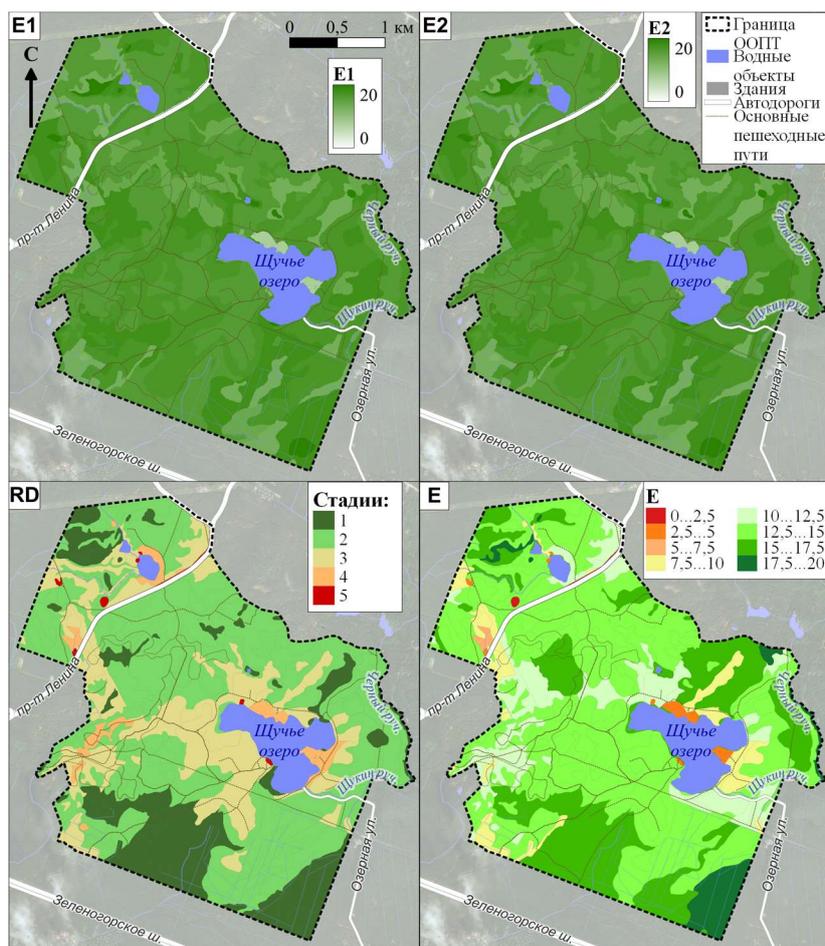
Экосистемная ценность (Е). Между модельными ООПТ выявлены значительные пространственные различия в выполнении экосистемных функций (рис. 5). Наибольший эффект на регулирование качества воздуха (E_5) и смягчение острова тепла (E_3) оказывают крупные экосистемные ядра, однако в Санкт-Петербурге ценность этих функций снижена в связи с относительной удаленностью ООПТ от жилой застройки. E_1 наиболее значима в ПИП «Измайлово» и заказнике «Теплый Стан», где распространены широко- и мелколиственные молодые и средневозрастные леса. ООПТ Санкт-Петербурга в значительно большей степени сохраняют местообитания (E_2), чему способствует меньшая уязвимость и меньший набор угроз для биоразнообразия, и в большей степени регулируют водный режим (E_4) в связи с большим распространением сосновых и сосново-еловых лесов на песчаных и супесчаных почвах и меньшим распространением лугов.

ООПТ Москвы (доля природных комплексов с 1 стадией составляет $<1\%$) значительно затронуты рекреационной дигрессией, в особенности прибрежные зоны прудов, зарастающие луга на месте бывших сельскохозяйственных угодий, лиственные леса у основных входов, а также малые патчи ООПТ (верхнее течение р. Сетуни и долина р. Навершки).

Модельные ООПТ Санкт-Петербурга характеризуются меньшей долей 3-5 стадий, в особенности заказник «Озеро Щучье» (всего 28% площади).

