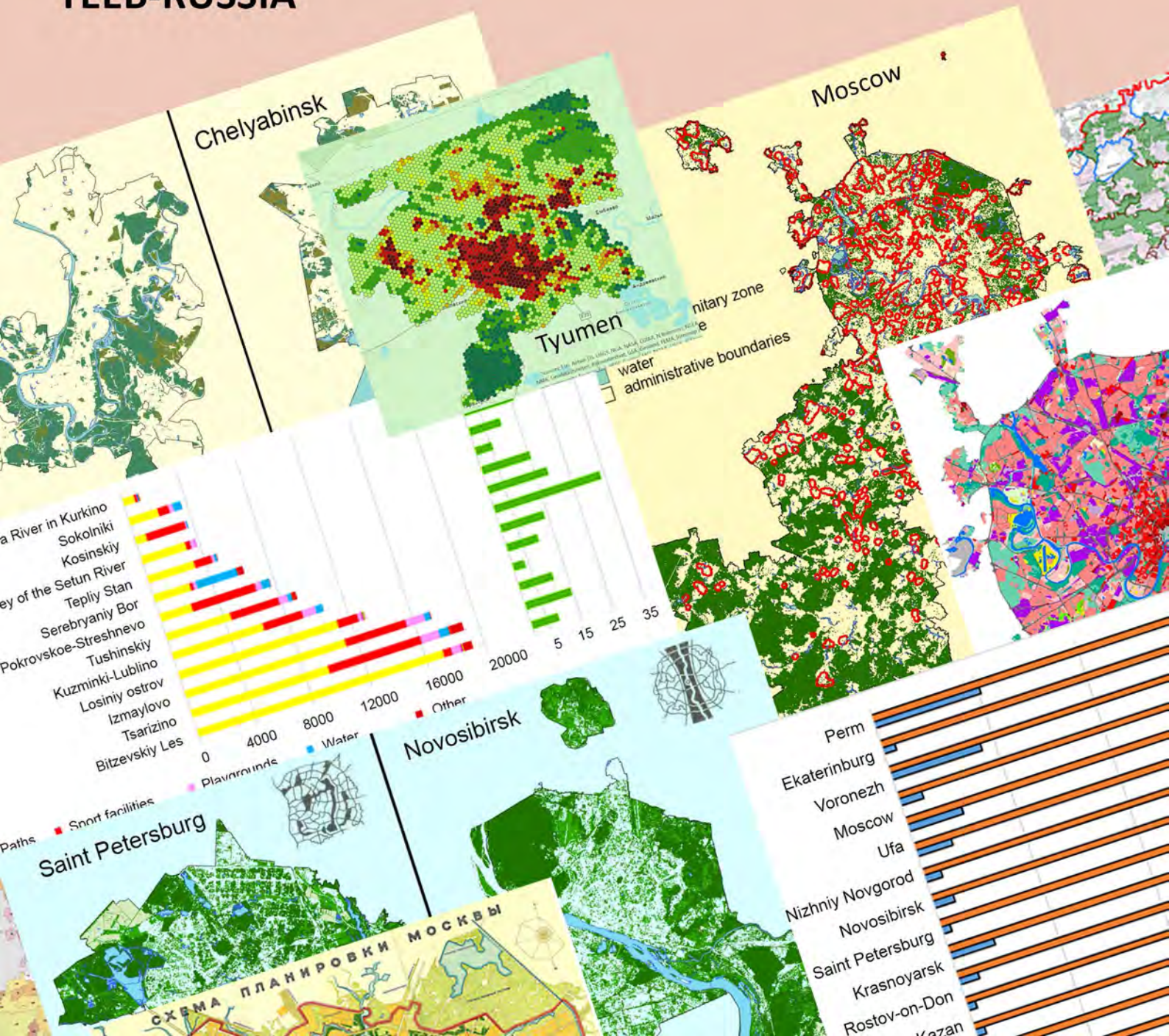
Экосистемные услуги России

Прототип национального доклада

Зелёная инфраструктура и экосистемные услуги крупнейших городов России

TEEB-RUSSIA



TEEB-Russia

Центр охраны
дикой природы

Leibniz Institute of
Ecological Urban and
Regional Development

ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ РОССИИ

ПРОТОТИП НАЦИОНАЛЬНОГО ДОКЛАДА

Том 3
Зелёная инфраструктура и экосистемные услуги крупнейших городов России

Редактор О. А. Климанова

Москва – 2021

ББК 20.18:65.28
Э40

Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада.
Э40 Т. 3. Зелёная инфраструктура и экосистемные услуги крупнейших городов России / Ред. О. А. Климанова. — М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2021. — 112 с.

ISBN 978-5-93699-104-2

Представлены результаты оценки городской зелёной инфраструктуры и экосистемных услуг крупнейших городов России, в том числе Москвы. Предложены подходы к их оценке с учётом современного состояния системы сбора статистических данных по городам в стране. Оценки выполнены для крупнейших городов Российской Федерации с численностью населения более 1 млн человек, для Тюмени и для муниципальных образований, входящих в состав Москвы. Для крупнейших городов все типы услуг оценены в количественных научно-естественных показателях, для муниципальных образований Москвы отдельные услуги оценены в баллах. На основе сравнения предоставленного экосистемами и используемого людьми объёмов услуг получены оценки степени их использования и степени удовлетворения потребности людей в них. На примере Москвы рассмотрены основные проблемы сохранения биоразнообразия в крупных городах России.

Для должностных лиц, администраторов и специалистов, связанных с управлением в природопользовании.

ББК 20.18:65.28

Редактор-составитель: О.А. Климанова

Авторский коллектив:
К.А. Александрийская (раздел 4.2.2), К.В. Авилова (раздел 4.2.3), О.А. Илларионова (разделы 3.1–3.4, 6.1), О.А. Климанова (разделы 1, 2.1–2.4, 3.3–3.4, 4.1, 4.3, 6.1–6.2), Е.Ю. Колбовский (разделы 2.4, 4.1, 4.3, 6.1–6.2), К.А. Мерекалова (разделы 5.1–5.4), Л.Д. Сулкарнаева (разделы 5.1–5.4), Т.И. Харитонова (разделы 5.1–5.4)

Внешний эксперт: K. Grunewald

Книга подготовлена и издана в рамках проекта «Оценка биоразнообразия и экосистемных услуг в Российской Федерации – принципы управления и международные процессы», выполненного при поддержке Федерального министерства окружающей среды, охраны природы и безопасности ядерных реакторов Германии, Федерального ведомства Германии по охране природы и Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации и при участии экспертов Центра охраны дикой природы (Москва), Института экологического территориального развития им. Лейбница (Дрезден), Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (биологический и географический факультеты), Тюменского государственного университета

Координаторы проекта – А.Р. Григорян, K. Grunewald
Научный руководитель проекта – Е.Н. Букварёва

Сайт проекта: http://teeb.biodiversity.ru/ru/

ISBN 978-5-93699-104-2

© Центр охраны дикой природы, 2021
© Коллектив авторов, тексты, 2021

Оглавление

1. Введение ... 4

2. Цель, задачи и методы анализа ... 5

2.1. Цель и задачи проекта ... 5

2.2. Городские экосистемные услуги: основные понятия и подходы к оценке ... 5

2.3. Пространственные масштабы оценки и источники данных ... 8

2.4. Обработка данных и методы анализа ... 8

2.4.1. Городской уровень ... 8

2.4.2. Уровень муниципальных образований Москвы ... 9

3. Крупнейшие города России ... 12

3.1. Краткая характеристика объектов исследования ... 12

3.2. Зелёная инфраструктура ... 14

3.3. Сохранение биоразнообразия ... 19

3.4. Экосистемные услуги ... 23

3.4.1. Регулирующие экосистемные услуги ... 23

3.4.1.1. Очистка воздуха от загрязнений автотранспортом ... 23

3.4.1.2. Очистка воздуха от загрязнений от стационарных источников ... 26

3.4.1.3 Регулирование городского микроклимата ... 32

3.4.1.4. Регулирующие услуги, обеспечивающие производство продовольствия ... 34

3.4.2. Рекреационные экосистемные услуги: формирование природных условий для рекреации ... 35

4. Москва ... 42

4.1 Краткая природно-ландшафтная характеристика ... 42

4.2. Зелёная инфраструктура Москвы: современное состояние, история управления и основные проблемы ... 43

4.2.1. Структура использования земель и тренды урбанизации ... 43

4.2.2. ООПТ Москвы ... 49

4.2.2.1. Основные проблемы ООПТ Москвы ... 49

4.2.2.2. Рекреационный пресс на ООПТ г. Москвы ... 50

4.2.2.3. Степень фрагментированности ООПТ Москвы ... 53

4.2.3. История управления зелёной инфраструктурой Москвы и современные проблемы сохранения биоразнообразия в городе ... 57

4.2.3.1. Основные этапы охраны природы Москвы ... 57

4.2.3.2. История лесопаркового защитного пояса Москвы ... 58

4.2.3.3. Новая Москва ... 63

4.2.3.4. Природные территории в пределах МКАД ... 68

4.3. Экосистемные услуги Москвы ... 80

5. Тюмень ... 86

5.1. Исторический анализ формирования зелёной инфраструктуры города ... 86

5.2. Современная водно-зелёная инфраструктура города Тюмени ... 87

5.3. Современные урбогеосистемы Тюмени ... 90

5.4. Экосистемные услуги города Тюмени ... 94

5.4.1. Предоставление условий для ежедневной рекреации ... 94

5.4.2. Охлаждающий эффект водно-зелёной инфраструктуры ... 99

6. Принципы управления зелёной инфраструктурой в городах ... 103

6.1. Проблематика экосистемных услуг в генеральных планах городов ... 103

6.2. Приоритеты планирования элементов зелёной инфраструктуры и экокаркаса агломерационного уровня ... 104

7. Выводы ... 106

8. Литература ... 109

1. Введение

Проект TEEB-Russia (https://teeb.biodiversity.ru/ru/) выполняется Центром охраны дикой природы (Москва) совместно с Институтом экологического территориального развития им. Лейбница (Leibniz Institut für ökologische Raumentwicklung, Дрезден) в соответствии с решениями 9-го заседания постоянной российско-германской рабочей группы «Охрана природы и биологическое разнообразие» от 23 мая 2012 г. Поддержку проекту оказывают Федеральное министерство окружающей среды, охраны природы и безопасности ядерных реакторов Германии, Федеральное ведомство Германии по охране природы и Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации.

Проект TEEB-Russia направлен на разработку подходов к оценке российских экосистем и экосистемных услуг. В результате выполнения его первой фазы (TEEB-Russia 1, 2013–2015) были предложены методологические подходы к оценке экосистемных услуг России на национальном уровне, проведена их пилотная оценка в естественно-научных показателях для субъектов Российской Федерации, а также выявлены подходы для сопоставления регионов РФ и развития межрегиональных отношений в области использования и поддержания экосистемных услуг. В результате второй фазы проекта (TEEB-Russia 2, 2018–2019) методология дополнена анализом взаимосвязей индикаторов экосистемных услуг и биоразнообразия и предложены принципы интеграции показателей экосистемых услуг и биоразнообразия в процессе развития экосистемного учёта в России.

Результаты проекта 1-й и 2-й фаз TEEB-Russia представлены в первом и втором томах Прототипа национального доклада об экосистемных услугах России (Экосистемные услуги..., 2016; 2020), которые опубликованы на русском[1] и английском[2] языках.

Концепция городских экосистемных услуг в последние годы приобретает всё большую значимость в качестве одного из инструментов в части принятия решения в области городского территориального развития или оценки социально-экологической устойчивости городов. В России исследование городских экосистемных услуг и биоразнообразия пока ещё находится на первоначальном этапе, публикации единичны и затрагивают только отдельные аспекты этой проблемы.

Том 3 Прототипа национального доклада об экосистемных услугах России содержит первые результаты оценки экосистемных услуг, оказываемых зелёной инфраструктурой в крупнейших городах России, а также анализ основных проблем сохранения биоразнообразия на примере г. Москвы. Оценка экосистемных услуг проводилась в двух направлениях: на уровне городов – для 16 крупнейших по численности населения городов России, а также Тюмени и на внутригородском уровне – для муниципальных образований города Москвы как субъекта Российской Федерации.

В рамках настоящей публикации под экосистемными услугами (ЭУ) городских экосистем мы понимаем те блага или преференции, которые предоставляет жителям города его зелёная инфраструктура (ЗИ). Введение термина «зелёная инфраструктура» в систему представлений о территориальном планировании в городах в том числе связано с внедрением всё более широко распространяющихся подходов к оценке ЭУ (Millenium…, 2006). Вслед за Европейской комиссией (2010) под этим термином мы понимаем совокупность многофункциональных озеленённых территорий (включая лесные, луговые, болотные экосистемы и сельскохозяйственные земли) в пределах городской черты. Подобная трактовка не отрицает необходимости учёта при оценке ЭУ городской ЗИ её взаимосвязей с прилегающими пригородными зонами (Seppelt et al., 2011), но принята для более чёткого отделения роли внутригородской зелёной инфраструктуры от экосистем буферных зон городов.

Исходными данными для оценки состояния зелёной инфраструктуры и её экосистемных функций стали данные дистанционного зондирования, открытых геопорталов, натурных полевых наблюдений, а также статистические и литературные источники.

Данный доклад состоит из 6 разделов. В начале доклада представлены цели, задачи и методы исследования (раздел 2), затем изложены результаты анализа для 16 крупнейших городов России (раздел 3), Москвы (раздел 4) и Тюмени (раздел 5). В завершение проанализированы принципы управления зелёной инфраструктурой городов в целях поддержания важнейших для города экосистемных услуг и сохранения биоразнообразия (раздел 6).

---

[1] https://teeb.biodiversity.ru/publications/Ecosystem-Services-Russia_V1_web.pdf
https://teeb.biodiversity.ru/publications/Ecosystem-Services-Russia_V2_web.pdf

[2] https://teeb.biodiversity.ru/publications/Ecosystem-Services-Russia_V1_eng_web.pdf
https://teeb.biodiversity.ru/publications/Ecosystem-Services-Russia_V2_eng_web.pdf

2. Цель, задачи и методы анализа

2.1. Цель и задачи проекта

Цель тома 3 в рамках проекта TEEB-Russia – оценить объём экосистемных услуг зелёной инфраструктуры на разных территориальных уровнях и сформулировать возможные принципы интеграции знаний об экосистемных услугах и биоразнообразии в документы территориального планирования и оценки качества городской среды, действующие в Российской Федерации. Подобную работу можно рассматривать как предварительный этап для дальнейшего анализа данных о городском биологическом разнообразии и их интеграции в процесс оценки экосистемных услуг. Дополнительной предпосылкой для проведения оценки служит и современная реальность, характерная для управления зелёной инфраструктурой в городах. Её важнейшие черты: смена приоритетов в управлении городской инфраструктурой от средорегулирующих к рекреационным функциям, нарастающий пресс застройки, как в центральных, так и периферийных частях городов, в том числе в пределах зелёных зон, настоятельная необходимость в совершенствовании процедуры планирования городской зелёной инфраструктуры на разных территориальных уровнях.

Для достижения поставленной цели решались 5 основных задач:

– провести инвентаризацию различных элементов зелёной инфраструктуры на городском уровне для крупнейших городов России;

– проследить основные тенденции изменения площади зелёной инфраструктуры за период 2000–2016 гг.;

– проанализировать основные проблемы сохранения живой природы и биоразнообразия в городах;

– оценить предлагаемый и необходимый объём экосистемных услуг и их соотношение для двух категорий наиболее важных в городе экосистемных услуг: регулирующих и рекреационных;

– выявить внутригородские различия в объёме экосистемных услуг и факторы их формирования (на примере муниципальных образований Москвы);

– определить место зелёной инфраструктуры и её экосистемных услуг в составе документов городского планирования РФ.

2.2. Городские экосистемные услуги: основные понятия и подходы к оценке

Согласно оценкам ООН, в 2050 г. 68 % населения мира будет жить в городах. Сейчас этот показатель составляет 55 % и в мире насчитывается около 4,2 млрд городских жителей (в 1950 г. их было всего 751 млн). В Российской Федерации уровень урбанизации составляет почти 75 % (Росстат, 2019). Среди более чем 1100 городов России 134 имеют численность населения свыше 100 тыс. человек, а 16 крупнейших – более 1 млн человек. В крупнейших городах России проживает более 34 млн человек, или 23 % населения страны, при этом их суммарная площадь составляет всего 0,06 % территории страны.

Занимая минимальную площадь, города тем менее из-за большой численности населения и развитости экономики оказывают несоразмерно значительное воздействие на биосферу. Большая часть экосистемных услуг, потребляемых жителями городов, производится экосистемами, расположенными не только за пределами городских границ, но и на гораздо более значительном удалении – на другом конце страны или даже мира (Rees, 1992; Folke et al., 1996; Rees, Wackernagel, 1996). Расчёты используемого объёма, например, таких экосистемных услуг, как производство продуктов питания и ассимиляция азота и углерода, выполненные для 29 крупнейших городов стран Балтийского бассейна, показали, что для этого необходима территория, эквивалентная по площади всему водосборному бассейну, что в несколько сотен раз превышает площадь самих городов (Folke et al., 1997). Расчёты экологического следа, выполненные WWF-Россия в 2014 г. для российских регионов[3], показали, что экологический след крупнейших российских городов – Москвы и Санкт-Петербурга – составлял соответственно 7,1 и 7,33 глобальных гектаров. Эти же субъекты обладают наименьшей биоёмкостью: у Москвы – 0,03, у Санкт-Петербурга – 0,1 гга.

[3] https://wwf.ru/resources/news/zelenaya-ekonomika/wwf-podschital-ekologicheskiy-sled-regionov-rossii/

В рамках данного отчёта города рассматриваются как целостные социально-экологические системы, полностью зависящие от окружающего их ландшафта и связей между городскими и сельскими районами (Grimm et al., 2008). В силу своих размеров природные экосистемы, сохранившиеся в городах, не могут полностью обеспечивать потребности горожан в экосистемных услугах. Однако сохранение этих экосистем критически важно не только в утилитарном смысле – для очистки воздуха, снижения шума и т. п., но прежде всего с точки зрения предоставления нематериальных услуг – эстетических, культурных, рекреационных, которые имеют значение не только для сегодняшнего дня городов, но и для их дальнейшего развития (Gómez-Baggethun et al., 2013).

Расчёт предлагаемого, необходимого и используемого объёмов городских экосистемных услуг составляет по своему содержанию особую задачу, для которой не всегда возможно использование тех же подходов, которые были использованы ранее в Прототипе Национального доклада об экосистемных услугах России (Экосистемные услуги…, 2016, 2020) для оценок в пределах обширных территорий на уровне субъектов и регионов РФ. В то же время этапность формирования и идентификации экосистемных услуг и оценки их ценности для человека, предложенная в первом томе прототипа национального доклада (Экосистемные услуги…, 2016, с. 7–8) применима и для городских экосистем. Основные этапы таких исследований включают:

– выявление и картографирование основных экологических структур в городах, их характеристик и процессов;

– определение основных экосистемных функций – результатов функционирования городских экосистем – и услуг – экологических функций городских экосистем, которые могут быть полезны для человека;

– оценка пользы и ценности экосистемных услуг в немонетарных (биофизических) и монетарных показателях.

В данном докладе, за исключением специально оговорённых случаев, под городскими экосистемными услугами понимаются услуги, оказываемые экосистемами, лежащими в пределах формальных городских границ. В то же время находящаяся в открытом доступе отчётность Росстата, которая может быть использована для расчёта объёма услуг, собирается по городским округам – отдельном типе муниципальных образований, включающем один или несколько объединённых общей территорией населённых пунктов. Границы городского округа часто не совпадают с границами города, в отдельных регионах России с высоким уровнем урбанизации и развитости промышленного производства, например, на Урале, эти расхождения могут быть значительны.

Под городскими экосистемами мы вслед за другими авторами (например, Pickett et al., 2001) понимаем участки растительности, иногда включающие водоёмы, в тех районах, где застройка или запечатанные поверхности занимают большую часть территории, а плотность населения очень высока. В градостроительном планировании города представляют собой сочетание «серой» – запечатанной, застроенной – и зелёной (часто зелёной и голубой) инфраструктуры. Элементы зелёной инфраструктуры в городе выступают поставщиками экосистемных услуг.

По своему содержанию понятие «зелёная инфраструктура» близко к используемому в практике отечественного градостроительства с 1980-х гг. понятию «экологического каркаса города» (Владимиров, 1980, 1982), но шире его по объёму включаемых элементов. Отметим, что, несмотря на широкое распространение в академической и публицистической литературе, понятие «экологический каркас» не является в Российской Федерации категорией законодательства. Оно, скорее, представляет собой общезначимую социальную платформу, принимаемую как общественностью, так и научным сообществом. Для характеристики озеленённых территорий в городах в отечественных школах градостроительного проектирования традиционно используется понятие «зелёные насаждения», под которыми в ГОСТ 28329-89 подразумевается «совокупность древесной, кустарниковой и травянистой растительности на определённой территории». Данное определение не учитывает основные эмерджентные черты экокаркаса – целостность, связность и иерархичность зелёных элементов, которые и обеспечивают его средостабилизирующее значение.

Классификация элементов зелёной инфраструктуры, которые в городах часто создаются человеком, может проводиться по разным основаниям. В одной из первых работ, посвящённой оценке городских экосистемных услуг Стокгольма (Bolund, Hunhammer, 1999), предлагалось выделять 7 основных типов городских экосистем, оказывающих услуги: уличное озеленение, газоны/парки, го-

родские леса, обрабатываемые земли, водно-болотные угодья, озера/моря, реки. Подобная классификация включает элементы самого разного масштаба – так, городские леса выполняют важную роль для города в целом и имеют общегородское значение, а деревья вдоль улиц и дорог, напротив, важны на локальном уровне для очистки воздуха и снижения шумового загрязнения.

В дальнейшем для целей градостроительного планирования была выполнена более детальная классификация элементов и их разделение по четырём уровням – региональный (урбанизированный регион), районный (neighborhood), уличный (streetscape) и домовый (building) (Gómez-Baggethun et al., 2013). Для российских городов с преимущественно микрорайонной застройкой эквивалентными уровнями могут быть названы следующие: 1) агломерационный – город и его окружение; 2) городской – районы внутри города; 3) микрорайонный – кварталы внутри микрорайона и уличное озеленение; 4) внутриквартальный – придомовое озеленение. В зависимости от размера города отдельные уровни зелёной инфраструктуры могут выпадать, но для крупнейших городов все четыре уровня планирования присутствуют.

В первом и втором томах прототипа национального доклада в качестве производителей экосистемных услуг на региональном уровне рассматриваются природные экосистемы, обладающие определённым уровнем биологического разнообразия. Подобный подход оправдан, когда речь идёт об оценках на региональном уровне – для субъектов Российской Федерации. В случае оценки экосистемных услуг в городах в качестве поставщиков услуг выступают прежде всего незапечатанные поверхности, расположенные в городской черте, к которым могут относиться как сохранившиеся природные территории, так и элементы городского озеленения, созданные и поддерживаемые человеком. Инвентаризация и классификация этих элементов, а также оценка их состояния – отправная точка исследований по оценке городских экосистемных услуг.

Предлагаемые классификации городских экосистемных услуг (например, Bolund, Hunhammar, 1999; Gómez-Baggethun, Barton, 2013) опираются на существующие классификации в рамках Millennium Ecosystem Assessment (MA 2005) и The Economics of Ecosystem Services and Biodiversity (TEEB 2010), выделяя из них те, что особенно актуальны в городах (табл. 2.2.1).

Таблица 2.2.1. Классификация городских экосистемных функций и услуг и показатели для их оценки (по Gómez-Baggethun, Barton, 2013)

Экологическая функция	*Экосистемная услуга*	*Переменные для биофизической оценки*
Преобразование энергии путём фотосинтеза	*Обеспечение продовольствием**	Производство продовольствия, т/год
Просачивание и регулирование подземного и поверхностного стока	Регулирование стока	Способность почв к инфильтрации, отношение запечатанной поверхности к проницаемой, %
Фотосинтез, затенение и эвапотранспирация	*Регулирование температуры в городе*	Индекс листовой поверхности; снижение температуры древесным покровом (°C)
Поглощение шумовых волн растительностью и водными поверхностями	Снижение шумового загрязнения	Площадь листовой поверхности ($м^2$) и расстояние от дорог (м); сокращение шума в дБ / ед. растительности
Фильтрация и фиксация газов и взвешенных частиц	*Очистка воздуха от загрязнения*	Удельное количество O_3, SO_2, NO_2, CO и взвешенных частиц PM10 µm (т/год), уловленное древесной растительностью
Физический барьер на пути кинетической энергии	Снижение негативного эффекта экстремальных природных явлений	Плотность растительности в пределах природных барьеров, защищающих застроенные территории от моря
Разложение органического вещества	Утилизация отходов	Содержание P, K, Mg и Ca в сравнении со стандартами качества почв и вод
Секвестрация углерода	Регулирование климата	Секвестрация CO_2 деревьями (запас углерода, умноженный на 3,67 для преобразования в CO_2)
Перенос пыльцы	Опыление и распространение семян	Биологическое разнообразие и обилие птиц и шмелей
Экосистемы с рекреационной или учебно-научной ценностью	*Отдых и познавательное развитие*	Площадь общественных зелёных пространств на 1 горожанина (на 1000 горожан)
Обеспечение местообитаний для животных	Наблюдение за животными	Обилие птиц, бабочек и других животных, оценённое с позиций их эстетической ценности

* Курсивом выделены услуги, которые оценивались в рамках настоящего доклада.

При этом, учитывая высокую плотность населения и тесную зависимость горожан от городской природы наряду с экосистемными услугами, выделяют и негативные функции экосистем – так называемые ecosystem disservices, к которым относятся перенос пыльцы и летучих соединений (Chaparro, Terradas, 2009; Geron et al., 1994), вызывающий у людей аллергию, затенение помещений от близко расположенных к зданиям деревьев и происшествия, связанные с их падением (Lyytimäki et al., 2008), повышенный уровень опасности в темных, неосвещённых парках (Bixler, Floyd, 1997), вред от жизнедеятельности птиц памятникам и общественным пространствам (Bixler, Floyd, 1997). В данном отчёте негативные функции городских экосистем не рассматривались.

2.3. Пространственные масштабы оценки и источники данных

Решение поставленных выше задач проводилось на двух территориальных уровнях:

– для городов как объектов единой оценки (без учёта внутригородских различий) в границах административной границы города (16 городов);

– для внутригородского уровня – для 146 муниципальных образований (районов) в пределах Москвы, представляющей собой отдельный субъект Российской Федерации.

В ходе работы были использованы следующие данные (табл. 2.3.1).

Таблица 2.3.1. Масштабы оценки и источники данных

Задача	*Для 16 городов*	*Для Москвы*
Инвентаризация элементов зелёной инфраструктуры	Данные Landsat–5,7,8 (2016); High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change (Hansen et al, 2013) – 2016; Данные Open Street Map	Данные Open Street Map; High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change (Hansen et al, 2013) – 2016; Данные о типах использования земель в Москве – Klimanova et al., 2018
Оценка основных тенденций изменения площади зелёной инфраструктуры за период 2000–2016 гг.	High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change (Hansen et al, 2013) – 2016	Atlas of Urban Expansion: Areas and Densities, 2016; High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change (Hansen et al, 2013) – 2016
Оценка предлагаемого и необходимого объёма экосистемных услуг	Собственные расчёты авторов; База данных муниципальных образований, Росстат, 2016; Росгидромет, 2016	Klimanova et al., 2018; База данных муниципальных образований, Росстат, 2016

2.4. Обработка данных и методы анализа

2.4.1. Городской уровень

Общая инвентаризация растительного покрова происходила в два этапа. На первом использовались снимки Landsat 5, 7 и 8 за 2000 и 2016 гг. с пространственным разрешением 30 м без облачности над исследуемой территорией за летний период (использовались снимки за период с 30.05 по 3.09). Далее были получены растры нормализированного относительного индекса растительности (NDVI). Классифицировав данные изображения, мы получили 2 класса земельного покрова: поверхности, лишённые растительности (значения NDVI 0,18–0,30), и поверхности, занятые разным типом растительности. Минимальные значения NDVI для сомкнутой/древесной/здоровой растительности внутри второго класса – наиболее ценного с точки зрения предоставления экосистемных услуг, – для которой характерны высокие показатели индекса, варьировали от 0,35 до 0,50.

Вследствие разных климатических условий в исследуемых городах, а также учитывая разновременные снимки, мы верифицировали полученные результаты с древесной растительностью, используя растры древесного покрова с сервиса Университета Мэриленда – Global Forest Change. В некоторых городах (особенно степной и лесостепной зон) инвентаризации по одному NDVI было недостаточно из-за разного состояния сельскохозяйственных угодий, являющихся главным поставщиком продукционных экосистемных услуг. По этой причине из векторов ключа «landuse» (категория

для описания назначения земель, «землепользование») в OpenStreetMap (OSM) были выбраны категории «farmland» (подразумевающие территории, используемые для пастбищ, сенокоса, пашен и частично садоводства). Экспортировав выборку новым вектором, сельскохозяйственные угодья были также добавлены на карты отдельной категорией легенды, а их площади вычтены из не древесного растительного покрова. После верификации по снимкам со сверхвысоким разрешением слоя «Базовой карты» ArcMap в Самаре и Ростове-на-Дону были выявлены значительные площади сельскохозяйственных угодий, не учтённых в векторах OSM. Эти дополнительные полигоны были оцифрованы вручную по базовой карте, руководствуясь визуальными признаками дешифрирования (прямые границы) и указаниями типа землепользования на открытом геопортале Wikimapia.

Полученные на основе этих данных карты мы используем для отражения всей растительности городов с разным спектром экосистемных услуг. Результаты о площадях древесного покрова были необходимы при расчёте предоставленного объёма регулирующих услуг. Выделенные сельскохозяйственные угодья можно использовать для расчёта предоставляемых продукционных услуг (доля с/х угодий от площади города). Однако, как показало изучение снимков с высоким разрешением, данная категория OSM не во всех случаях точно указывает сельскохозяйственные угодья, а ручное дешифрирование определяет не все возможные участки. В частности, и по этой причине продукционные услуги рассчитывались другим способом с использованием статистических данных.

Картографирование услуг сохранения природных местообитаний также осложнено отсутствием материалов и данных. Векторы OSM имеют категории «nature reserve» и «protected areas», которые подразумевают особо охраняемые природные территории. Однако наше исследование показало, что в данной категории, во-первых, отражены отнюдь не все ООПТ исследуемых городов, и во-вторых, часто отмечаются зелёные элементы (например, городские парки), не имеющие статуса ООПТ.

Данные категорий OSM также использовались для расчётов культурных рекреационных услуг и регулирующих услуг по очистке воздуха от загрязнений от стационарных источников. В первом случае, помимо категорий, имеющих по определению рекреационное значение (таких как «recreational ground», «park», «village green» и прочее), мы также выбрали категории «wood», «forest», «meadow», «grass», «cemetery» как условно пригодные для отдыха разного типа. Более того, отнесённая к одной категории растительность на самом деле может относиться сразу и к другой («wood» из класса «vegetation» может также быть и «park» из класса «landuse», поскольку лес часто находится в пределах парка, однако в OSM категории из разных классов не всегда пересекаются). Поэтому все леса и луга по классификации OSM были также отнесены нами к потенциально пригодной для рекреации растительности. Для оценки регулирующих услуг по очистке воздуха от загрязнений от стационарных источников из OSM были взяты индустриальные зоны. Необновлённые данные не всегда соответствуют действительности, так как некоторые указанные промышленные зоны уже не действующие. Однако за неимением более точных данных мы используем эти. В будущем для более достоверных результатов на примере отдельных городов можно дешифрировать отдельные промышленные предприятия по картам генпланов (если таковые имеются) и зонального функционирования.

2.4.2. Уровень муниципальных образований Москвы

Для оценки современного состояния и объёма экосистемных услуг элементов зелёной инфраструктуры города использовалась методика, принятая в странах Европейского Союза (Green infrastructure and territorial cohesion, 2012), основанная на классификации типов городского использования земель и выполняемых ими экосистемных функций. Данные о площади каждого из типов были получены на основе геоинформационного моделирования в программном пакете ArcMap на основе общедоступных данных картографического сервиса Open Street Map.

Развитие и постоянное совершенствование так называемых открытых данных – например, ресурса OSM – даёт новые возможности для лучшего понимания весьма сложных закономерностей трансформации городской ткани и связанных с этим меняющихся качеств городской среды и городских ландшафтов. В рамках представленной работы была осуществлена попытка оценки актуального и прогнозного потенциала экосистемных услуг Москвы на основе данных Open Street Map, приведённых посредством преобразования к типам землепользования в кодировке Urban Atlas,

для которых, в свою очередь, в рамках работы (Green infrastructure and territorial cohesion, 2012) получены соответствия для типов экосистемных услуг.

Для получения типов использования городских земель в классификации и кодировке Urban Atlas используется целый ряд источников: основных – Input data sources (Earth Observation (EO) data с разрешением 2,5 м, топографические карты масштаба 1:50 000 и крупнее) и вспомогательные данные.

Ввиду невозможности использования большей части перечисленных источников в качестве исходных данных были привлечены данные Open Street Map (OSM), которые были подвергнуты процедурам предварительной подготовки и обработки.

Следует подчеркнуть, что OSM – данные, создаваемые усилиями волонтёров, поэтому для разных городов их точность может быть различной, однако, как правило, для крупных городов России (и Москва в их числе) уровень корректности данных достаточно высок.

Процедуры предварительной подготовки заключаются в разборке стандартных слоёв OSM – извлечении данных с помощью специальных запросов для объединения их в новые слои, соответствующие классам, кодируемым в Urban Atlas.

Так, например, из полигонального слоя *water* в один слой извлекаются объекты (водохранилища, озера, пруды и т. д.), соответствующие акваториям, в другой – объекты, входящие в группу водно-болотных угодий (табл. 2.4.2).

Таблица 2.4.2. Соответствие кодировок OSM кодам Urban Atlas

Код по Urban Atlas	*Типы использования земель по Urban Atlas (на английском языке)*	*Объекты, извлекаемые по запросу в OSM (на английском языке)*	*Слои OSM (на английском языке)*
11100–11240	5 urban fabric types (of different density)	residential, allotments	landuse-polygon
12100	Industrial, commercial, public, military and private units	industrial, commercial, military, brownfield; school, hospital	landuse-polygon; poi-polygon
12210	Fast transit roads and associated land	primary, secondary, tertiary, motorway, trunk	highway-line
12230	Railways and associated land	railway	railway-line
14100	Green urban areas	garden, park, theme-park, zoo, water-park; nature-reserve, cemetry	poi-polygon; landuse-polygon
1420	Sports and leisure facilities	recreation-ground; playground, pitch-sport, horse-riding, golf-course, dog-park, stadium	landuse-polygon; poi-polygon
32000	Herbaceous vegetation associations	meadow; grassland, heath; fell; reed-bed	vegetation-polygon; surface-polygon; poi-polygon; water-polygon
33000	Open spaces with little or no vegetation	beaches, dunes, sand	poi-polygon
4000	Wetlands	wetland, bog, marsh, swamp;	water-polygon

Обработка данных заключается в буферизации предварительно выбранных линейных объектов (дорог и русел рек), пересечении слоёв, осуществлении вычислений над полями и зональной статистике.

Первый шаг моделирования – дифференциация городской ткани по пяти принятым в *Urban Atlas* классам плотности (от *Continuous high density* до *Discontinuous very low density*) зон застройки.

Жилые – *residential*, промышленные – *industrial* и деловые – *commercial* кварталы извлекаются из слоя Landuse OSM запросом «выбрать по атрибуту» в новый отдельный слой «кварталы».

В полигональном слое *building* подсчитываются площади каждого строения, затем этот слой конвертируется в растр и пересекается со слоем «кварталы» инструментом *Tabulate area.* Результат пересечения присоединяется к исходному слою кварталов и ранжируется по интервалам плотности *Urban Atlas*.

Второй шаг моделирования – получение класса земель «Fast transit roads and associated land» выборкой запросом из полилинейного слоя «highway» главных дорог и последующей буферизацией в соответствии с шириной проезжей части и примыкающей полосы отчуждения.

Класс земель «Other roads and associated land» получается сходным образом при обработке второстепенных дорог.

Третий шаг моделирования – получение остальных классов покрытий посредством выборки необходимых объектов и объединения их в новых слоях.

Наиболее сложные выборки связаны с такими категориями землепользования, как *Green urban areas*, *Sports and leisure facilities*, *Herbaceous vegetation associations*, объекты которых могут быть распределены в 3–4 стандартных слоях OSM.

Эти же слои, как правило, содержат ошибки, допущенные оцифровщиками, которые требуют обнаружения и корректировки.

Например, городские газоны могут быть отнесены к «grassland» слоя «surface» или цветочные клумбы могут значиться как «garden» в слое «Poi-polygon» и так далее.

Четвёртый шаг моделирования – пересечение вновь полученных слоёв (классифицированных согласно земельным категориям Urban Atlas) с целью получения единого слоя покрытия, затем – корректировка геометрии слоя и подсчёт площадей, занимаемых каждым классом в абсолютных значениях и процентах.

На основе полученных данных был рассчитан совокупный предлагаемый объём экосистемных услуг, выраженных в доле площади муниципального образования, оказывающей те или иные виды экосистемных услуг.

3. Крупнейшие города России

3.1. Краткая характеристика объектов исследования

Объектами исследования стали 16 крупнейших городов Российской Федерации с численностью населения более 1 млн человек: Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск, Екатеринбург, Нижний Новгород, Казань, Челябинск, Омск, Самара, Ростов-на-Дону, Уфа, Красноярск, Пермь, Воронеж, Волгоград, Краснодар (табл. 3.1.1)[4]. Территории городов (за исключением Москвы) были взяты в пределах их административных границ 2000 г. (взяты из базы данных Open Street Map). Москва рассматривается в пределах границ после 2012 г., то есть включает территорию Новой Москвы.

Таблица 3.1.1. Площадь, численность и плотность населения городов, 2016 г., по данным Федеральной службы государственной статистики

Город	*Площадь города, км²*	*Численность населения, тыс. чел.*	*Прирост населения за 2000–2016 гг., %*	*Плотность населения, чел./км²*
Волгоград	861	1015	2,2	1179
Воронеж	601	1040	14,5	1730
Екатеринбург	401	1456	15,0	3631
Казань	635	1232	11,9	1940
Красноярск	378	1083	23,8	2865
Москва	2432 (1029 – в старых границах)	12 381	24,7	5091
Нижний Новгород	317	1262	–7,0	3981
Новосибирск	481	1603	14,6	3333
Омск	580	1016	–11,6	1752
Пермь	806	1456	44,2	1806
Ростов-на-Дону	355	1125	11,1	3169
Самара	543	1170	1,2	2155
Санкт-Петербург	1439 (594 – в старых границах)	5282	11,4	3670
Уфа	667	1116	2,3	1673
Челябинск	504	1178	8,8	2337
Краснодар	295	900	29,0	3050

Будучи самым населённым городом, Москва также отличается наибольшей плотностью населения (даже с учётом территории Новой Москвы, которая в 2012 г. увеличила площадь столицы почти в 2 раза). При этом основная численность населения всё равно сосредоточена в старых границах города, т. е. фактическая плотность населения значительно выше (около 12 000 чел/км²). Следующим по размерам городом является Санкт-Петербург, однако его плотность населения значительно ниже, причём даже по сравнению с другими городами с меньшей численностью населения.

С точки зрения «компактности», т. е. с основной застройкой в пределах городского ядра и ограниченным разрастанием на прилегающие территории, наиболее благоприятными представляются такие города, как Ростов-на-Дону, Красноярск, Нижний Новгород. Последний – один из наиболее населённых миллионников, но достаточно маленький по площади.

Все исследуемые крупнейшие города России лежат в пределах умеренного пояса, большинство из которых – расположенных в Европейской территории России (ЕТР) – относятся к области влияния атлантических воздушных масс. Города на юге ЕТР уже находятся в пределах атлантико-континентальной области. Города к востоку от Уральских гор принадлежат к континентальной Западно-Сибирской области, и самый восточный из исследуемых городов – Красноярск – лежит уже в континентальной Восточно-Сибирской области.

[4] Здесь и далее для удобства сопоставления города в таблице расположены в алфавитном порядке.