Наибольшие значения **E** имеют заказник «Озеро Щучье» (рис. 5) и ПИП «Измайлово», наименьшие – заказник «Долина р. Сетуни» и парк Сергиевка с Собственной дачей. Максимальными значениями **E** обладают:

- малонарушенные прирусловые участки: черноольшаники в пойме р. Серебрянки в Измайлово, некоторые мелколиственные леса в пойме р. Сетуни и р. Очаковки, нижнем течении р. Кристательки (Сергиевка), ельники в пойме Черного ручья (заказник «Озеро Щучье»), мелколиственные леса в поймах каналов (заказник «Новоорловский»);
- удаленные от троп лесные фитоценозы: ельники, сосново-еловые леса на склонах и в понижениях заказника «Озеро Щучье», липняки и дубняки в Измайлово, лиственные леса (береза, дуб, липа) в Теплом Стане, смешанные леса (сосна, береза) в среднем течении р. Сетуни;
- болота всех видов питания в заказнике «Озеро Щучье» и низинные на Собственной даче.



Показатели ООПТ	Экосистемные функции*					RD *	E*
	E1	E2	E3	E4	E5		
ПИП «Измайлово»	16,0	14,6	16,7	13,8	15,9	9,1	12,8
ПЗ «Долина реки Сетуни»	10,3	4,1	3,9	12,1	10,1	7,1	8,0
ЛЗ «Теплый Стан»	15,7	10,8	12,9	14,9	12,9	8,8	10,8
Модельные ООПТ Москвы	14,5	11,3	12,8	13,5	14,0	8,8	11,3
ГПЗ «Озеро Щучье»	14,1	17,7	12,1	16,2	14,1	14,3	14,4
ГПЗ «Южное побережье Невской губы» (кластер «Собственная дача» + ПЗ «Парк Сергиевка»)	13,6	7,2	10,3	13,2	8,5	9,9	10,3
ГПЗ «Новоорловский»	12,0	11,6	10,9	14,8	14,2	11,2	11,7
Модельные ООПТ Санкт-Петербурга	13,8	15,2	11,7	15,6	13,2	13,5	13,5

* – средневзвешенные по площади показатели

Рис. 5. Слева: экосистемная ценность **E** и ее компоненты в ГПЗ «Озеро Щучье».

Справа: значения компонентов **E** на модельных ООПТ

Институциональная ценность (I). В рамках концепции PADD (PA4D – уменьшение, упразднение, снижение статуса, низкие темпы образования новых ООПТ) и позитивных (PA4P) трансформаций городских ООПТ. В обоих городах значительно преобладают негативные трансформации. Выявлено 4 типа, 8 подтипов и 15 уровней PA4D. Основной вклад вносят подтип 1.2 (уменьшение «ядер» и смягчение ограничений функциональных зон) и тип 4 – низкие темпы образования запланированных ООПТ. В Санкт-Петербурге выражен практически только тип 4 (рис. 6).