Внутри городского ядра основной застройки растительный покров во многом трансформирован, однако в пределы административных границ часто включены крупные лесные массивы, сохраняющие черты зональной растительности, которая определяет объём предоставляемых средостабилизирующих функций и степень устойчивости. Так по типу зональной растительности города условно делятся на три группы: лесные (Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Казань, Уфа, Красноярск, Пермь, Екатеринбург, Краснодар), степные (Ростов-на-Дону, Волгоград, Омск) и лесостепные или «переходные» (Самара, Воронеж, Челябинск, Новосибирск) (табл. 3.1.2). Первые, в свою очередь, включают подтаёжные, южнотаёжные, среднетаёжные и широколиственные леса. Среди степных городов выделяются города южной и типичной степей Европейской части и Сибири.

Таблица 3.1.2. Некоторые физико-географические особенности крупнейших городов, по данным Росгидромета, GoogleEarth и Экологического атласа России (2017)

Город	*Природная зона*	*Средняя высота, м*	*Средняя температура воздуха января, °С*	*Средняя температура воздуха июля, °С*	*Среднегодовое количество осадков, мм/год*	*Тип зональной растительности*	*Особенность географического положения*	*Условия комфортности климата*
Волгоград	степная	35	–6,3	23,6	406	Степи типчаково-ковыльные	р. Волга	сезонное чередование условий комфортности
Воронеж	лесостепная	154	–6,1	20,5	584	Лесостепи злаково-разнотравные	р. Воронеж	благоприятные
Екатеринбург	лесная	270	–12,6	19	541	Подтаёжные мелколиственные леса	р. Исеть	неблагоприятные
Казань	лесная	60	–10,4	20,2	562	Подтаёжные широколиственные-темнохвойные леса	впадение р. Казанки в Волгу	благоприятные
Красноярск	лесная	287	–15,5	18,7	487	Южнотаёжные светлохвойные леса	впадение р. Кача в Енисей	неблагоприятные
Москва	лесная	186	–6,5	19,2	707	Подтаёжные широколиственные-темнохвойные леса	р. Москва	благоприятные
Нижний Новгород	лесная	200	–8,9	19,4	648	Южнотаёжные темнохвойные леса	впадение р. Оки в Волгу	благоприятные
Новосибирск	лесостепная	150	–16,5	19,4	460	Лесостепи злаково-разнотравные	впадение р. Иня в Обь	благоприятные
Омск	лесостепная	90	–16,3	19,6	415	Лесостепи злаково-разнотравные	впадение р. Омь в Иртыш	благоприятные
Пермь	лесная	149	–12,8	18,6	657	Южнотаёжные темнохвойные леса	впадение р. Чусовая в Каму	благоприятные
Ростов-на-Дону	степная	50	–3	23,4	615	Степи разнотравно-ковыльные	впадение р. Мёртвый Донец в Дон	сезонное чередование условий комфортности
Самара	лесостепная	100	–9,9	21,5	563	Лесостепи злаково-разнотравные	впадение р. Самары в Волгу	благоприятные
Санкт-Петербург	лесная	3	–5,5	19,1	661	Среднетаёжные темнохвойные леса	дельта р. Невы	благоприятные
Уфа	лесная	150	–12,4	19,7	589	Широколиственные леса	впадение р. Уфы в Белую	благоприятные
Челябинск	лесостепная	225	–14	19,3	430	Лесостепи злаково-разнотравные	р. Миасс, оз. Смолино и оз. Первое	неблагоприятные
Краснодар	лесостепная	30	0,6	24	735	Лесостепи злаково-разнотравные	р. Кубань	благоприятные

3.2. Зелёная инфраструктура

Особенности современной зелёной инфраструктуры крупнейших российских городов отражены в табл. 3.2.1. Примеры карт для ряда городов приведены на рис. 3.2.1–3.2.4.

Древесной растительностью разной сомкнутости в городах занято от 16 до 61 %. В «безлесных» по природным условиям Волгограде и Омске лесистость самая низкая (16 и 18 % соответственно), а в «лесных» Екатеринбурге и Перми – самая высокая (58,8 и 61,3 %). В Воронеже и Казани, расположенных в сходных биоклиматических условиях, значения показателя различаются почти в два раза. В Красноярске доля территории города, занятая древесным покровом, почти такая же, как в Ростове-на-Дону. Анализ фактической ситуации в городах показывает, что в «безлесных» районах в состав городской черты в качестве рекреационных зон включены прилегающие к городу лесные массивы. В «лесных» областях, напротив, крупные массивы леса не входят в городскую черту.

Наряду с территориями, занятыми древесным покровом, в составе зелёной инфраструктуры крупнейших городов есть и другие незапечатанные территории – сельскохозяйственные земли. По данным Росстата, в 13 из 16 городов такая категория присутствует, их нет только в Москве, Санкт-Петербурге и Казани. По доле посевных площадей сельскохозяйственных земель и многолетних насаждений лидерами являются города нелесных зон – Омск, Волгоград, Ростов-на-Дону, где их наличие частично компенсирует недостаток древесных насаждений.

При расчётах нормативов планирования зелёных насаждений в расчёт принимается сумма площадей всех территорий зелёных насаждений общего пользования, территорий зелёных насаждений ограниченного пользования, территорий зелёных насаждений внутриквартального озеленения, расположенных в пределах данного района. Согласно данным Генеральных планов городов, душевая обеспеченность в них колеблется от 4 до 135 м^2 (в зависимости от города и района). Наиболее низкие показатели в Челябинске (2,1–5,8 м^2), Перми (4,0–10,0 м^2), Ростове-на-Дону (6,7–10,0 м^2) и Волгограде (10,0 м^2). Максимальные значения – в Екатеринбурге и Новосибирске. С учётом площади всей древесной растительности показатели существенно выше. В 3 городах из 15 душевая обеспеченность древесными насаждениями менее 100 м^2, в 6 – 100–200 м^2, в 6 – более 200 м^2.

Таблица 3.2.1. Основные особенности зелёной инфраструктуры (ЗИ) крупнейших городов – общая площадь и доля от площади города

Город	*ЗИ в целом*		*Древесный покров*		*Сельскохозяйственные земли*		*Обеспеченность зелёными насаждениями*	
							по данным Генпланов	*с учётом всего древесного покрова*
	км^2	*%*	*км^2*	*%*	*км^2*	*%*	*м^2/чел.*	*м^2/чел.*
Волгоград	473,46	55,0	147,43	16,00	121,5	8,06	10,00	126,6
Воронеж	348,00	57,9	279,24	50,00	7,8	7,63	12,8–16,0	225,0
Екатеринбург	213,85	53,3	152,3	58,80	6,3	4,07	38,60	240,7
Казань	311,08	49,0	178,32	27,20	35,1	…	…	554,4
Красноярск	197,59	52,3	125,93	31,60	0,3	3,26	10,0–16,0	206,6
Москва	1719,93	70,7	1323,5	48,00	109,5	…	27,8–29,8	108,4
Нижний Новгород	303,79	95,8	215,72	45,40	3,1	1,38	16,0–63,5	194,6
Новосибирск	300,72	62,5	194,97	37,70	2,3	4,96	88,0–135,0	118,1
Омск	346,32	59,7	104,71	18,00	10,1	8,34	…	254,9
Пермь	595,65	73,9	502,13	61,30	10,2	1,67	4,0–10,0	146,5
Ростов-на-Дону	215,63	60,7	114,99	29,00	10,1	7,52	6,7–10,0	90,3
Самара	306,10	56,4	130,5	41,00	3,1	1,39	До 9,0	180,8
Санкт-Петербург	334,32	23,0	236,2	32,50	70,3	…	12,8–16,0	32,6
Уфа	433,62	65,0	342,97	47,50	9,7	7,14	…	243,7
Челябинск	235,19	46,7	60,93	26,80	7,9	3,08	5,8–2,1	195,4
Краснодар	128,4	37,8	54	16,00	40	11,8	120	140

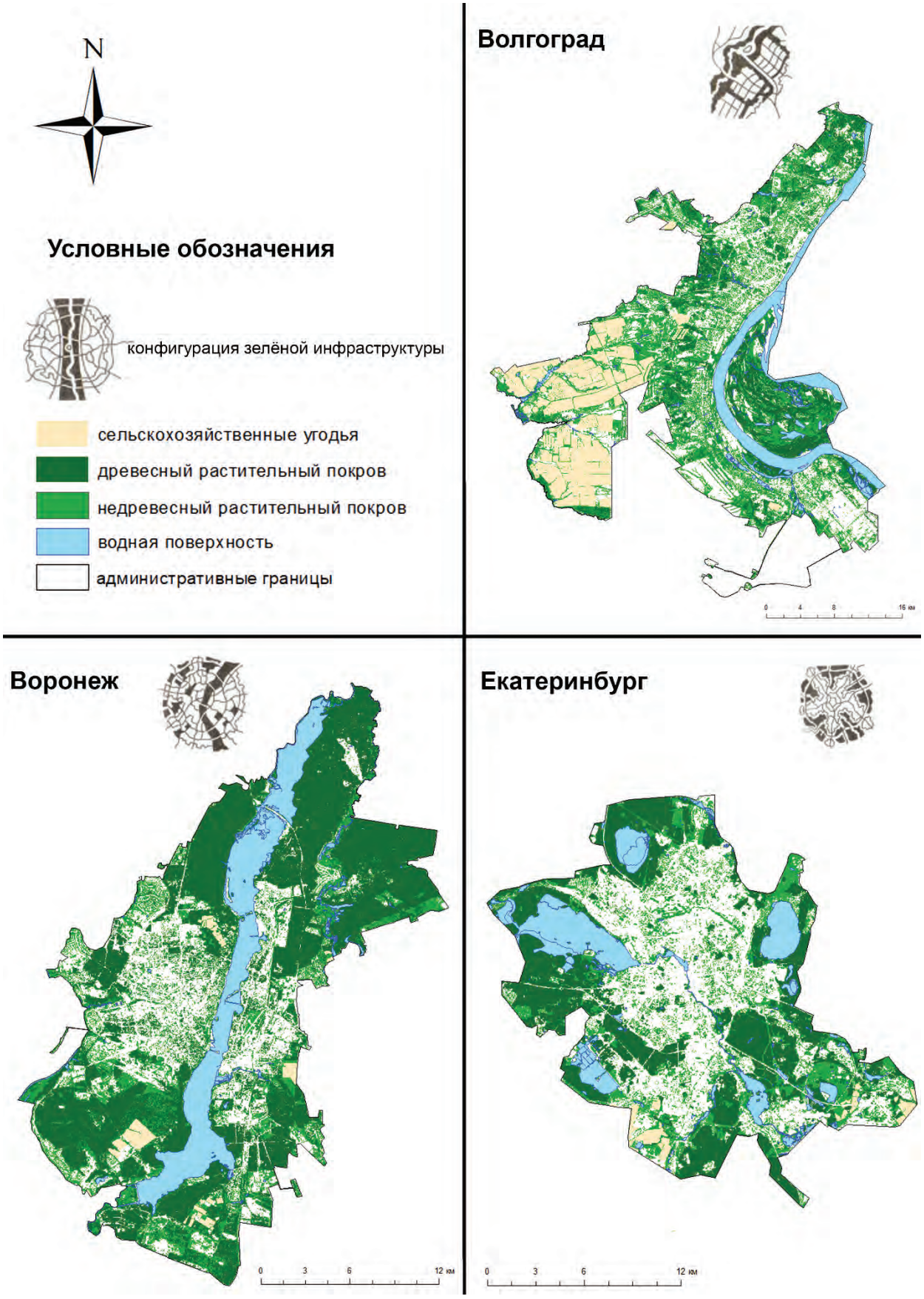


Рисунок 3.2.1. Конфигурации зелёной инфраструктуры Волгограда, Воронежа и Екатеринбурга

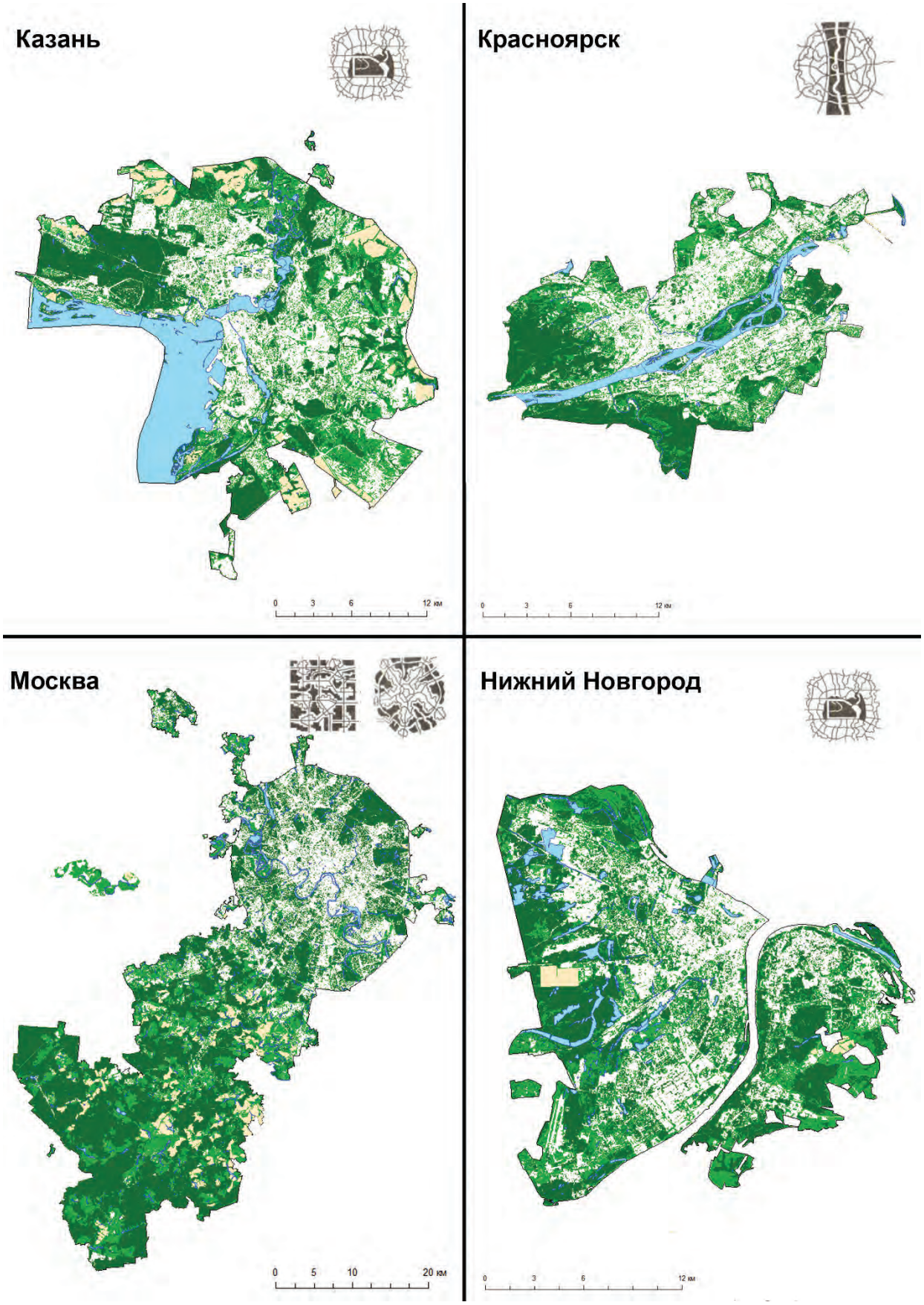


Рисунок 3.2.2. Конфигурации зелёной инфраструктуры Казани, Красноярска, Москвы, Нижнего Новгорода

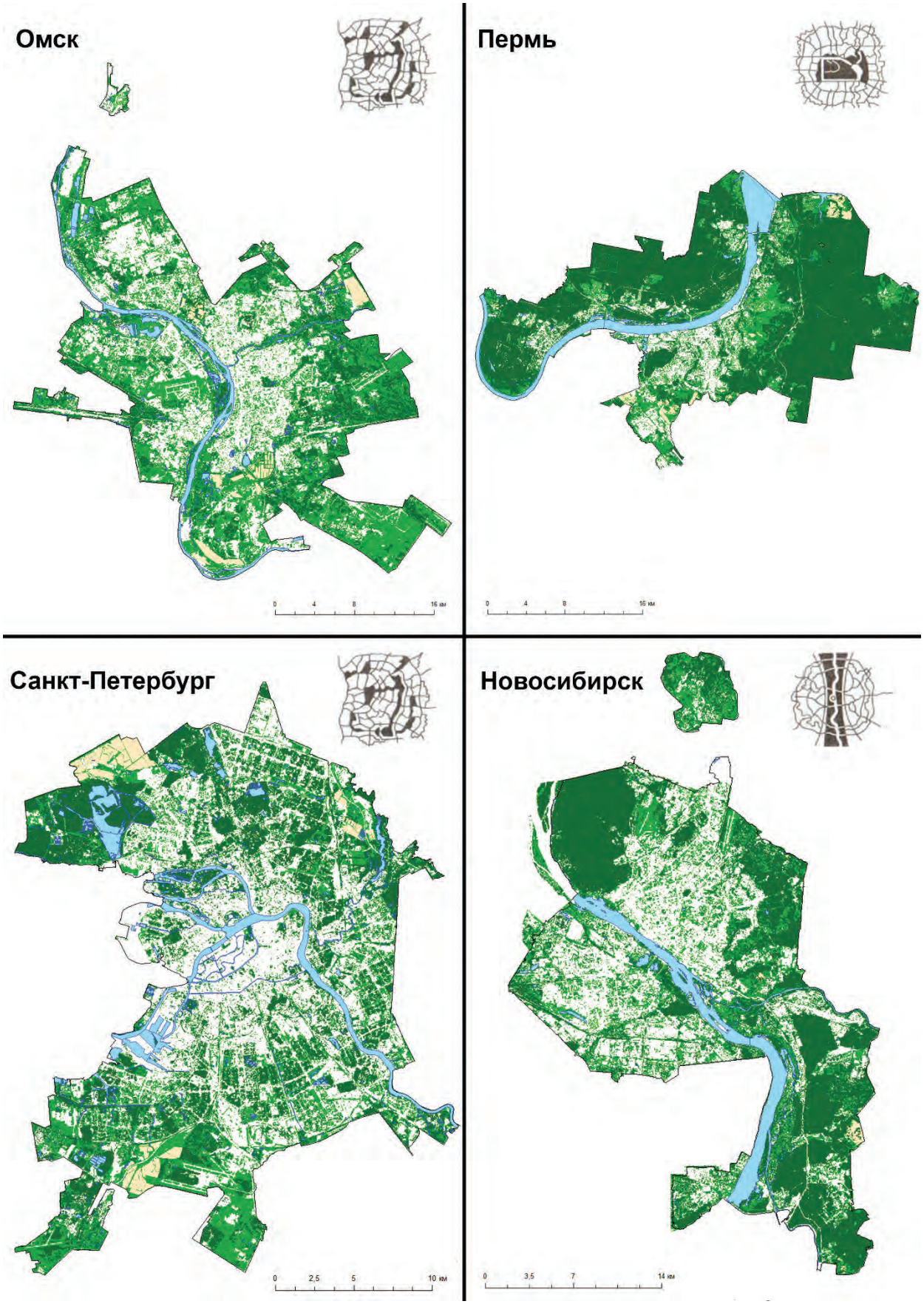


Рисунок 3.2.3. Конфигурации зелёной инфраструктуры Омска, Перми, Санкт-Петербурга, Новосибирска

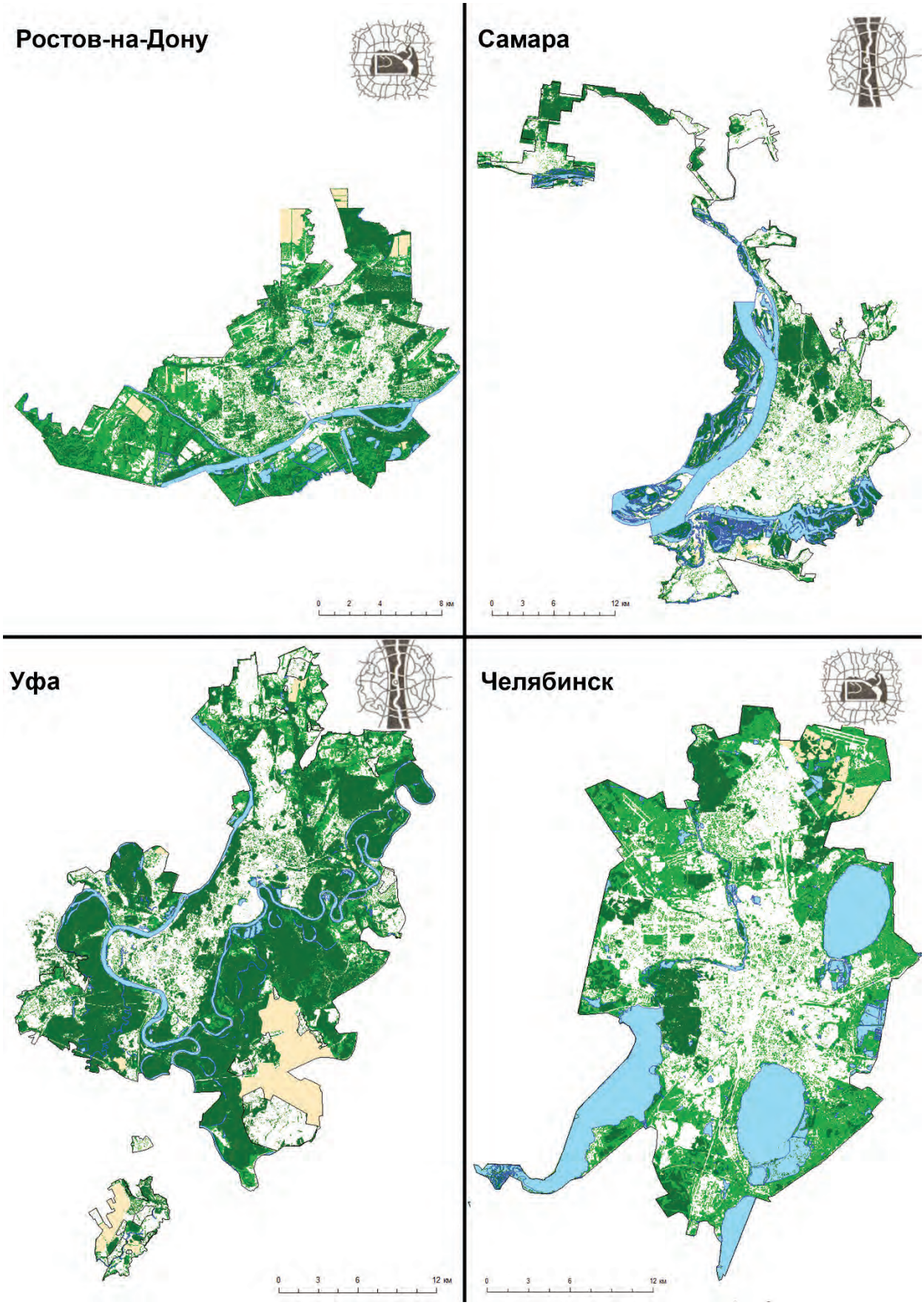


Рисунок 3.2.4. Конфигурации зелёной инфраструктуры Ростова-на-Дону, Самары, Уфы, Челябинска

3.3. Сохранение биоразнообразия

Городские территории представляют собой техногенные модификации ландшафтов, где условно-коренные или близкие к ним по своему сукцессионному состоянию экосистемы и типичное для них биоразнообразие сохранились лишь на особо охраняемых территориях.

Таблица 3.3.1. Особо охраняемые природные территории в системе зелёной инфраструктуры крупнейших российских городов

Город	*ООПТ*		*Доля ООПТ от площади, %*		*Крупнейшие ООПТ и их статус*
	площадь, га	*кол-во*	*города*	*древесного покрова*	
Волгоград	2300	1[5]	2,68	18,0	Месторождение минеральных вод в Кировском районе Волгограда
Воронеж	7575	47	12,70	27,2	Природный заказник «Воронежская нагорная дубрава» (в т. ч. часть территории в Рамонском районе)
Екатеринбург	137,3	16[6]	0,12	1,4	Парк-стадион завода Химмаш, парк «Семь ключей», Парк имени 50-летия ВЛКСМ
Казань	3576	7[7]	5,82	5,2	Городской лесопарк «Лебяжье»
Красноярск	0,0001	1[8]	0,00	…	Родник в районе Академгородка
Москва	17 600	120	6,87	79,7	Природно-исторический парк «Москворецкий», национальный парк «Лосиный Остров»
Нижний Новгород	3413	34	8,31	16,0	Памятники природы «Железнодорожные дачи» и «Гнилицкие дачи»
Новосибирск	1024	3[9]	2,04	5,4	…
Омск	457	7[10]	0,81	1,8	Природно-рекреационный комплекс «Прибрежный», природный парк «Птичья гавань»
Пермь	4349,3	12[11]	5,43	20,2	Закамский бор, Верхнекурьинский и Левшинский охраняемые природные ландшафты
Ростов-на-Дону	3300	1[12]	9,47	32,1	Природный заказник «Левобережный»
Самара	1267	6[13]	2,34	4,1	Памятники природы «Сокольи горы и берег Волги между Студеным и Коптевым оврагом» и «Самарское устье»
Санкт-Петербург	6143[14]	15	4,38	31,0	Природный заказник «Сестрорецкое болото», природный заказник «Озеро Щучье»
Уфа	1250	3	1,77	4,6	Лечебно-оздоровительная местность «Зелёная роща»
Челябинск	7153	3	14,28	34,3	Памятники природы «Каштакский бор», «Озеро Смолино»

Абсолютная площадь ООПТ наиболее велика в Москве, Челябинске, Санкт-Петербурге и Воронеже, в каждом из них охраняется более 6000 га природных экосистем, причём в Москве этот показатель почти в три раза выше. Наиболее низкие показатели – менее 500 га – в Омске, Екатеринбурге и Красноярске. В Красноярске этот показатель ничтожно мал и составляет всего 0,0001 га – такова площадь родника в районе Академгородка.

---

[5] Постановление Правительства Российской Федерации от 15.07.1992 № 488 «Об установлении границ и режима округов санитарной охраны курорта Талги в Республике Дагестан, месторождения минеральных вод в Волгограде и Красноуфимского месторождения минеральных вод в Свердловской области».

[6] *Зайцев О.Б., Поляков В.Е.* Особо охраняемые территории Екатеринбурга. Екатеринбург, 2015. 51 с.

[7] Постановление Кабинета министров Республики Татарстан № 520 от 29 июля 2009 г. «Об утверждении государственного реестра особо охраняемых природных территорий в Республике Татарстан и внесении изменений в отдельные постановления Кабинета министров Республики Татарстан по вопросам особо охраняемых природных территорий» (с изменениями на: 30.09.2017).

[8] Список ООПТ краевого значения – http://www.doopt.ru/?id=5

[9] http://oopt.aari.ru/category/Административно-территориальное-деление/Сибирский-федеральный-округ/Новосибирская-область

[10] http://www.omsktfi.ru/nature/uniqobjects/oopt/618--01102011-.html

[11] http://permgenplan.ru/upload/cheme/tom1_final.pdf

[12] Постановление правительства Ростовской области от 12 мая 2017 г. № 354 «Об охраняемых ландшафтах и охраняемых природных объектах».

[13] http://www.priroda.samregion.ru/external/ecology/files/c_68/Reestr_osobo_ohranyaemyh_prirodnyh_territorij_federal'nogo_znacheniya.pdf

[14] Атлас особо охраняемых территорий Санкт-Петербурга.

Количество ООПТ по городам также различается достаточно сильно – в 9 из 15 городов менее 10 объектов, больше всего в Воронеже (47) и Москве (120). Отчасти такие большие различия в цифрах могут быть объяснимы разным статусом ООПТ. Например, в Москве памятники природы часто находятся на территории гораздо больших по площади природно-исторических парков и ландшафтных заказников, фактически давая искусственное увеличение показателей. Аналогичная ситуация складывается и в Воронеже.

Однако абсолютные показатели площади и числа ООПТ малоинформативны для оценки обеспеченности жителей возможностью общения с живой природой. Более информативен показатель доли площади ООПТ от площади города. При расчёте этого показателя необходимо учитывать то, что ООПТ могут быть расположены не только на территории города, но и в прилегающих загородных муниципальных районах. Так, самая большая ООПТ Ростова-на-Дону – природный заказник «Левобережный» – распространяется также на территории г. Батайска и Азовского района, природный заказник «Воронежская нагорная дубрава» расположен на территории г. Воронеж и Рамонского муниципального района. Показатель доли площади ООПТ от площади города выше всего в Челябинске, Воронеже и Ростове-на-Дону, но в двух последних городах в расчёты частично включаются и части ООПТ, расположенные в близлежащих районах. Отметим, что в Ростове-на-Дону специальным постановлением областного правительства в 2017 г. были упразднены существовавшие ранее две ООПТ – в пределах Ботанического сада ЮФУ и Ростовского зоопарка, но создан обширный по площади природный заказник «Левобережный», одной из целей которого обозначено сохранение биоразнообразия в период постройки стадиона к чемпионату мира по футболу. Наихудшие показатели (менее 1 % от площади города занято ООПТ) имеют Омск, Екатеринбург и Красноярск. В Красноярске имеется всего одна очень маленькая ООПТ, а в Екатеринбурге ни одна из 19 ООПТ не превышает площадь в 25 га, что ставит под сомнение их эффективность в части сохранения биоразнообразия.

Как видно на рис. 3.3.1, если рассматривать все города (черные точки на графике), кроме Москвы, выявляется положительная корреляция между общей площадью ООПТ и долей их площади от площади города, что свидетельствует о тенденции роста обеспеченности жителей возможностью общения с живой природой по мере роста общей площади ООПТ. Однако Москва (красная точка на графике) выбивается из этого тренда – при самой большой площади ООПТ их доля от площади города не так велика. Очевидно, это связано с тем, что все леса на территории Новой Москвы отнесены к категории «особо охраняемых зелёных территорий» (ООЗТ), а ООПТ отсутствуют (см. раздел 4.2.3). Снижение показателя доли площади ООПТ в Москве по сравнению с общим трендом для крупных городов России говорит о недостаточном развитии сети ООПТ, что ставит под угрозу возможности сохранения биоразнообразия на территории зелёной инфраструктуры Москвы.

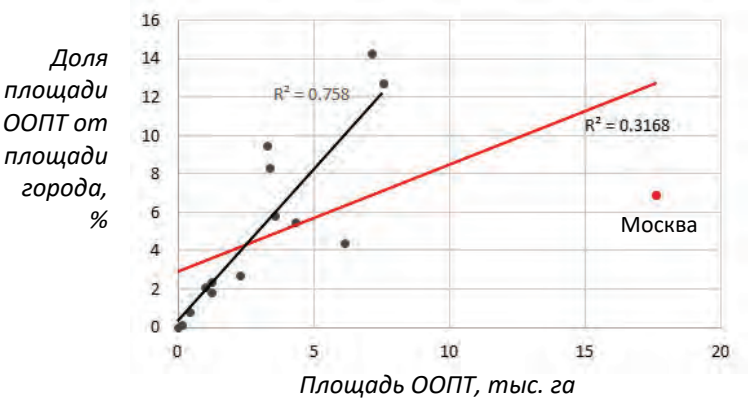


Рисунок 3.3.1. Корреляция между показателями общей площади ООПТ и долей площади ООПТ от площади города. Черные точки – города, кроме Москвы, красная точка – Москва. Чёрная линия – зависимость для городов без Москвы, красная – зависимость для всех городов вместе с Москвой

По доле площади ООПТ от площади древесного покрова города могут быть разделены на три группы – с высокой (более 30 %); средней (10–19 %) и низкой (менее 10 %) представленностью ООПТ в составе городских древесных насаждений. В первой группе – уже упоминавшиеся города с большими по площади ООПТ, а также Ростов-на-Дону. Во второй – Пермь, Нижний Новгород, Волгоград, остальные города – с небольшими по площади и немногочисленными ООПТ – образуют третью группу.

По своему статусу городские ООПТ достаточно разнообразны: во всех городах присутствуют памятники природы, которые, как правило, имеют региональный статус. Самые же большие по площади ООПТ могут иметь и собственный индивидуальный статус, которого нет в федеральном законодательстве об ООПТ, например, в Москве это природно-исторические парки, а в Омске – природно-рекреационный комплекс.

Однако показателей площади и числа ООПТ недостаточно для оценки их способности сохранять биоразнообразие в городе. Во-первых, в пределах ООПТ могут располагаться земли сторонних пользователей, к которым нередко относятся собственники либо арендаторы объектов инфраструктуры, плохо совместимых со статусом ООПТ. Как далее показано на примере Москвы (раздел 4), застройка ООПТ спортивными и развлекательными сооружениями, а также неграмотное парковое благоустройство, могут приводить к утрате природных экосистем и биоразнообразия. Во-вторых, важнейшее значение для способности ООПТ сохранять биоразнообразие имеет степень их фрагментированности.

В качестве предварительной оценки влияния фрагментированности на ООПТ была проведена оценка «краевого эффекта», который возникает в «приграничных» зонах зелёных массивов, где химическое и физическое (шумовое и световое) загрязнение, сбивающий животных автотранспорт, нарушения микроклимата достаточно велики, что негативно воздействует на структуру и функционирование экосистем (Petrişor, 2016).

Для определения площади зелёной инфраструктуры, свободной от влияния краевого эффекта, была использована программа Fragstat. Для расчёта использовались растры древесного покрова Хансена с разрешением 30 х 30 м, к которым была применена операция расчёта *Total core area* (TCA – общая площадь территории вне краевого эффекта). За «фоновые значения» (background value) принимался класс недревесной растительности классифицированного изображения, для чего в Fragstats была загружена матрица, где классу «древесный покров» присуждалось значение true, а для пустых пикселей – false. Для верификации значений фрагментарность также была рассчитана для классифицированного растра NDVI с четырьмя классами: водная поверхность; поверхность, лишённая растительного покрова; разрешённый растительный покров; сомкнутый растительный покров. Для первого класса принимались значения NDVI менее 0, для второго – до 0,2; для третьего – 0,2–0,35. Значения выше определяли четвёртый класс. В нашем исследовании буфер краевой зоны равен 120 м, поскольку обычно именно на расстоянии 100–200 м от края леса происходят наиболее заметные изменения в функционировании экосистем (Meffe, 2012).

Зная площадь территории, лишённой влияния краевого эффекта, мы рассчитали долю указанной площади от общей площади зелёной инфраструктуры, получив тем самым, значение предлагаемого объёма услуги. Для всех городов оно оказалось меньше, чем доля площади ООПТ от всей ЗИ (табл. 3.3.2).

В абсолютном значении площадь территории, не подверженной краевому эффекту, больше всего в Москве, что, скорее всего, определяется крупным лесным массивом на северо-западе Новой Москвы с редкими островами застройки. Высокой долей целостных массивов отличаются Екатеринбург, Воронеж и Челябинск. В первых из них это связано с большими по площади массивами ООПТ на городской периферии, в Челябинске высокие значения показателя достигаются за счёт мало трансформированного Шершнёвского городского бора. Наименьшие значения предлагаемого объёма отмечены в Волгограде, Омске, Санкт-Петербурге и Перми. В первых двух городах из-за природных условий и недостаточного искусственного озеленения нет крупных парков с закрытыми ландшафтами. Санкт-Петербург также не имеет слабо фрагментированных крупных массивов из-за высокой плотности застройки и преобладания в системе зелёной инфраструктуры парков и скверов преимущественно открытого характера. В Перми при высоких значениях общей залесённости наиболее крупный лесной массив на востоке значительно нарушен пятнами застройки (новые

жилые районы, санатории, военные полигоны). Между показателями доли территории без «краевого эффекта» и общей площади ООПТ корреляция не выявляется (рис. 3.3.2). Это свидетельствует о том, что даже при большой площади ООПТ они могут быть существенно фрагментированы и не выполнять должным образом функцию сохранения биоразнообразия в городе. Например, в Санкт-Петербурге при существенной доле ООПТ от площади зелёной инфраструктуры из-за значительной фрагментированности возможности сохранения биоразнообразия существенно снижены, чем могли бы быть при такой площади ООПТ. Такие примеры свидетельствуют о необходимости снижения фрагментированности сети ООПТ.

Таблица 3.3.2. Оценка услуги сохранения природных местообитаний в пределах ООПТ для крупнейших городов РФ

Город	*Доля ООПТ от всей площади ЗИ (%)*	*Площадь территории вне влияния «краевого эффекта», га*	*Доля территории, не испытывающей «краевого эффекта» от всей площади ЗИ (%)*
Волгоград	4,86	160,00	0,34
Воронеж	21,77	2260,00	6,49
Екатеринбург	0,64	2050,00	9,59
Казань	11,50	750,00	2,41
Красноярск	0,00	560,00	2,83
Москва	10,23	5610,00	3,26
Нижний Новгород	11,23	490,00	1,61
Новосибирск	3,41	1250,00	4,16
Омск	1,32	90,00	0,26
Пермь	7,30	300,00	0,50
Ростов-на-Дону	15,30	710,00	3,29
Самара	4,14	1480,00	4,84
Санкт-Петербург	18,37	180,00	0,54
Уфа	2,88	720,00	1,66
Челябинск	30,41	2300,00	9,78

С другой стороны, в ряде городов (наиболее яркий пример – Екатеринбург) доля территорий, не испытывающих «краевой эффект», достаточно высока при относительно малой площади ООПТ. Это может свидетельствовать о необходимости скорейшего придания сохранившимся лесным массивам охранного статуса.

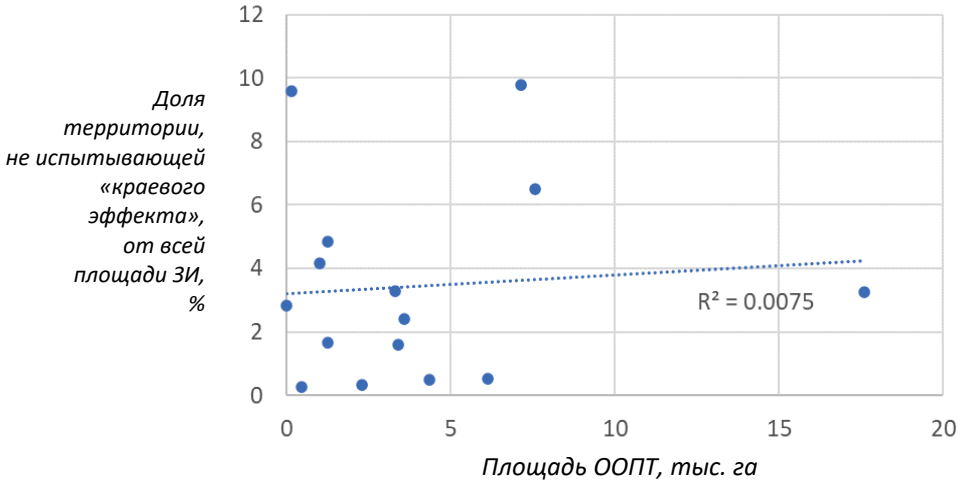


Рисунок 3.3.2. Отсутствие зависимости между показателями общей площади ООПТ и долей территории, не испытывающей «краевого эффекта»

3.4. Экосистемные услуги

3.4.1. Регулирующие экосистемные услуги

3.4.1.1. Очистка воздуха от загрязнений автотранспортом

Значимый источник загрязнения воздуха в крупнейших городах – автомобильный транспорт. Его вклад в поступление в атмосферу загрязняющих газообразных веществ составляет от 34 (Красноярск) до 94 % (Москва) (рис. 3.4.1.1.1).