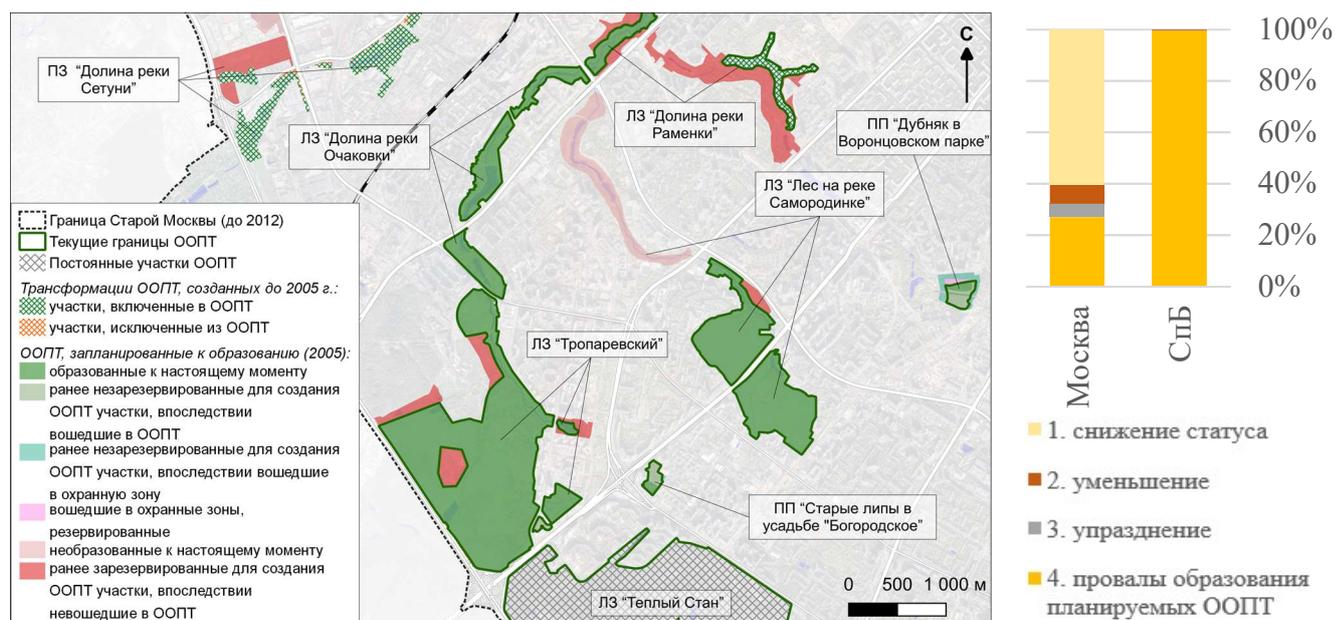


Рис. 6. Слева: фрагмент схемы институциональных трансформаций PA4D-PA4P в Москве.

Справа: структура площадей, подвергшихся PA4D

Динамика показателя I ООПТ Москвы в целом отрицательная, что проявляется в уменьшении «ядер». Среди модельных ООПТ наибольшее снижение выявлено в ПЗ «Долина реки Сетуни» ($I_{2020} - I_{2000e} = -4,5$ по шкале от -20 до +20) (рис. 7). В национальном парке «Лосинный остров» тенденция к снижению I проявляется примерно в одинаковой степени на территории Москвы и Московской области. Институциональная ценность интенсивнее снижается не в буферной части парка (1000 м от границы), а в центральной (Крюков, Голубева, 2022).

Значения показателя I ООПТ Санкт-Петербурга в целом выше, чем в Москве, а максимальное значение (14,8) имеет ГПЗ «Озеро Щучье».

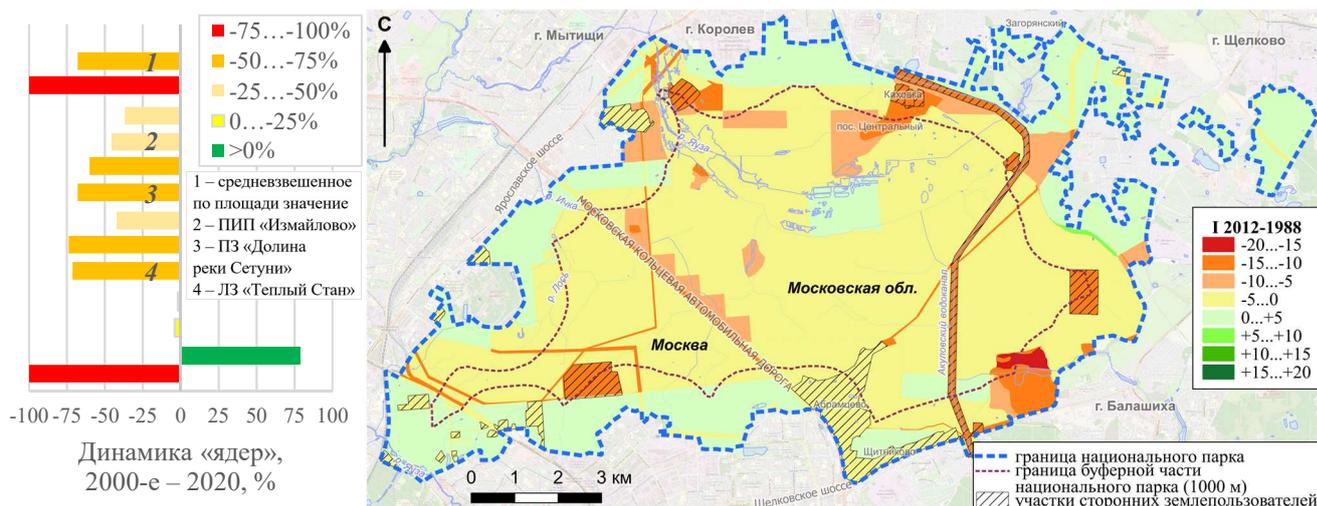


Рис. 7. Слева: динамика «ядер» крупных ООПТ Москвы.