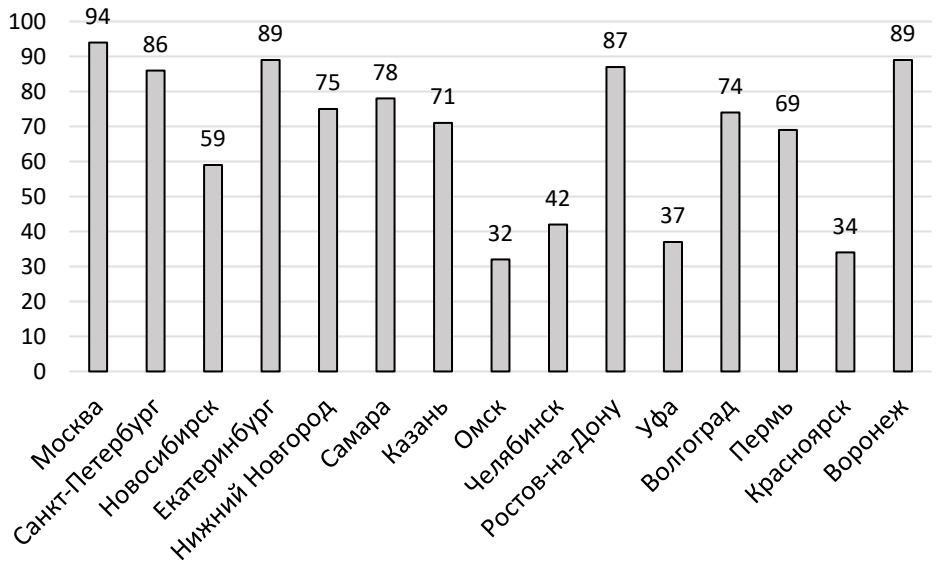


Рисунок 3.4.1.1.1. Доля загрязнений от автомобильного транспорта в общей структуре выбросов в городах-миллионниках, 2018 (Росгидромет, 2018)

Газообразные вещества, содержащиеся в выбросах передвижных источников, распространяются в атмосфере под воздействием диффузии, концентрация в воздухе газообразных загрязняющих веществ снижается по мере удаления от автомагистрали и подъёма на высоту. Вовлечённые в атмосферный перенос загрязняющие вещества могут переноситься в другие районы города и способствовать ухудшению качества атмосферного воздуха в целом. Зелёные насаждения, располагающиеся в буферной зоне автомобильных дорог, испытывают максимальное воздействие токсичных выбросов и играют роль барьера на пути дальнейшего распространения загрязнений. В то же время, учитывая способность древесных насаждений к очистке воздуха, в том числе и от загрязняющих газообразных веществ (Nowak, 2016, 2018) (табл. 3.4.1.1.1), можно рассчитать объём подобной экосистемной услуги, оказываемой всеми зелёными насаждениями в черте города, независимо от их близости к автомагистралям.

Таблица 3.4.1.1.1. Средние значения поглощения основных загрязнителей атмосферы разными типами леса (Nowak, 2016, 2018)

Тип леса	*CO, т/га/год*	*SO_2, т/га/год*	*NO_x, т/га/год*	*Суммарно для газов, т/га/год*	*$PM_{2.5}$, т/га/год*	*Всего, т/га/год*
Темнохвойные	0,0002	0,0022	0,0072	0,0096	0,0028	0,0124
Светлохвойные	0,0002	0,0025	0,0078	0,0105	0,0085	0,019
Широколиственные	0,0006	0,0033	0,0081	0,012	0,0051	0,0171
Смешанные	0,0004	0,001	0,0055	0,0069	0,0067	0,0136
Мелколиственные	0,0002	0,0007	0,0047	0,0056	0,0088	0,0144

Предоставленный объём услуги очистки воздуха от загрязнений автомобильного транспорта (табл. 3.4.1.1.2) рассчитывался аналогично подходам, применённым для очистки воздуха буферными зонами городов (см. раздел 1.1.1. второго тома). Для каждого из городов был определён преобладающий тип лесной растительности и соответствующее ему среднее значение поглощения основных загрязнителей атмосферы разными типами леса (Nowak, 2016, 2018; табл. 3.4.1.1.1). Древесный покров в пределах города был принят как однородный по типу лесной растительности, предлагаемый объём был рассчитан как произведение площади древесной растительности на среднее значение поглощения (табл. 3.4.1.1.2).

Предоставленный объём тесно связан с площадью древесных насаждений в пределах городской черты. В крупнейших городах он различается на порядок: максимальные значения в Москве (1323,5), Перми (502,13) и Воронеже (335,09), минимальные – в Челябинске (31,12), Омске (58,64), Краснодаре (54,0) и Ростове-на-Дону (64,39).

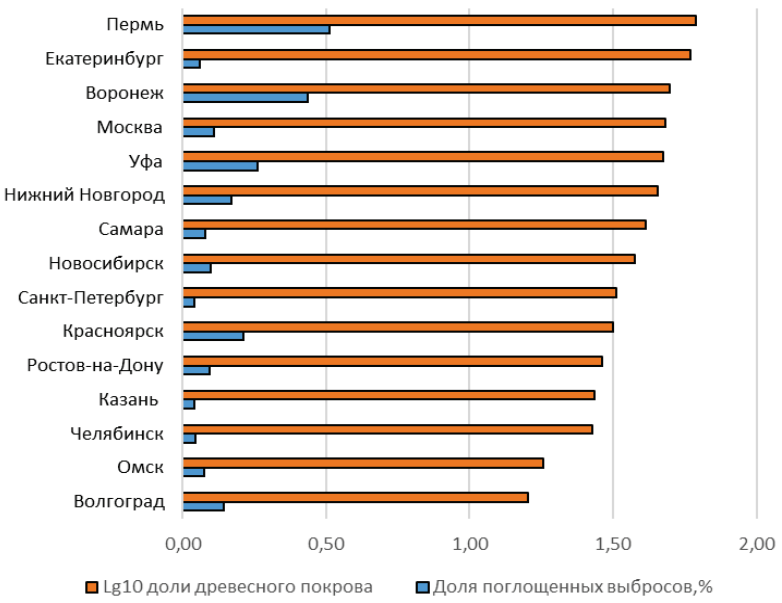
Необходимый объём услуги на данном этапе принят как суммарные выбросы загрязняющих газообразных веществ, поступающие от автотранспорта (табл. 3.4.1.1.2). Он определён по данным Ежегодника состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2017 г. (Росгидромет, 2018). По количеству газообразных веществ, поступающих в атмосферу, различия также очень существенны: регионы-лидеры – Москва, Санкт-Петербург и Казань; в нижней трети рейтинга – Волгоград, Красноярск, Ростов-на-Дону (все менее 70 тыс. тонн в год).

Сопоставление предоставленного и необходимого объёма услуги. Соотношение между необходимым и предоставленным объёмом услуги во всех рассмотренных городах менее 1 % (табл. 3.4.1.1.2). Среди трёх рассмотренных по отдельности загрязняющих веществ более благоприятная ситуация складывается по выбросам оксида серы, где практически во всех городах доля поглощённых выбросов выше, чем в среднем по сумме выбросов. Наихудшее положение по выбросам угарного газа, что связано как с большими объёмами, так и с низким поглощением его древесной растительностью.

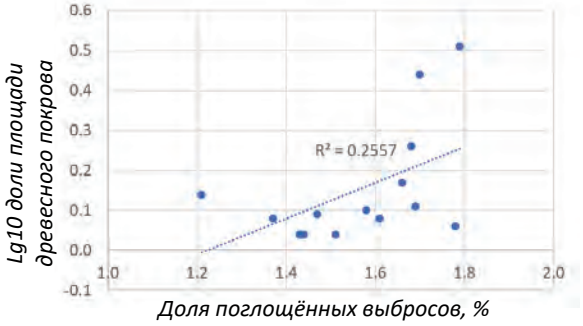
Результаты предварительных оценок по крупнейшим городам показывают, что потенциала существующих зелёных насаждений ни в одном из них недостаточно для компенсации выброшенного объёма. Наиболее высокие показатели из всех городов показывают Воронеж и Пермь (табл. 3.4.1.1.2, рис. 3.4.1.1.2), достаточно зелёные города с меньшими на фоне остальных выбросами; отметим, что самый зелёный из всех городов – Москва – из-за высокого объёма выбросов имеет очень низкие показатели поглощения выбросов по всем веществам. Лишним подтверждением крайней недостаточности экосистемной услуги является то, что зависимость доли поглощённых выбросов от доли площади зелёных насаждений в городах достаточно слаба (рис. 3.4.1.1.2).

Таблица 3.4.1.1.2. Оценка услуги очистки воздуха городскими лесами для крупнейших городов РФ для отдельных газообразных загрязняющих веществ и суммарно

Город	SO_2			NOx			CO			Суммарно (SO2 + NOx + CO)		
	Выбросы (т/год)	Поглощено (т/год)	Доля поглощённых (%)	Выбросы (т/год)	Поглощено (т/год)	Доля поглощённых (%)	Выбросы (т/год)	Поглощено (т/год)	Доля поглощённых (%)	Выбросы (т/год)	Поглощено (т/год)	Доля поглощённых (%)
Волгоград	300	10,32	3,44	4900	69,29	1,41	52 200	2,95	0,01	57 400	82,56	0,14
Воронеж	400	92,15	23,04	7000	226,18	3,23	69 100	16,75	0,02	76 500	335,09	0,44
Екатеринбург	900	15,23	1,69	16 500	83,77	0,51	156 700	6,09	0,00	174 100	105,09	0,06
Казань	1800	17,83	0,99	35 700	98,08	0,27	248 900	7,13	0,00	286 400	123,04	0,04
Красноярск	300	31,48	10,49	5500	98,23	1,79	56 300	2,52	0,00	62 100	132,23	0,21
Москва	4400	132,35	3,01	79 100	727,93	0,92	742 300	52,94	0,01	825 800	913,22	0,11
Нижний Новгород	500	21,57	4,31	8400	118,65	1,41	77 900	8,63	0,01	86 800	148,85	0,17
Новосибирск	600	13,65	2,27	10 000	91,64	0,92	99 100	3,90	0,00	109 700	109,18	0,10
Омск	200	7,33	3,66	7300	49,21	0,67	70 400	2,09	0,00	77 900	58,64	0,08
Пермь	500	118,00	23,60	9300	376,60	4,05	88 300	10,04	0,01	98 100	502,13	0,51
Ростов-на-Дону	300	8,05	2,68	6200	54,05	0,87	63 100	2,30	0,00	69 600	64,39	0,09
Самара	500	9,14	1,83	8900	61,34	0,69	85 100	2,61	0,00	94 500	73,08	0,08
Санкт-Петербург	2100	23,62	1,12	37 600	129,91	0,35	361 100	9,45	0,00	400 800	162,98	0,04
Уфа	400	24,01	6,00	6800	161,20	2,37	66 000	6,86	0,01	73 200	192,06	0,26
Челябинск	400	4,27	1,07	7300	28,64	0,39	71 400	1,22	0,00	79 100	34,12	0,04
Краснодар	334	42,3	0,13	3021	104	0,03	55 825	7,7	0,0001	334	42,3	0,13



а



б

Рисунок 3.4.1.1.2. Зависимость доли поглощённых выбросов от доли площади древесного покрова в городах: а) диаграмма по городам в порядке убывания доли площади древесного покрова; б) график зависимости

В целом это соответствует и нашим оценкам, выполненным для оценки услуги по очистке воздуха от выбросов от стационарных источников в буферных зонах городов для субъектов Федерации (см. Экосистемные услуги…, 2020). Однако, как и в случае с очисткой воздуха, методика может быть улучшена в том числе и учётом моделирования механизма переноса загрязняющих веществ в приземном слое воздуха (именно там сосредоточена большая часть выбросов от автотранспорта), а также принятием в расчёт конфигурации транспортной системы городов.

3.4.1.2. Очистка воздуха от загрязнений от стационарных источников

Выбросы от стационарных источников в крупнейших городах в настоящее время составляют меньшую долю в структуре выбросов, чем выбросы от автотранспорта. Для снижения воздействия предприятий на окружающую среду и здоровье населения вокруг предприятия обустраивается санитарно-защитная зона (СЗЗ), размер которой обеспечивает уменьшение воздействия загрязнения на атмосферный воздух (химического, биологического, физического) до значений, установленных гигиеническими нормативами, а для предприятий I и II класса опасности – как до значений, установленных гигиеническими нормативами, так и до величин приемлемого риска для здоровья населения[15].

[15] Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Новая редакция (2014).

Примерные размеры санитарно-защитных зон устанавливаются исходя из класса опасности предприятий: I класс – 1000 м, II класс – 500 м, III класс – 300 м, IV и V классы – на основе натурных инструментальных измерений. В рамках данной работы мы используем буфер 300 м (III класс опасности), руководствуясь тем, что в крупных городах отсутствуют в больших количествах предприятия более высокого класса опасности. В СанПиН не уточняются особенности растительного покрова СЗЗ, но оговаривается, что такая озеленённая территория должна снижать воздействие предприятия на окружающую среду по всем параметрам (как химическое, так и физическое загрязнение), выполнять функции барьера между жилыми кварталами и промышленной зоной, ассимилировать загрязняющие вещества и регулировать микроклимат.

Предлагаемый объём. В данном исследовании мы учитывали в озеленении только древесный покров как наиболее ценный и эффективный в фильтрации воздуха и снижении негативного физического и химического воздействия. Из слоя землепользования OSM была произведена выборка по атрибутам на ключ «industrial», представляющий собой промышленные зоны. Далее вокруг полигонов были построены слитые буфера 300 метров. Для этой буферной зоны был определен уровень озеленённости СЗЗ на основании растровых данных древесного покрова Хансена за 2016 г. Размеры предлагаемого объёма услуги колеблются от 6,16 до 104,1 т/год и зависят от площади зелёной инфраструктуры внутри буфера.

Необходимый объём услуги на данном этапе по аналогии с другими оценками экосистемных услуг, принятых в данном докладе, принят как суммарные выбросы от стационарных источников, расположенных в черте города. Возможность использования подобного допущения определяется отсутствием для городов Российской Федерации общедоступных геопространственных данных о локализации источника выбросов и их объёме, что не позволяет рассчитать необходимый объём услуги ЗИ в пределах для каждой промышленной зоны. Отметим, что фактически зелёные насаждения в пределах СЗЗ не должны полностью очищать атмосферу, а лишь призваны снижать концентрацию загрязняющих веществ до уровня ПДК. Кроме того, озеленение в пределах СЗЗ значимо для очистки воздуха от факельных (низко расположенных) выбросов, выбросы же из высоких источников переносятся на большие расстояния, в их очистке участвуют и пригородные леса.

Сопоставление предоставленного и необходимого объёма услуги. Соотношение необходимого и предоставленного объёмов услуги во всех рассмотренных городах менее 1 % (табл. 3.4.1.2.1). Учитывая характер переноса загрязняющих веществ, можно предположить, что основная роль озеленения СЗЗ состоит в снижении необходимого объёма услуги по очистке воздуха, приходящегося на долю остальных городских лесов, а также лесов пригородных зон.

Таблица 3.4.1.2.1. Оценка услуги очистки воздуха зелёной инфраструктурой санитарно-защитных зон для крупнейших городов РФ для газообразных загрязняющих веществ

Город	*Выбросы (т/год)*	*Поглощено (т/год)*	*Доля поглощённых (%)*
Волгоград	23 000	7,84	0,03
Воронеж	11 000	37,2	0,34
Екатеринбург	24 000	15,87	0,07
Казань	32 000	24,3	0,08
Красноярск	129 000	26,25	0,02
Москва	63 000	104,19	0,17
Нижний Новгород	32 000	19,6	0,06
Новосибирск	85 000	23,46	0,03
Омск	171 000	6,16	0,00
Пермь	39 000	31,05	0,08
Ростов-на-Дону	12 000	21,6	0,18
Самара	29 000	26,4	0,09
Санкт-Петербург	73 000	49,68	0,07
Уфа	141 000	10,35	0,01
Челябинск	140 000	6,72	0,00
Краснодар	12 000	17,2	0,0014

Предлагаемый объём услуги зависит от уровня облесённости СЗЗ. Ни в одном городе он не превышает 30 % (рис. 3.4.1.2.1), максимальные значения отмечены в Перми (30 %), минимальные – в Волгограде (9 %) и в Челябинске (7 %). Примеры для этих городов показаны на рис. 3.4.1.2.2–3.4.1.2.4.

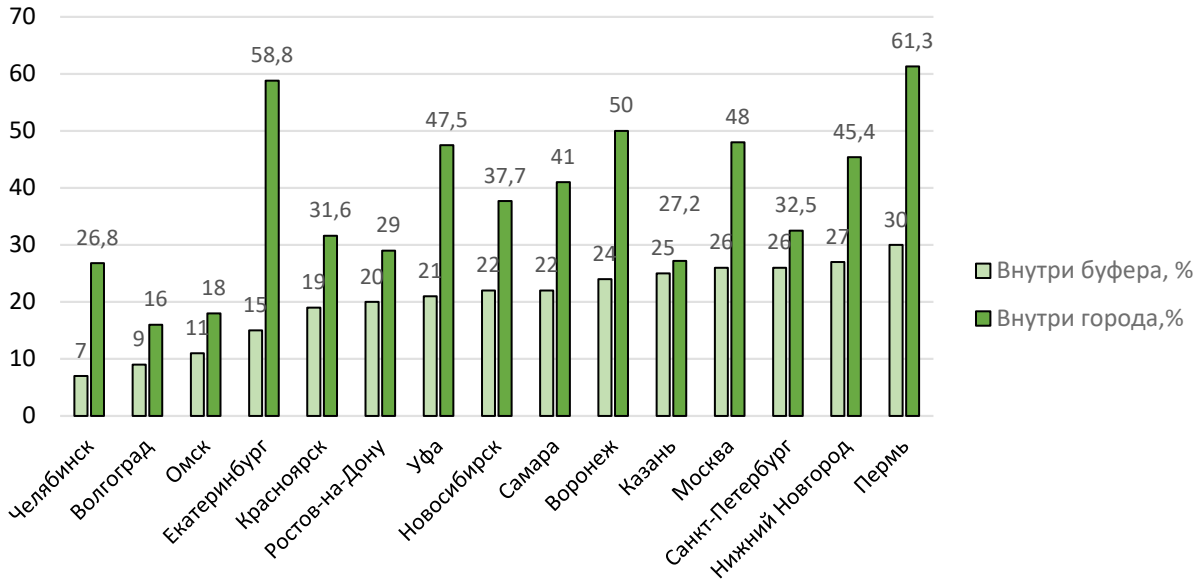


Рисунок 3.4.1.2.1. Доля древесного покрова внутри 300-метрового буфера вокруг промышленных объектов и в городе в целом в крупнейших городах РФ, %

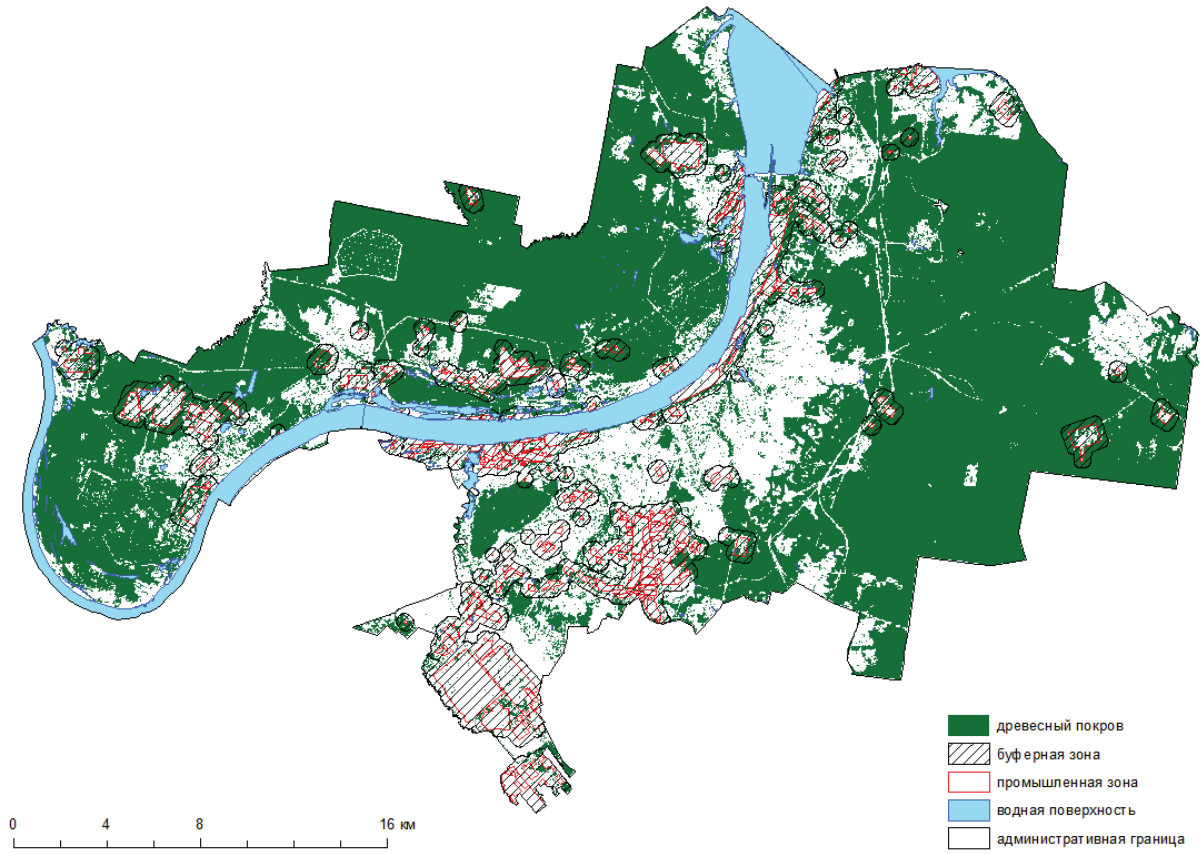


Рисунок 3.4.1.2.2. Древесный покров в санитарно-защитных зонах промышленных предприятий Перми

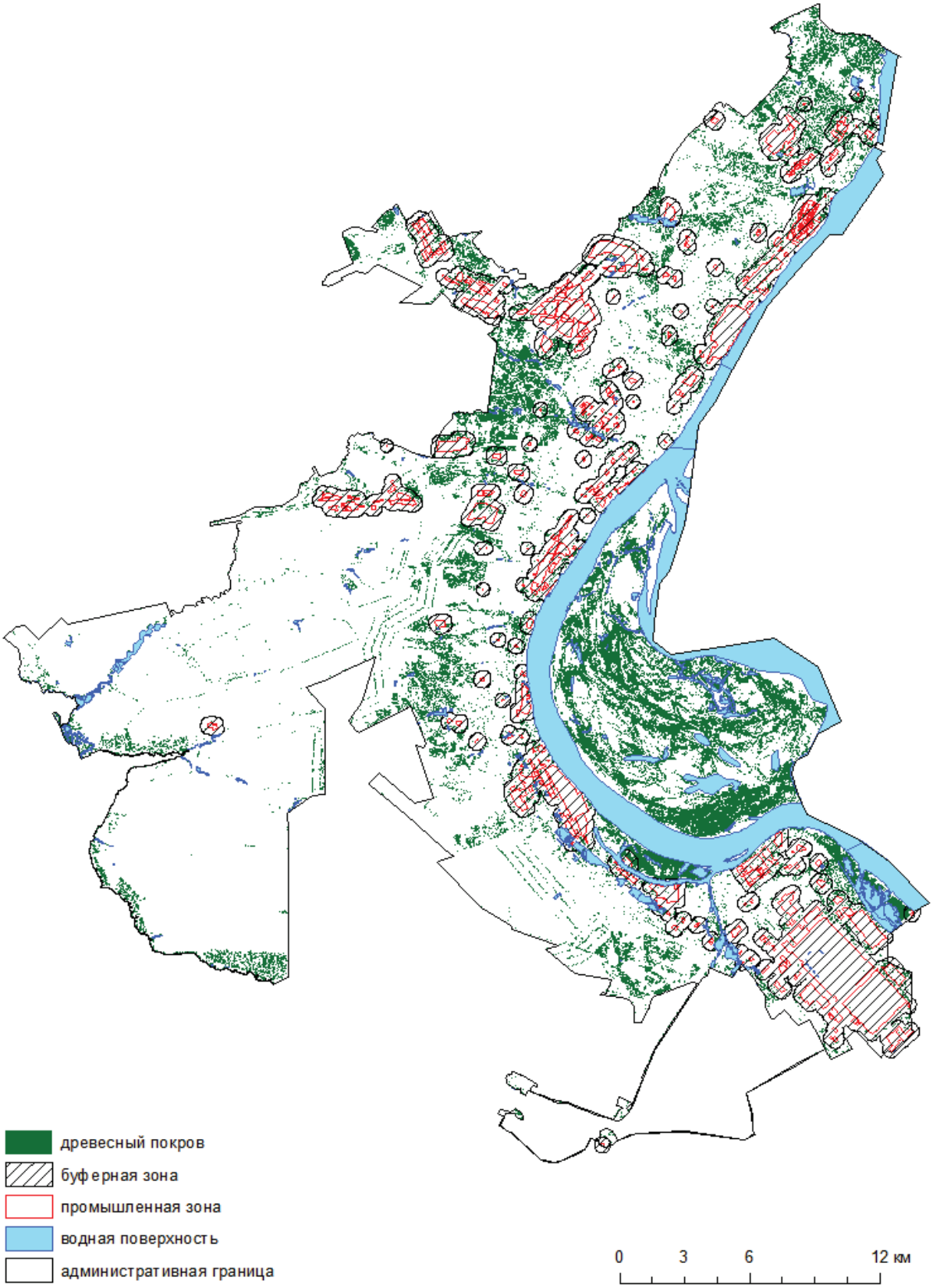


Рисунок 3.4.1.2.3. Древесный покров в санитарно-защитных зонах промышленных предприятий Волгограда

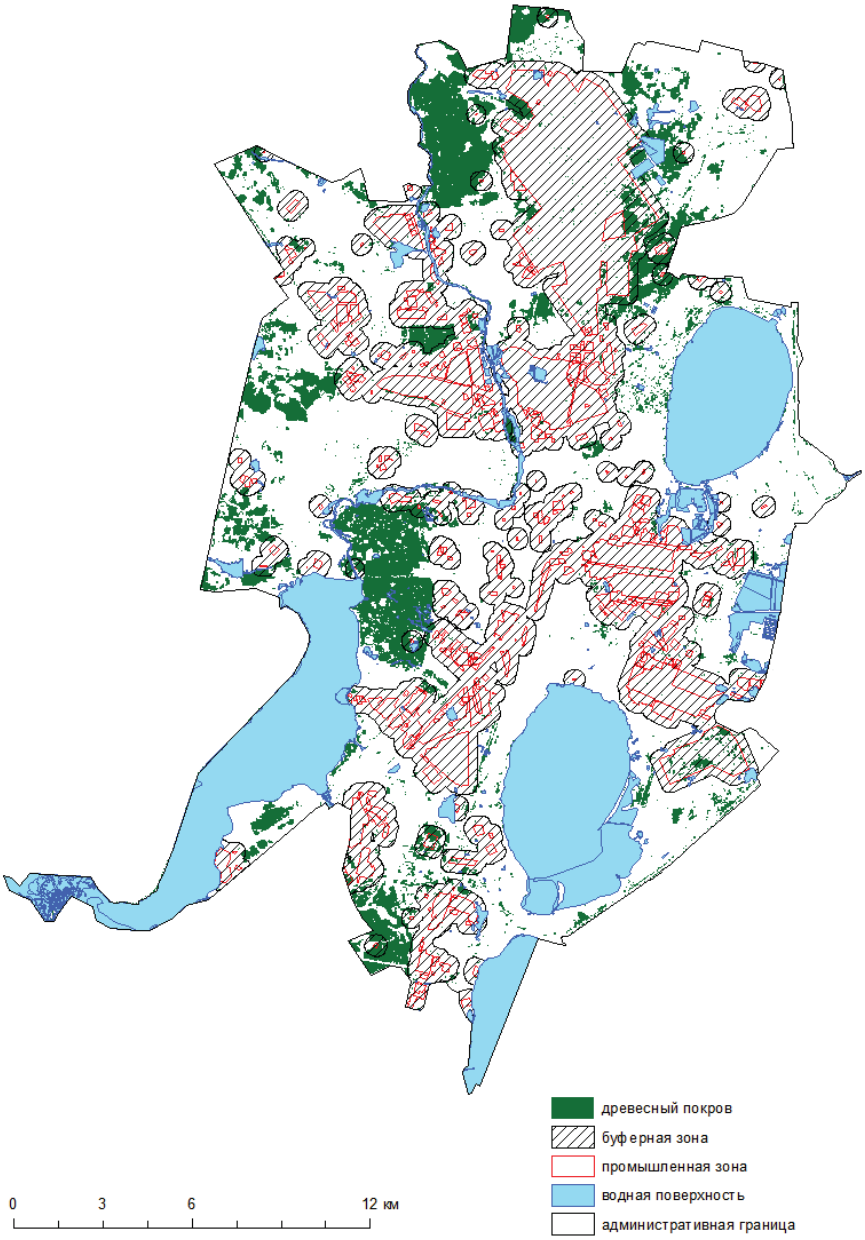


Рисунок 3.4.1.2.4. Древесный покров в санитарно-защитных зонах промышленных предприятий Челябинска

Уровень облесённости санитарно-защитных зон в целом коррелирует и с общим уровнем облесённости городов – в степных городах показатель ниже, чем в лесных. В то же время облесённость СЗЗ повсеместно ниже, чем доля ЗИ в городе в целом. Среди отдельных особенностей отметим следующее: в самых населённых миллионниках – Москве и Санкт-Петербурге – также и наибольшая площадь промышленных зон, тогда как меньше всего предприятий отмечается в Уфе и в степных более сельскохозяйственных городах – Ростове-на-Дону и Омске. Несмотря на большое количество предприятий, в Москве и Санкт-Петербурге – одни из самых высоких показателей озеленённости СЗЗ (рис. 3.4.1.2.5–3.4.1.2.6).

Также в наибольшей степени озеленены буферы промышленных зон в Казани, Нижнем Новгороде и Перми. Неудовлетворительное озеленение СЗЗ наблюдается в Челябинске, Краснодаре, Волгограде и Омске – степных городах с общей малой долей древесного покрова в структуре городского озеленения. Из всех степных городов наиболее благоприятная ситуация в Воронеже, где степень озеленения буферов близка к показателям лидеров. В Екатеринбурге, несмотря на высокую

долю озеленения города, СЗЗ имеют недостаточную долю древесного покрова, поскольку большая часть зелёной инфраструктуры города является ООПТ. Более того, основные предприятия Екатеринбурга сосредоточены в центральной части, плотно застроенной и сравнительно низко озеленённой. Примечательно, что высокой долей озеленения СЗЗ отличаются города, в которых промышленные зоны тяготеют к окраинам, а не к центру – как правило, более озеленённым.

В целом во всех городах средняя доля озеленения СЗЗ ниже установленных СанПиН стандартов для буферов предприятий V, IV и III классов опасности (60–50 %). В данном исследовании не рассчитывалась доля озеленения для каждой промышленной зоны в отдельности. У отдельных предприятий, особенно приуроченных к зелёному поясу окраин, эти стандарты могут соблюдаться. Однако предприятий с недостаточно озеленённым буфером в общем разрезе больше.

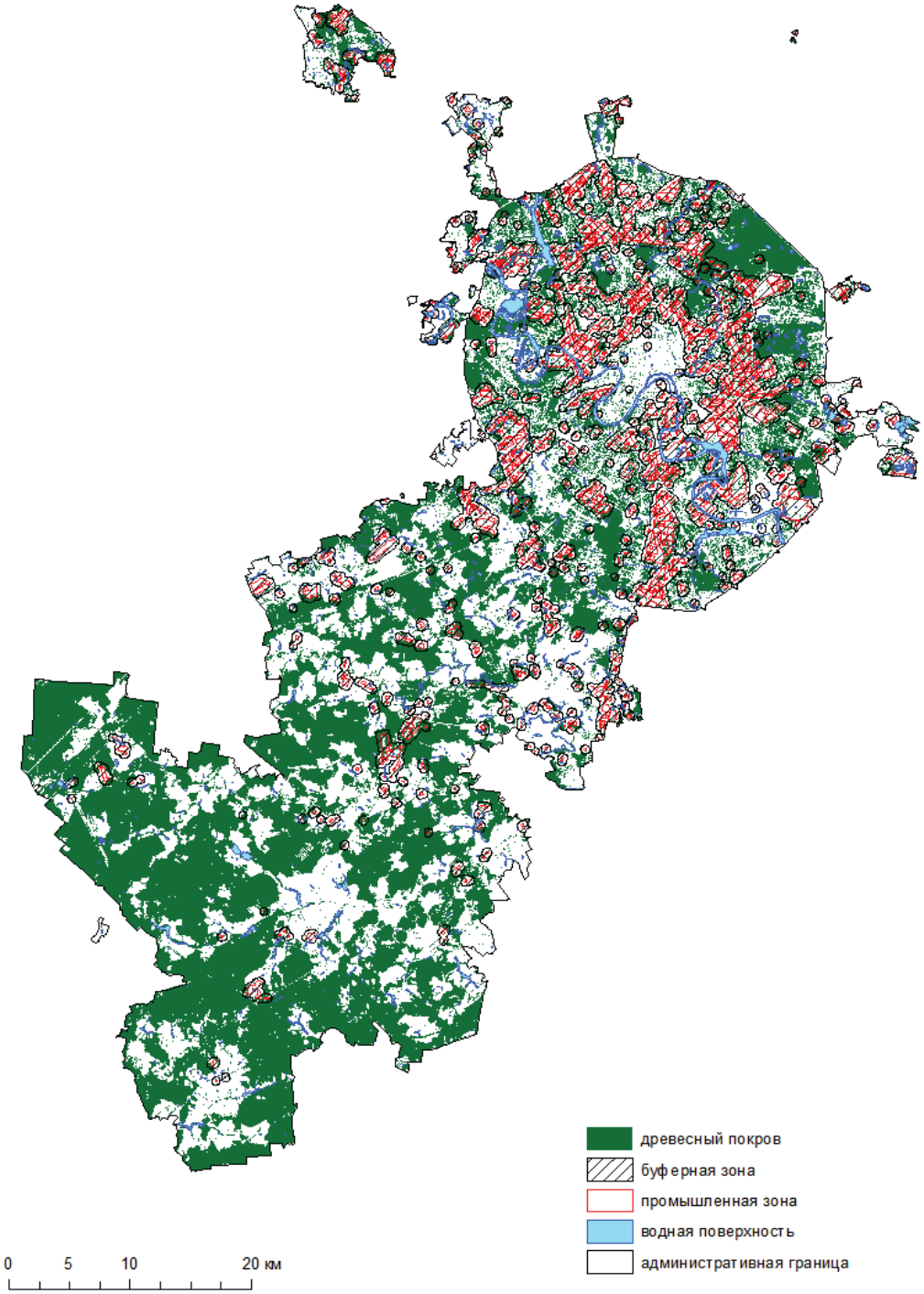


Рисунок 3.4.1.2.5. Древесный покров в санитарно-защитных зонах промышленных предприятий Москвы

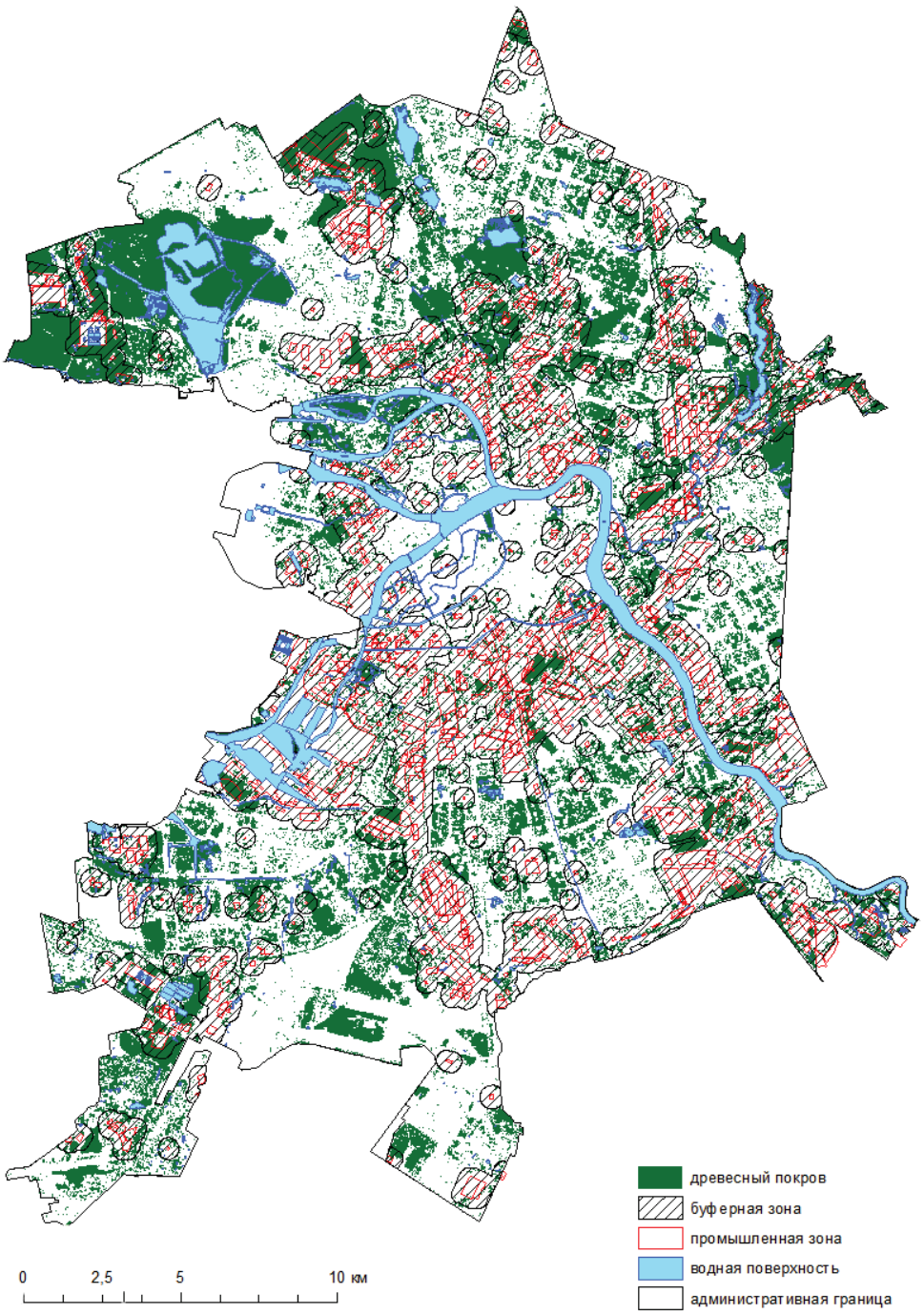


Рисунок 3.4.1.2.6. Древесный покров в санитарно-защитных зонах промышленных предприятий Санкт-Петербурга

3.4.1.3. Регулирование городского микроклимата

Зелёная инфраструктура городов играет важную роль в регулировании температуры в городе, в частности, снижении влияния городского «острова тепла» (Gill et al., 2007, London Climate Action Plan, 2018). Понятие «остров тепла» относится к застроенной части города, где за счёт особенностей теплообмена с атмосферой создаётся повышенная по сравнению с прилегающими незастроенными районами температура воздуха (Forman, 2015). Интенсивность городского острова тепла наряду с совокупностью локальных метеорологических факторов определяется и соотношением в системе городского землепользования застроенных и запечатанных поверхностей и территорий, занятых зелёными насаждениями (Grimmond et al., 2010). На примере Берлина показано, что большие по размеру участки зелёной инфраструктуры оказывают больший охлаждающий эффект, чем малые (von Stulpnagel et al., 1990). Так, в центре зелёных массивов большого размера (более 500 га)

температура на 5 градусов ниже, чем на прилегающих застроенных территориях (von Stulpnagel et al., 1990). В Москве интенсивность «островов холода» составляет от –4,3 до +0,3 °С; в среднем –1,3 °С (Сорокина, Локощенко, 2015). В зависимости от размера элемента ЗИ охлаждающий эффект может сказываться на расстоянии от 500 до 1500 м (von Stulpnagel et al., 1990; Marsh, 2010; Tyrvainen et al., 2005).

Предлагаемый и необходимый объёмы услуги. Принимая во внимание, что в сходных по географическим условиям городах охлаждающий эффект в максимальной степени оказывается парковыми массивами значительной площади (500 га и более) на расстоянии до 1,5 км, была рассчитана средняя площадь, на которую распространяется влияние парка, имеющего форму, близкую к окружности. Для расчёта было использовано уравнение $S_3 = S_1 + S_2$, где S_2 – площадь зоны влияния, S_1 – 500 га, S_3 – суммарная площадь парка с его зоной влияния.

Её размер составил 1893 га, что почти в 3,8 раза больше, чем площадь парка. Этот же коэффициент был использован для расчёта условной площади, находящейся под влиянием древесного покрова города, состоящего из подобных условных парков (табл. 3.4.1.3).

За необходимый объём была принята вся площадь города, без вычета площади, занятой древесными насаждениями.

Из таблицы 3.4.1.3 очевидно, что среди крупнейших городов есть те, где потенциала зелёных насаждений недостаточно для достижения оптимального климатического эффекта. К таким городам относятся Волгоград, Омск, Челябинск и Самара – расположенные в относительно малолесных районах, а также Санкт-Петербург. Для последнего, однако, с учётом его особого географического положения, по-видимому, методика является наименее применимой, так как значительный микроклиматический эффект в городе оказывают многочисленные водотоки и водоёмы. Города, где зона влияния более чем в 2 раза больше площади самого города – Пермь, Нижний Новгород, Москва – это города с развитой зелёной инфраструктурой, в том числе и с самыми высокими значениями доли древесных насаждений.