Справа: показатель $I_{2012-1988}$ национального парка «Лосиный остров»

Социальная ценность (S). Роль экологических факторов в комфортности проживания относительно невысока по сравнению с социальными (рис. 8). Благоустройство парков и общественных пространств (№№7-8) считаются наиболее значимыми, в особенности жителями Санкт-Петербурга, а загрязнение окружающей среды (№13) – жителями Москвы. Расширение ООПТ (№14) и контроль за природоохранными нарушениями (№15) важны в меньшей степени и не имеют выраженных отличий в разных группах респондентов. Зависимость важности экологических факторов комфортной среды от демографических характеристик респондента статистически незначительна (p нулевой гипотезы по тесту U Манна-Уитни = 0,146-0,395, т.е. $> 0,05$), однако зависимость от города проживания выражена в существенной степени для 5 из 7 факторов ($p = 0,001-0,048$).



Рис. 8. Средняя значимость факторов комфортности проживания (экологические факторы выделены зеленым, экономические – оранжевым, социальные – голубым)

Модельные ООПТ Санкт-Петербурга обладали меньшим разнообразием социальных функций (за исключением южного побережья Невской губы), что предопределило менее выраженную и более локальную, чем в Москве, трансформацию этих природных комплексов в прошлом.

Социальные функции модельных ООПТ значительно дифференцированы в пространстве (рис. 9). Наибольшие средневзвешенные значения **S** имеют заказник «Долина реки Сетуни» (12,2) и ПИП «Измайлово» (11,7). Наиболее значима функция ограниченной рекреации (**R1**), в особенности в Санкт-Петербурге. В Москве происходит активное смещение в сторону масштабной активно-развлекательной рекреации (**R2**) и распространение спортивно-оздоровительной функции. Транспортная и коммунальная функции выражены на всех модельных ООПТ, в особенности в Измайлово и в долине р. Сетуни. Сакрально-религиозная функция характерна прежде всего для долины р. Сетуни, а также Измайлово, Теплого Стана, Сергиевки.

Таким образом, социальные функции ООПТ Москвы выражены шире и более разнообразны по сравнению с Санкт-Петербургом в прошлом и настоящем.

Показатели ООПТ	I	E	S	I-E	E-S
ПИП «Измайлово»	11,0	12,8	11,7	-1,8	1,1
ПЗ «Долина реки Сетуни»	6,4	8,0	12,2	-1,6	-4,2
ЛЗ «Теплый Стан»	9,5	10,8	9,1	-1,3	1,7
Модельные ООПТ Москвы	9,6	11,3	11,5	-1,7	-0,2
ГПЗ «Озеро Щучье»	14,8	14,4	6,0	0,4	8,4
ГПЗ «Южное побережье Невской губы» (кластер «Собственная дача») + ПП «Парк Сергиевка»	9,6	10,3	10,7	-0,7	-0,4
ГПЗ «Новоорловский»	11,4	11,7	8,5	-0,3	3,2
Модельные ООПТ Санкт-Петербурга	13,6	13,5	7,0	0,1	6,5