Таблица 3.4.1.3. Оценка услуги регулирования городского микроклимата древесными насаждениями для крупнейших городов РФ

Город	*Зона влияния зелёных насаждений (га)*	*Площадь города (га)*	*Доля площади города, находящейся под влиянием (%)*
Волгоград	55 817,00	86 100	64,83
Воронеж	10 5720,26	60 100	175,91
Екатеринбург	57 660,78	40 100	143,79
Казань	67 511,95	63 500	106,32
Красноярск	47 677,10	37 800	126,13
Москва	501 077,10	243 200	206,03
Нижний Новгород	81 671,59	31 700	257,64
Новосибирск	73 815,64	48 100	153,46
Омск	39 643,21	58 000	68,35
Пермь	190 106,42	80 600	235,86
Ростов-на-Дону	43 535,21	35 500	122,63
Самара	49 407,30	54 300	90,99
Санкт-Петербург	89 425,32	145 100	61,63
Уфа	129 848,44	66 700	194,68
Челябинск	23 068,10	50 400	45,77

Могут ли получившиеся данные свидетельствовать, что в городах, где соотношение предлагаемого и необходимого объёма более 100, уровень развитости зелёных насаждений достаточен для снижения эффекта острова тепла? Думается, что лишь отчасти. Для эффективного снижения температуры чрезвычайно важным является расположение элементов зелёной инфраструктуры в центральной зоне города с высокой плотностью застройки. Имеющиеся у нас данные позволяют лишь качественно оценить ситуацию по конфигурации системы зелёных насаждений (рис. 3.2.1–3.2.4). Результаты этой оценки показывают, что минимальная озеленённость центральных районов города является, без преувеличения, основной проблемой адаптации к возможным климатическим изменениям для всех крупнейших городов России.

Дальнейшие улучшения предложенной методики оценки, в связи с этим, должны базироваться не только на увеличении знаний о масштабах островов тепла в российских городах, но и на учёте размеров существующих зелёных массивов, что позволит более точно рассчитать размеры зоны влияния в зависимости от формы и локализации объекта зелёной инфраструктуры.

При оценке регулирования микроклимата городской растительностью можно также оценивать охлаждающий эффект зелёных элементов на жилые кварталы. При подобном расчёте за необходимый объём услуги стоит принимать площадь жилых зон, в которых средняя дневная поверхностная температура выше нормы. Предоставленный объём будет считаться площадью жилой зоны, подверженной охлаждающему эффекту.

3.4.1.4. Регулирующие услуги, обеспечивающие производство продовольствия

Согласно классификации зелёной инфраструктуры городов в проекте Urban Atlas, в состав её элементов входят сельскохозяйственные земли. Очевидно, что в отличие от многих городов развивающихся стран и Китая, где сельскохозяйственные земли вносят существенный вклад в обеспечение продовольственной безопасности, в российских городах они играют гораздо меньшую роль. Основное значение с точки зрения обеспечения продовольствием имеют личные подсобные хозяйства граждан, на которые в большинстве городских округов приходятся все посевные площади сельскохозяйственных культур. Лишь в Волгограде, Воронеже, Екатеринбурге и Омске часть посевных площадей принадлежит сельскохозяйственным организациям. Площади же многолетних насаждений (ягодники, плодовые сады) практически целиком относятся к личным подсобным хозяйствам.

В соответствии с классификацией экосистемных услуг, принятых в Прототипе Национального доклада об экосистемных услугах России (Экосистемные услуги…, 2016), мы не рассматриваем производство продовольствия в качестве экосистемной услуги. Для производства продовольствия наиболее важен комплекс регулирующих услуг на сельскохозяйственных землях, который включает, водорегулирующие услуги, услуги по формированию плодородных почв и предотвращению их эрозии. Комплекс этих услуг можно косвенно оценить по их вкладу в производство продовольствия.

Предлагаемый объём. В качестве косвенного показателя предоставленного экосистемами объёма регулирующих услуг на сельскохозяйственных землях принят валовой сбор сельскохозяйственной продукции в личных подсобных хозяйствах граждан за год. Среди выращиваемых культур – картофель, овощи и плодоовощная продукция. Дополнительно на основе официальных статистических данных из паспортов муниципальных образований рассчитана доля суммарной посевной площади сельскохозяйственных культур и многолетних насаждений в пределах границы города.

Доля территорий, на которых выращивается сельскохозяйственная и плодово-ягодная продукция, колеблется от 2,95 (Ростов-на-Дону) до 7,95 % (Омск) от площади города. Эти показатели, по-видимому, зависят не только от природно-климатических условий, но и от истории формирования городской территории (табл. 3.4.1.4)

Необходимый объём. Основная продукция, производимая в подсобных хозяйствах большинства городов, – это картофель, другие овощи и фрукты для продажи или личного потребления. Согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения, необходимый объём потребления фруктов и овощей в день (за исключением картофеля и иных клубнеплодов) составляет 400 г на 1 человека. Учитывая, что в этот набор входят и фрукты, которые не произрастают в умеренном климате (банан, апельсин, грейпфрут и т. д.) при расчёте необходимого объёма была использована половинная норма – 200 г в день (73 кг в год). Рекомендация Минздрава РФ по годовому употреблению картофеля – 90 кг в год на 1 человека, таким образом, суммарная норма для овощей, картофеля и фруктов 163 кг в год. Необходимый объём был рассчитан как произведение данного норматива на общую численность населения города.

Соотношение необходимого и предоставленного объёма. Очевидно, что современные крупные города не способны полностью обеспечивать себя продовольствием. Тем не менее, как показал наш анализ, в городах России этот показатель колеблется от 5,54 (Самара) до довольно высоких значений – 31,28 % (Омск). При этом потенциальный вклад в обеспечение продукцией овощей и фруктов больше, чем доля посевных площадей в площади города. Это может означать довольно высокую продуктивность личных подсобных хозяйств и их высокую значимость с точки зрения обеспечения продовольственной безопасности в некоторых крупных городах России.

Таблица 3.4.1.4. Оценка услуги обеспечения продовольствием сельскохозяйственных земель в черте города для крупнейших городов РФ

Город	*Доля посевных площадей сельскохозяйственных культур и многолетних насаждений (%)*	*Валовой сбор сельскохозяйственной продукции в личных подсобных хозяйствах (ц/год)*	*Необходимый объём (ц/год)*	*Соотношение предлагаемого и необходимого объёма, %*
Волгоград	7,76	464 020,4	1 654 450	28,05
Воронеж	3,57	н. д.	1 695 200	н. д.
Екатеринбург	3,50	337 464,4	2 373 280	14,22
Казань	4,02	534 759,4	2 008 160	26,63
Красноярск	4,44	238 530,1	1 765 290	13,51
Москва	5,96	н. д.	20 181 030	н. д.
Нижний Новгород	н. д.	н. д.	2 057 060	н. д.
Новосибирск	4,10	219 386,9	2 612 890	8,40
Омск	7,85	518 004,4	1 656 080	31,28
Пермь	н. д.	220 188,1	2 373 280	9,28
Ростов-на-Дону	2,95	139 162,4	1 833 750	7,59
Самара	н. д.	105 664	1 907 100	5,54
Санкт-Петербург	4,48	н. д.	8 609 660	н. д.
Уфа	6,01	390 701,5	1 819 080	21,48
Челябинск	7,30	298 574	1 920 140	15,55

Очевидно, что для более точных оценок вклада сельскохозяйственных земель в городах в обеспечение продовольствием их жителей необходим учёт особенностей городского рынка овощей и фруктов, особенностей потребления тех или иных видов продукции (статистические показатели по отдельным группам овощей), а также информация о предпочтениях населения в части потребления локальной сельскохозяйственной продукции.

3.4.2. Рекреационные экосистемные услуги: формирование природных условий для рекреации

Предоставление условий для прогулочного отдыха и занятий спортом – важнейшая из экосистемных услуг, предоставляемая городской зелёной инфраструктурой. Методическая сложность при расчёте этого вида услуг в российских городах связана, с одной стороны, с разнообразием элементов зелёной инфраструктуры и, как следствие – предоставляемыми ими условиями для отдыха, с другой, широким спектром рекреационных занятий населения и отсутствием норм предельно допустимых рекреационных нагрузок для них. Как уже было показано выше, в состав зелёной инфраструктуры городов входят как территории с охранным статусом, в которых предоставление условий для занятий рекреацией не является основной функцией, так и городские озеленённые территории, относящиеся к городской системе благоустройства.

Предлагаемый объём. Данный объём рассчитан как предельно допустимое число людей, которое может единовременно находиться в пределах объектов городской зелёной инфраструктуры с целью спокойного прогулочного отдыха с учётом разного статуса объектов. Оценка объёма происходила в несколько этапов.

1. Для определения типов зелёной инфраструктуры, пригодных для рекреации, из слоёв Open Street Map *vegetation, landuse vegetation, landuse*, была сделана выборка по ключам. На основании описаний ключей в состав отобранных элементов вошли *wood, forest, orchard, grass, meadow, village_green, recreation_ground, garden, park, allotments, cemetery.* Границы данных полигонов в целом совпадают с полученными контурами элементов зелёной инфраструктуры из классифицированных изображений NDVI и с полигонами древесного покрова по Хансену, что подтверждает их релевантность.

Из полученных значений, пригодных для рекреации площадей, были вычтены площади ООПТ, остальные элементы были объединены в единую группу (рис. 3.4.2.1–3.4.2.4).

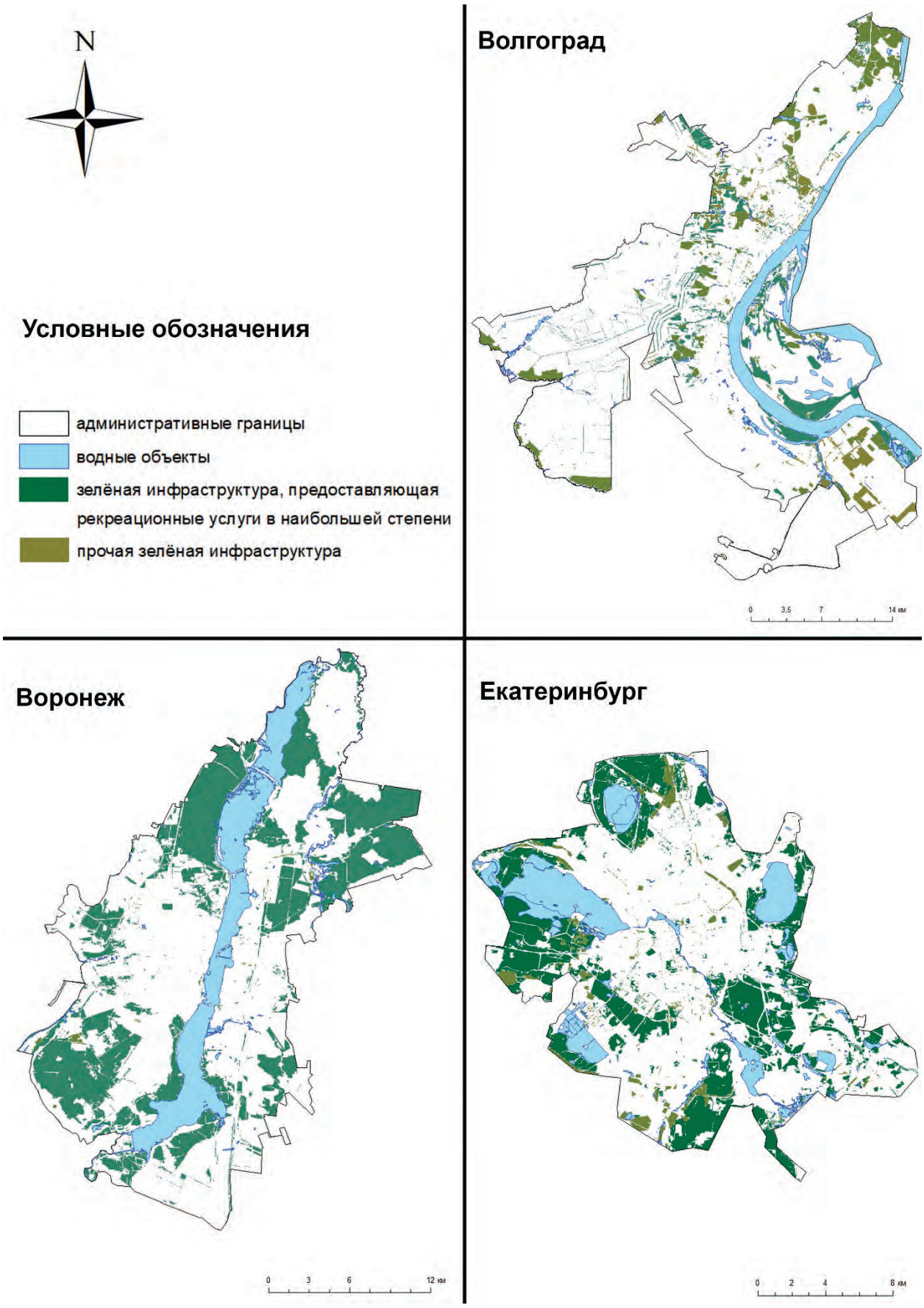


Рисунок 3.4.2.1. Зелёная инфраструктура, предоставляющая рекреационные услуги в Волгограде, Воронеже, Екатеринбурге

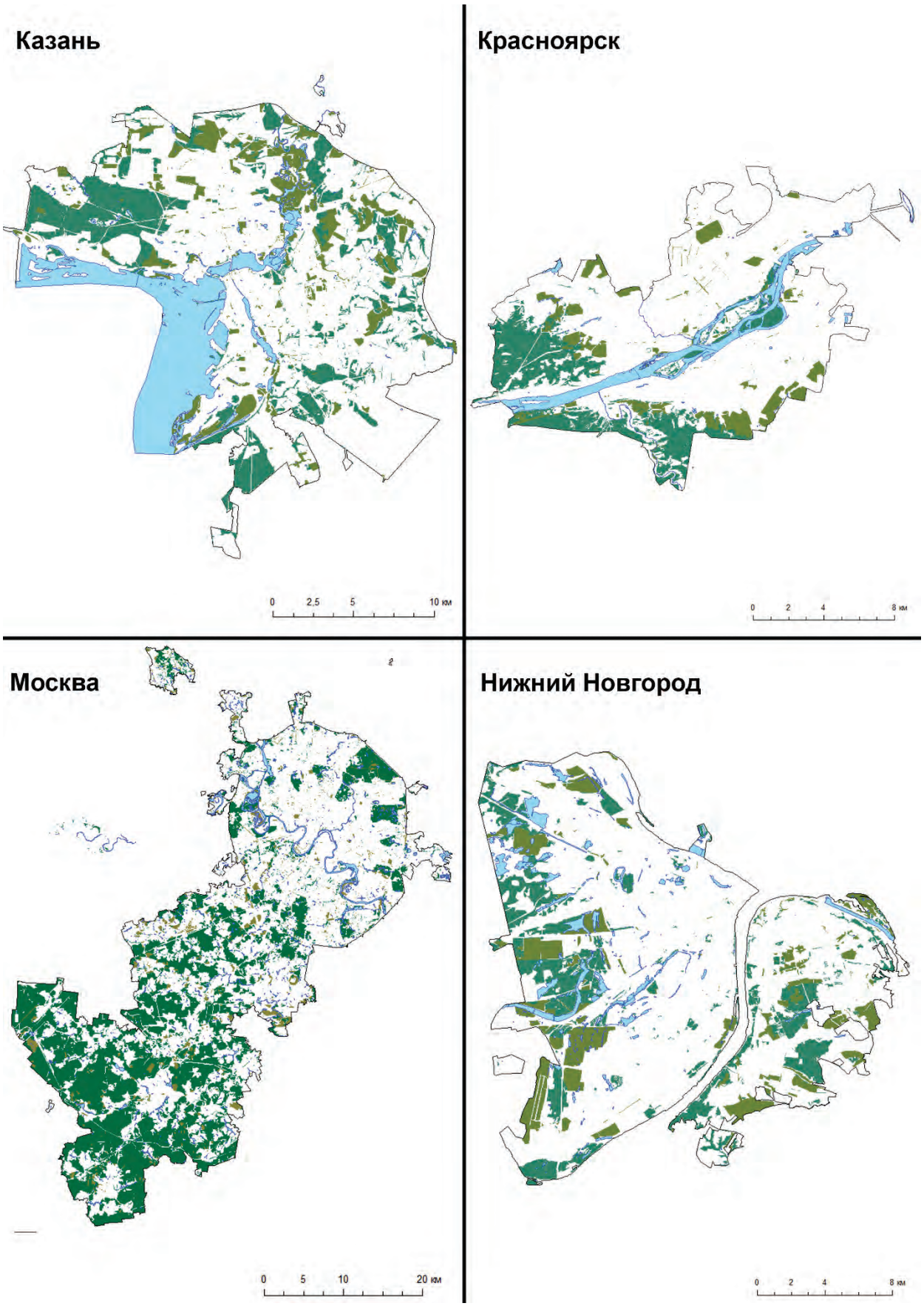


Рисунок 3.4.2.2. Зелёная инфраструктура, предоставляющая рекреационные услуги в Казани, Красноярске, Москве и Нижнем Новгороде

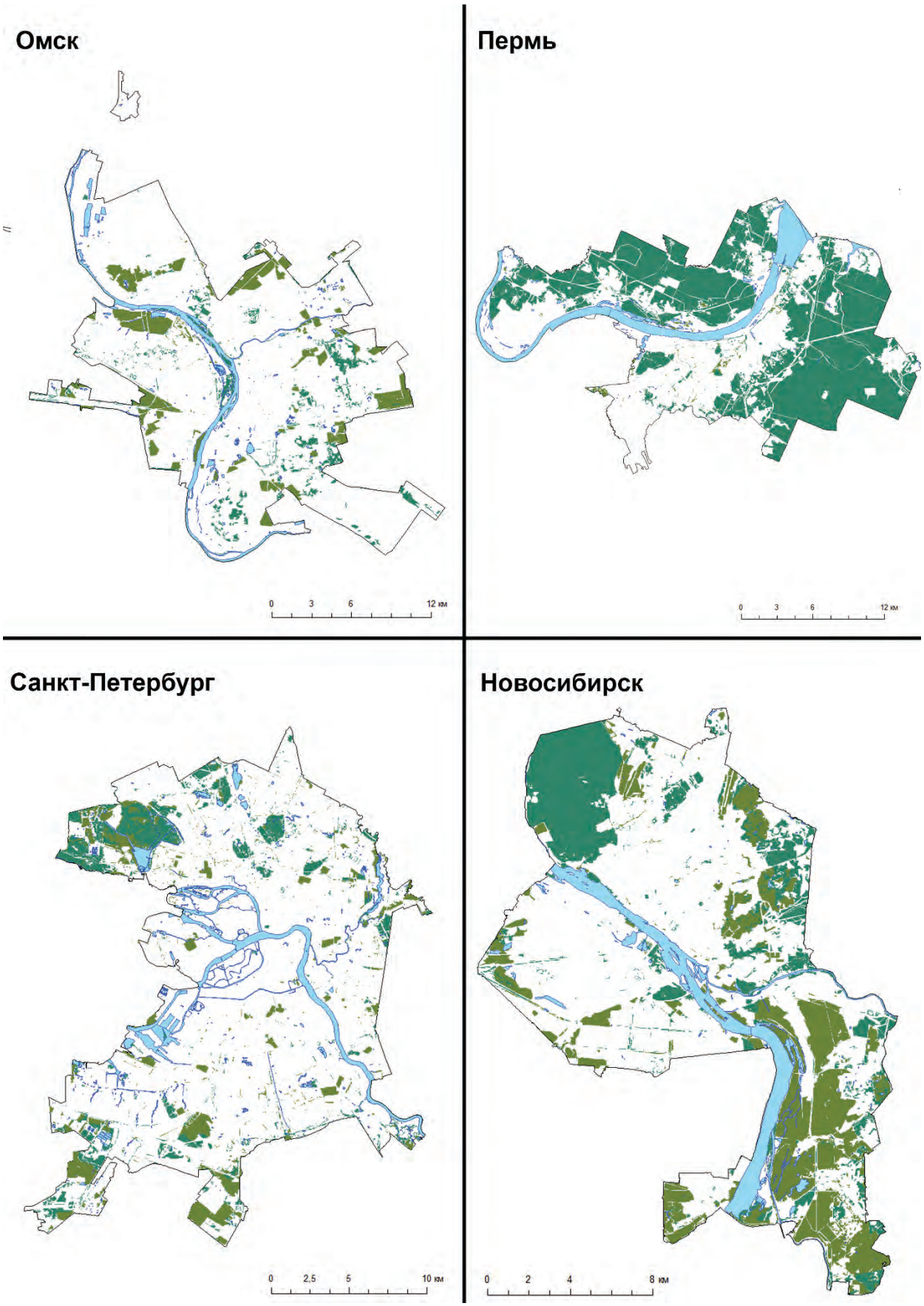


Рисунок 3.4.2.3. Зелёная инфраструктура, предоставляющая рекреационные услуги в Омске, Перми, Екатеринбурге, Новосибирске