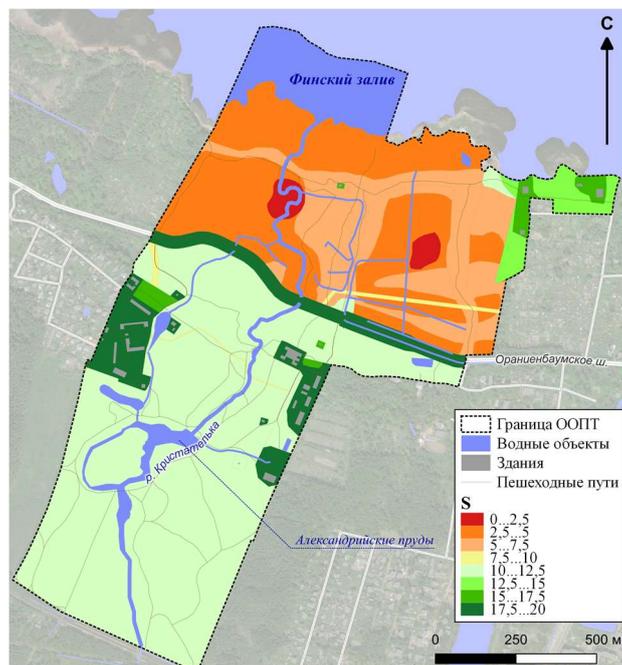


Рис. 9. Слева: средневзвешенные по площади показатели **I**, **E**, **S**, **I-E**, **E-S** модельных ООПТ. Справа: социальная ценность **S** заказника «Южное побережье Невской губы» (участок «Собственная дача») и ПП «Парк Сергиевка»

Интегральная оценка включает вычисление двух разностных показателей **I-E** (рис. 10) и **E-S**. Участки с отрицательными значениями разности институциональной и экологической ценности **I-E** – это результат мягких природоохранных ограничений,

недостаточных для выполнения экосистемных функций на высоком уровне. Участки с положительными значениями – это результат *чрезмерных* природоохранных ограничений на относительно трансформированных участках.

К участкам недостаточных ограничений (преимущественно на прогулочных зонах) относятся: пойменные участки р. Сетуни и р. Очаковки; прибрежные пространства прудов в Измайлово, Мосфильмовского пруда (долина р. Сетуни); некоторые удаленные от пешеходной сети лиственные или смешанные леса ПИП «Измайлово» (липняки, дубняки) преимущественно со 2 стадией дигрессии; многие охранные зоны инженерных коммуникаций, занятые рудеральными лугами.

Участки чрезмерных ограничений, игнорирующие сложившееся природопользование, распространены в гораздо меньшей степени, например, на некоторых памятниках природы в пределах модельных ООПТ (Кукринский родник в заказнике «Теплый Стан» или долина р. Серебрянки у устья Красного ручья в ПИП «Измайлово» с 3-4 стадиями дигрессии).

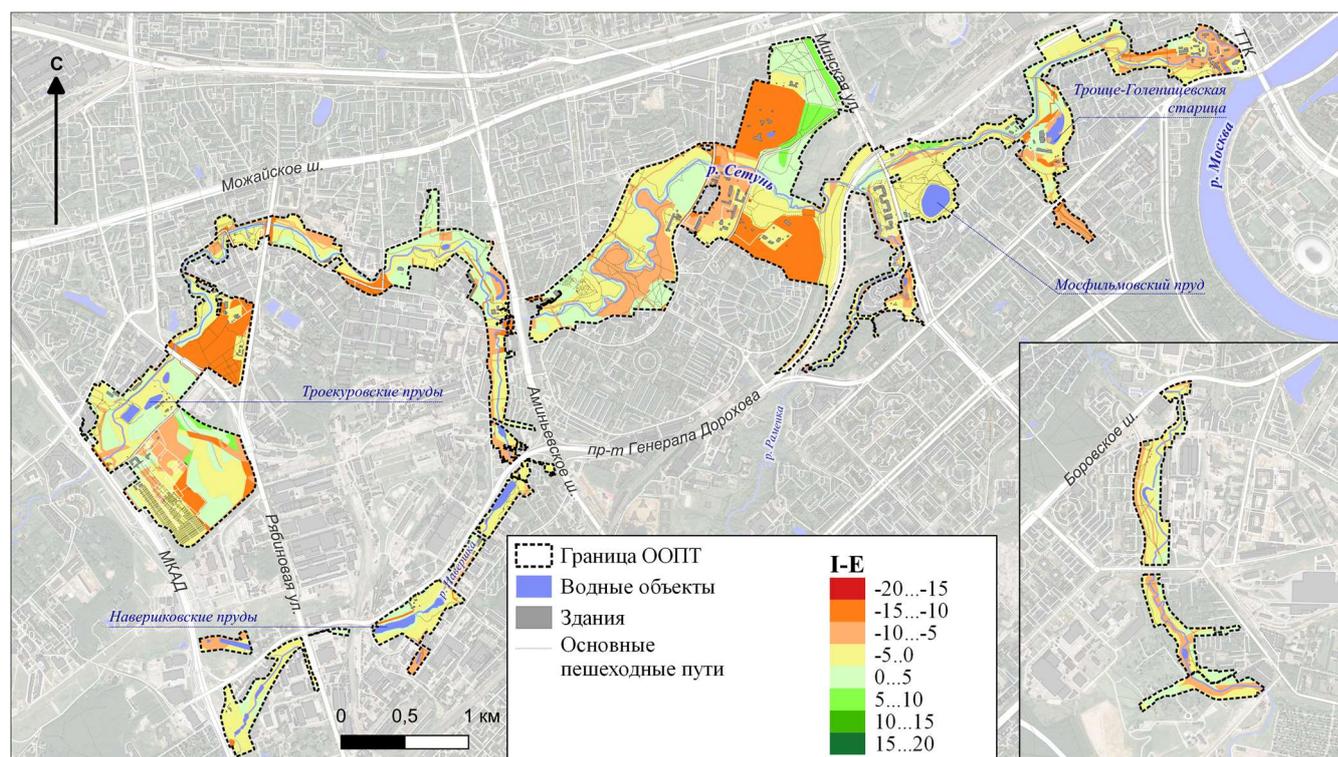


Рис. 10. Разность институциональной и экосистемной ценности (I-E) заказника «Долина р. Сетуни»

Заказник «Озеро Щучье» – единственное экосистемное ядро, для которого социальные функции второстепенны. Этому способствуют благоприятные показатели уязвимости, низкая степень рекреационной дигрессии, мероприятия по упорядочиванию рекреационной

нагрузки. ПИП «Измайлово», в целом умеренно подверженный рекреации, выполняет многообразные социальные функции, а долина р. Сетуни характеризуется максимально выраженным преобладанием S над E. Подобная ситуация характерна и для многих субквальных участков, прежде всего в Москве, что значительно снижает способности ООПТ к регулированию водного режима. Парк «Сергиевка» и «Собственная дача» имеют полярную функциональную структуру – преобладание социальных функций в южной части и экосистемных в северной.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. ООПТ являются наиболее ценными элементами зеленой инфраструктуры городов. Тенденция снижения доли площади ЗИ в 1990-2020 гг. фиксируется в обоих городах (-4,5% в Москве и -6,4% в Санкт-Петербурге) и в большей степени характерна для 1990-х гг. Эта тенденция выражена в центральных частях, за пределами густонаселенных районов в зонах интенсивной урбанизации бывшего лесопаркового защитного пояса Москвы и сельскохозяйственных угодий в окрестностях Санкт-Петербурга. На ООПТ обоих городов динамика доли зеленой инфраструктуры в целом и лесного покрова в частности выражена слабо.

Уязвимость зеленой инфраструктуры в целом и ООПТ обоих городов увеличивалась в период 1990-2020 гг. за счет фрагментации, уменьшения среднего размера эффективных для миграций фауны патчей и снижения оптимальности их форм, сокращения буферных зеленых зон. ООПТ Москвы в настоящее время значительно более уязвимы, чем ООПТ Санкт-Петербурга. Среди модельных ООПТ максимально уязвим заказник «Долина р. Сетуни», минимально – заказник «Озеро Щучье».

2. Способность природных комплексов выполнять экосистемные функции и степень рекреационной дигрессии являются основными компонентами экосистемной ценности. Модельные ООПТ Санкт-Петербурга обладают более высокой способностью к сохранению местообитаний и регулированию водного режима, ООПТ Москвы – депонированию углерода, регулированию качества воздуха и смягчению острова городского тепла. Рекреационная дигрессия в большей степени затронула ООПТ Москвы – средневзвешенная сумма 3-5 стадий составляет 80,2% по сравнению с 35,4% в Санкт-Петербурге.

Максимальной экосистемной ценностью обладают заказник «Озеро Щучье» и природно-исторический парк «Измайлово», минимальной – долина р. Сетуни. Наиболее

ценными являются пойменные участки р. Серебрянки, Сетуни, Очаковки, Кристательки, заболоченные пространства и удаленные от дорожной сети леса.

ООПТ Санкт-Петербурга обладают менее выраженными и менее разнообразными социальными функциями, в особенности активно-развлекательной рекреации, спортивно-оздоровительной и транспортной, по сравнению с ООПТ Москвы – средневзвешенные значения социальной ценности составляют 7,0 и 11,5 соответственно.

По мнению жителей Москвы и Санкт-Петербурга, роль экологических факторов в комфортности проживания сравнительно невелика по сравнению с социальными, а вопросы создания и благоустройства парков, загрязнения воздуха важнее прочих экологических факторов.

3. Институциональная ценность участка ООПТ определяется законодательно установленной строгостью природоохранных ограничений, отражающей его экосистемную ценность согласно правовым актам. Наибольшей институциональной ценностью среди модельных ООПТ Москвы обладает ПИП «Измайлово», наименьшей – заказник «Долина р. Сетуни». Ядра 11 крупных ООПТ Москвы сократились в среднем на 2/3 с 2000-х гг. ООПТ Санкт-Петербурга обладают более высокой институциональной ценностью – в среднем 13,6 по сравнению с Москвой (9,6), а максимальное значение имеет заказник «Озеро Щучье» (14,8).

Негативные институциональные трансформации в Москве распространены шире, чем позитивные – 53,8% по сравнению с 22,6% от общей площади существующих и планируемых ООПТ. Выявлены 4 типа трансформаций: уменьшение площади, снижение статуса, упразднение, низкие темпы образования планируемых ООПТ. Основные типы в Москве – 2-й (60,3%) и 4-й (22,8%), в Санкт-Петербурге – практически только 4-й (99,9%).

4. Для Москвы в большей степени характерны недостаточные для сохранения природных комплексов ограничения – средневзвешенный показатель разности институциональной и экосистемной ценности $I-E = -1,7$. Недостаточные ограничения широко распространены на пойменных участках долин рек Сетуни, Навершки, Серебрянки и Кристательки, прибрежных зонах прудов, зонах инженерных сетей, в малонарушенных лесах в ПИП «Измайлово». Зоны чрезмерных ограничений шире представлены в Москве и существенно реже, чем недостаточные.

Значительное превышение экосистемной ценности над социальной характерно для двух ООПТ Санкт-Петербурга – заказников «Озеро Щучье» и «Новоорловский», обратная ситуация – для заказника «Долина реки Сетуни» в Москве.

ОСНОВНЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus, RSCI

1. **Крюков В.А.**, Голубева Е.И. Трансформация природоохранных ограничений национального парка «Лосиный остров» // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. — 2022. — Т. 67, № 1. — С. 181–198. Пятилетний IF SJR: 0,189.
2. **Kryukov V.A.** Environmental, social and economic potentials of urban protected areas: case study of Moscow, Russia // Advanced Technologies for Sustainable Development of Urban Green Infrastructure. Eds.: V. Vasenev et al. — Cham, Switzerland: Springer Geography, 2021. — P. 218–229. Пятилетний IF SJR: 0,104.
3. **Крюков В.А.**, Голубева Е.И. Оценка изменений природоохранных режимов городской ООПТ в ГИС-среде // ИнтерКарто. ИнтерГИС. — 2021. — Т. 27. — С. 323–334. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-3-27-323-334. Пятилетний IF SJR: нет.
4. **Крюков В.А.**, Голубева Е.И. Оценка вклада экологических и социальных факторов в комфортность проживания в Москве // Вестник Московского университета. Серия 5: География. — 2020. — № 4. — С. 32–41. Пятилетний IF SJR: 0,256.

Полный список публикаций с учетом работ в сборниках материалов и тезисов российских и международных конференций доступен на странице соискателя в ИАС «ИСТИНА» (<https://istina.msu.ru/profile/vkryukov/>).