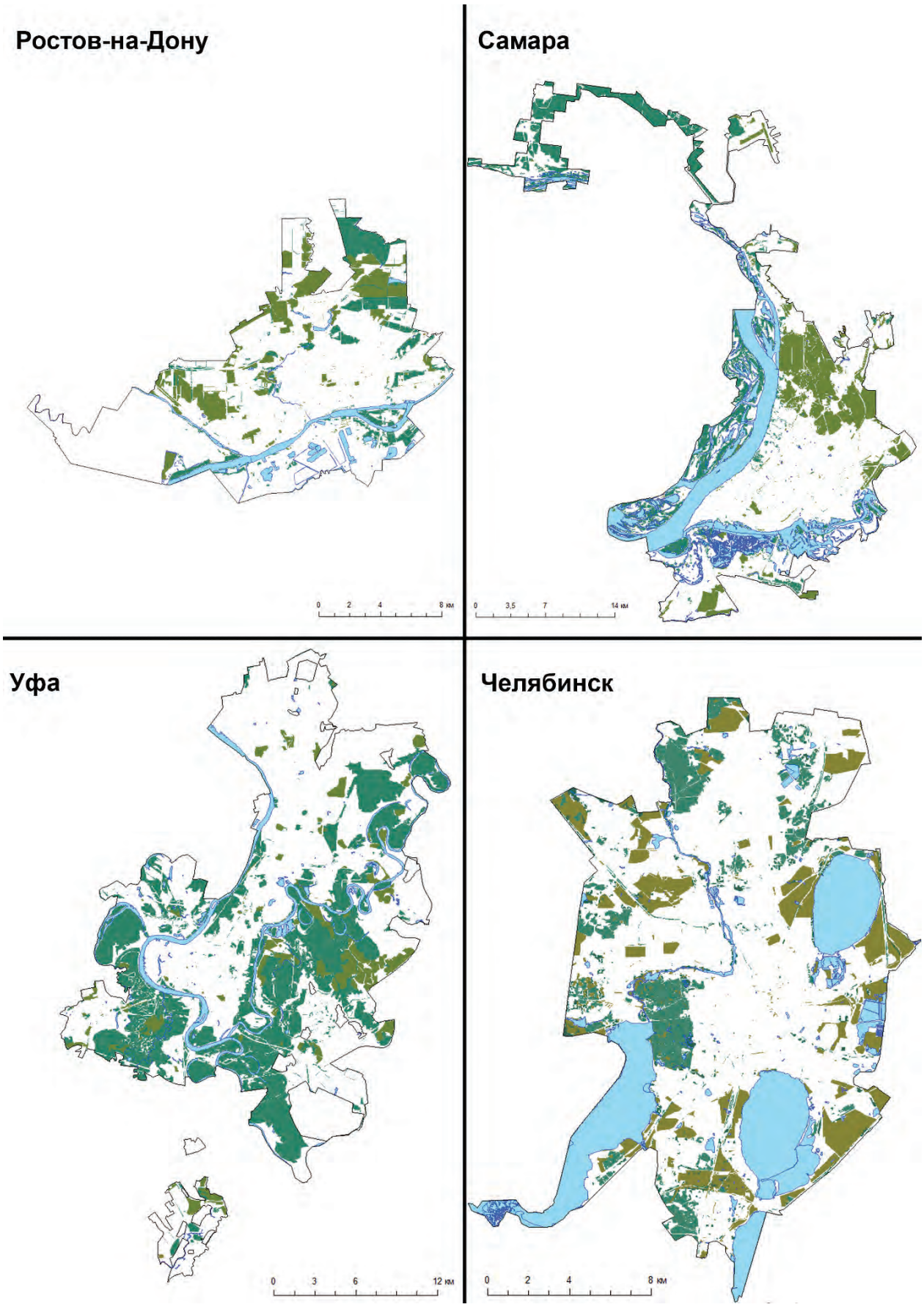


Рисунок 3.4.2.4. Зелёная инфраструктура, предоставляющая рекреационные услуги в Ростове-на-Дону, Самаре, Уфе и Челябинске

2. Для расчёта предельно допустимых рекреационных нагрузок на природные комплексы в Российской Федерации действует единственная утверждённая на государственном уровне методика (Временная методика..., 1987). Она принимает во внимание два условия: 1) виды туризма (экскурсии, туризм плановый, туризм самодеятельный, массового повседневного отдыха); 2) тип лесных или луговых сообществ (фактически тип напочвенного покрова природных комплексов)[16]. Показатели для массового повседневного отдыха (минимальные из имеющихся нормативов) были использованы нами для расчёта для городских особо охраняемых природных территорий. Для ООПТ всех городов был взят усреднённый норматив единовременной рекреационной нагрузки без учёта характера растительности – 2 чел/га, который авторами методики предлагается для березняков в зоне хвойно-широколиственных лесов. Разница в характере растительности ООПТ, а также возраст насаждений, протяжённость дорог и троп, степень атмосферного загрязнения и другие факторы для оценки предоставленного объёма нами не учитывались. Для иных элементов зелёной инфраструктуры были приняты нормативы рекомендуемой рекреационной нагрузки при среднерегулируемом режиме[17], составляющие 50 чел/га. Также был рассчитан предлагаемый объём, исходя из минимальных нормативов рекреационной нагрузки (как для ООПТ).

3. При умножении нормативных показателей на площадь ООПТ и других категорий ЗИ был получен предлагаемый объём – единовременное допустимое количество людей в пределах городских объектов зелёной инфраструктуры с учётом статуса территорий, но без учёта степени рекреационного обустройства (табл. 3.4.2).

Необходимый объём. Рассчитан, исходя из рекомендуемых значений единовременного числа посетителей парков в рамках нормативных стандартов (см., например,[18]) в 5 % населения города.

Соотношение необходимого и предоставленного объёма. В случае, если для расчёта брались разные величины рекреационной ёмкости, во всех городах, кроме Ростова-на-Дону, значение существенно выше 100 %. В Ростове-на-Дону низкое значение предоставленного объёма связано с тем, что площадь земель, пригодных для рекреации, согласно данным OSM, очень мала, а значительная часть внутригородского озеленения, по-видимому, попала в категорию малоплотной застройки, которая не была учтена при определении площадей, пригодных для рекреации. В случае, если применяется единое значение рекреационной ёмкости для ООПТ и иных типов зелёной инфраструктуры, то соотношение становится иным – предложение услуг превышает спрос только в Воронеже и Перми. В остальных же городах ситуация иная – спрос превышает предложение.

В связи с этим возможное уточнение результатов должно идти в следующих направлениях:

– использование максимально достоверной информации о составе зелёной инфраструктуры, предоставляющей рекреационные услуги, и о её современном состоянии;

– прояснение характера рекреационных занятий с целью уточнения норм ёмкости для их разных видов;

– детальное нормирование допустимых рекреационных нагрузок, не вредящих природным комплексам, с учётом эколого-географических особенностей территории: уклона местности, характера почвенно-растительного покрова, воздействия фактора беспокойства на животное население и т. д.

---

[16] Временная методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок / Гос. ком. СССР по лесн. хоз-ву и др. – М., 1987. – 33 с.

[17] Постановление Правительства Москвы от 6 августа 2002 г. № 623-ПП «Об утверждении норм и правил проектирования комплексного благоустройства на территории города Москвы МГСН 1.02-02».

[18] Постановление Правительства Москвы от 23 декабря 2013 г. № 1098/55 «Указания. Региональный парковый стандарт Московской области».

Таблица 3.4.2. Оценка услуги предоставления условий для рекреации в крупнейших городах РФ

Город	*Единовременное число посетителей на территории ООПТ (чел.)*	*Единовременное число посетителей на ЗИ вне ООПТ (чел.)*	*Суммарное число посетителей при разных коэффициентах нагрузки (чел.)*	*Суммарное число посетителей при нагрузке 2 чел/га (чел.)*	*Нормативное число посетителей (чел.)*	*Соотношение предлагаемого и необходимого объёмов при разных нормах нагрузки (%)*	*Соотношение предлагаемого и необходимого объёмов при нагрузке 2 чел/га (%)*
Волгоград	4600	500 000	504 600	24 600	50 750	994,29	48,47
Воронеж	15 150	981 250	996 400	54 400	52 000	1916,15	104,62
Екатеринбург	275	583 135	583 410	23 600	72 800	801,39	32,42
Казань	7152	606 200	613 352	31 400	61 600	995,70	50,97
Красноярск	0	435 000	435 000	17 400	54 150	803,32	32,13
Москва	35 200	4 010 000	4 045 200	195 600	61 9050	653,45	31,60
Нижний Новгород	6826	204 350	211 176	15 000	63 100	334,67	23,77
Новосибирск	2048	778 800	780 848	33 200	80 150	974,23	41,42
Омск	914	332 150	333 064	14 200	50 800	655,64	27,95
Пермь	8698,6	1 907 535	1 916 234	85 000	72 800	2632,19	116,76
Ростов-на-Дону	6600	20 000	26 600	7400	56 250	47,29	13,16
Самара	2534	651 650	654 184	28 600	58 500	1118,26	48,89
Санкт-Петербург	12 286	1 817 850	1 830 136	85 000	264 100	692,97	32,18
Уфа	2500	1 102 500	1 105 000	46 600	55 800	1980,29	83,51
Челябинск	14 306	227 350	241 656	23 400	58 900	410,28	39,73

4. Москва

Москва – крупнейший по численности населения город Европы, она входит в тридцатку наиболее населённых городов мира. Город имеет статус отдельного субъекта Федерации; в его состав входят 146 муниципальных образований, объединённых в 12 административных округов. В период с 1991 по 2015 г. численность населения Москвы выросла с 9 017 тыс. до 12 197 тыс. человек и продолжает увеличиваться и сейчас. В масштабах России Московская агломерация уникальна как по размерам, так и по своей роли в экономической системе страны (Махрова, Нефедова, Трейвиш, 2012). Последние 25 лет, прошедшие с момента распада Советского Союза, сопровождались серьёзной трансформацией экономики страны, в результате которой роль Москвы стала ещё более значимой. Произошла и структурная перестройка отраслей городской экономики, сопровождавшаяся увеличением доли непроизводственного сектора и сокращением вклада промышленных производств.

4.1 Краткая природно-ландшафтная характеристика

Лесной комплекс Москвы в значительной степени унаследовал породный состав природных биотопов, формировавшихся на стыке контрастных почвенно-геоморфологических условий – Смоленской возвышенности (с сосняками), Мещёрской низменности (с широколиственными дубовыми и липовыми лесами) и елово-широколиственными лесами Москворецко-Окской равнины. Высокая обводнённость и плотность речной сети обусловили широкое распространение пойменных ивняков и ольшаников, заливных лугов, низинных болот. На междуречьях встречались верховые и переходные болота.

Растительный покров современной Москвы представлен фрагментами сохранившихся природных лесных массивов (лесных, луговых, болотных) и озеленённых (парки, скверы, примагистральные и внутриквартальные насаждения) территорий. Сосновые леса занимают 21 % насаждений Старой Москвы (Покровское-Стрешнево, Кузьминский и Алёшкинский лес), чаще сосна встречается в составе смешанных сосново-дубовых, сосново-липовых с участием клёна и ясеня лесов. Ельники сохранились на значительно меньшей (около 1,9 %) территории (Лосиный Остров, Битцевский лес, Кунцево). Дубравы приурочены преимущественно к южной части города (Бирюлёвский массив, Измайлово, Кусково) и составляют немногим более 10 %. Практически повсеместно на территории города распространены липняки (18 % от лесной площади Старой Москвы). Значительную площадь занимают мелколиственные вторичные леса, прежде всего берёзовые (39 % площади старого города), осинники (3,8 %). В связи с сильной трансформацией речных долин пойменные леса – ивняки и ольшаники – сохранились на небольших участках. Луговые и болотные биотопы уцелели фрагментарно на очень небольших участках – таковы суходольные луга Крылатских холмов, Теплостанской возвышенности, долинные склоны вдоль рек Сходни, Сетуни, Чертановки, Городни и Раменки. Пойменные луга после зарегулирования стока реки Москвы повсеместно деградировали и сохранились лишь локально в пределах Москворецкого парка и Братеева. Фрагменты пойменных болот ещё можно встретить в низовьях р. Городни, в поймах Сетуни, Серебрянки, на Щучинском полуострове и в Серебряном Бору.

На присоединённых территориях Новой Москвы картина типов биотопов существенно иная. Более половины территорий, покрытых лесом, составляют мелколиственные насаждения с преобладанием берёзы и осины, в общей сложности занимающие почти 65 % лесов. На долю насаждений с преобладанием хвойных пород – ели и сосны – приходится соответственно 18,1 и 7,9 % площади лесов. Как правило, хвойные насаждения представлены лесными культурами, созданными в прошлом веке. Широколиственные леса занимают чуть менее 6 % покрытых лесом земель, из которых наибольшую долю занимают дубняки. Доля насаждений с доминированием липы в составе древостоев составляет 2,2 % от лесопокрытой площади. В составе древостоев отмечены и другие древесные породы: ольха серая, лиственница, ольха чёрная, вяз, ива древовидная, ясень, пихта, клён, тополь. Наиболее ценные из них – лиственница, пихта, вяз, ясень, клён – представлены исключительно лесными культурами разного возраста. Лиственница и пихта являются интродуцентами – видами, несвойственными местной флоре. Ольха серая принадлежит к числу мелколиственных пород, активно заселяющих заброшенные сельскохозяйственные угодья и вырубки. Ольха чёрная занимает низинные болота и заболоченные долины малых рек, а древовидные виды ив, как правило, произрастают в поймах. Почти треть лесных

насаждений составляют спелые и перестойные древостои, особенно высока их доля в осинниках, березняках, ольшаниках и березняках. В хвойных лесах преобладают средневозрастные насаждения.

В отличие от лесов озеленённые территории различного функционального назначения характеризуются отсутствием природных процессов саморегуляции и нуждаются в систематическом уходе и обновлении; для них типичны однообразная плановая и вертикальная структура и относительная бедность видового состава. В древостоях насаждений города доминируют липа мелколистная, тополь бальзамический, клён ясенелистный, ясень пенсильванский, вяз гладкий, дуб черешчатый и северный, клён остролистный, конский каштан, липа европейская, берёза повислая, а также хвойники – ель колючая, лиственница сибирская, туя западная. Кустарниковый ярус (кизильник, снежноягодник, карагана) также искусственно сформирован, напочвенный покров представлен разными видами, газон – часто с участием сорных трав.

Таким образом, зелёные насаждения Москвы представляют собой сложное сочетание лесных массивов (фрагментов зональной растительности) с историческими культурными ландшафтами и искусственными насаждениями различного породного состава и степени ухоженности. Законодательная основа и организационные формы управления зелёными насаждениями изменялись параллельно с процессами урбанизации Московского региона и прошли фазы «зелёного наряда города», «природного комплекса Москвы», экологического (градоэкологического – для Старой Москвы и природно-экологического – для Новой Москвы) каркаса, которые можно рассматривать как ответ на различные тренды в развитии зелёной инфраструктуры.

4.2. Зелёная инфраструктура Москвы: современное состояние, история управления и основные проблемы

4.2.1. Структура использования земель и тренды урбанизации

Для оценки современного состояния и объёма экосистемных услуг элементов зелёной инфраструктуры города использовалась методика, принятая в странах Европейского Союза (Green infrastructure and territorial cohesion, 2012), основанная на классификации типов городского использования земель и выполняемых ими экосистемных функций. Данные о площади каждого из типов были получены на основе геоинформационного моделирования в программном пакете ArcMap на основе общедоступных данных картографического сервиса Open Street Map (см. раздел 2.3). Современная структура использования земель представлена на конец 2016 г. (табл. 4.2.1.1, рис. 4.2.1.1). Карты использования земель для Старой Москвы и Новой Москвы показаны на рис. 4.2.1.2 и 4.2.1.3.

Территория Большой Москвы примерно наполовину занята застроенными площадями и наполовину – зелёной инфраструктурой, площадь последней даже немного больше – 44 и 55 % соответственно (табл. 4.2.1.1). Однако очевидно, что столь благоприятное соотношение возникло из-за присоединения к Москве в 2012 г. обширных незастроенных территорий Новой Москвы.

В составе городской зелёной инфраструктуры важнейшую роль играют леса – 33 % от общей площади Большой Москвы (табл. 4.2.1.1, рис. 4.2.1.1). На втором месте находятся пахотные земли (12 %) с важными качествами с точки зрения климатической адаптации – проницаемостью, влагонасыщенностью, способностью регулировать сток, они характеризуются высоким биологическим разнообразием почвенных беспозвоночных, а также накапливают и связывают парниковые газы, что немаловажно с точки зрения снижения их выбросов.

Среди различных типов застроенных территорий наиболее велика доля низкоплотной разорванной и прерывистой застройки с запечатанностью почвенного покрова 30–50 % (по 13 % от общей площади города), вместе занимающие более половины застроенных территорий (рис. 4.2.1.1). Такое соотношение также выглядит достаточно благоприятным с точки зрения последствий формирования острова тепла – наиболее тяжёлого по своим последствиям для здоровья населения возможного следствия климатических изменений. В то же время чрезвычайно уязвимыми выглядят зоны сплошной и прерывистой высокоплотной застройки со степенью запечатанности до 80 %, на которые в сумме приходится 1385 га или 0,53 % от площади города.

Таблица 4.2.1.1. Доля различных типов городской застройки и зелёной инфраструктуры в Большой Москве на конец 2016 г.

N п/п	*Типы землепользования*	*Коды**	*Площадь, га*	*Доля площади, %*
	Застроенные территории			
1	Зона сплошной городской застройки с запечатанностью более 80 %	11100	85	0,03
2	Зона прерывистой высокоплотной городской застройки с запечатанностью 50–80 %	11210	1300	0,51
3	Зона прерывистой среднеплотной городской застройки с запечатанностью 30–50 %	11220	5452	2,12
4	Зона прерывистой низкоплотной городской застройки с запечатанностью 30–50 %	11230	34 343	13,38
5	Зона разорванной городской застройки очень низкой плотности с запечатанностью 30–50 %	11240	34 499	13,44
6	Промзоны, общественно-деловые и коммерческие, частные и милитаризованные зоны	12100	16 090	6,27
7	Магистральные транзитные автодороги и примыкающие зоны отчуждения	12210	7772	3,03
8	Прочие дороги и примыкающие зоны отчуждения	12220	8831	3,44
9	Железные дороги и зоны отчуждения	12230	3412	1,33
10	Аэропорты	12400	179	0,07
11	Карьеры и свалки	13100	52	0,02
12	Территории строительства и реконструкции	13300	3450	1,34
	Итого по застроенным территориям		115 465	43,64
	Основные элементы зелёной инфраструктуры			
13	Неиспользуемые земли	13400	234	0,09
14	Озеленённые городские территории	14100	7414	2,89
15	Территории спорта и отдыха	14200	1020	0,40
16	Пахотные земли	21000	31 918	12,43
17	Земли, занятые садами и многолетними культурами	22000	1422	0,55
18	Пастбища	23000	321	0,13
19	Леса	31000	86 149	33,55
20	Луговая травянистая растительность	32000	2312	0,90
21	Открытые пространства	33000	5112	1,99
22	Болота и заболоченная растительность всех типов	40000	834	0,32
23	Акватории	50000	4543	1,77
	Итого по основным элементам зелёной инфраструктуры		*141 279*	*55,02*

* Коды соответствуют Атласу городов Европы (https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas/urban-atlas-2018).

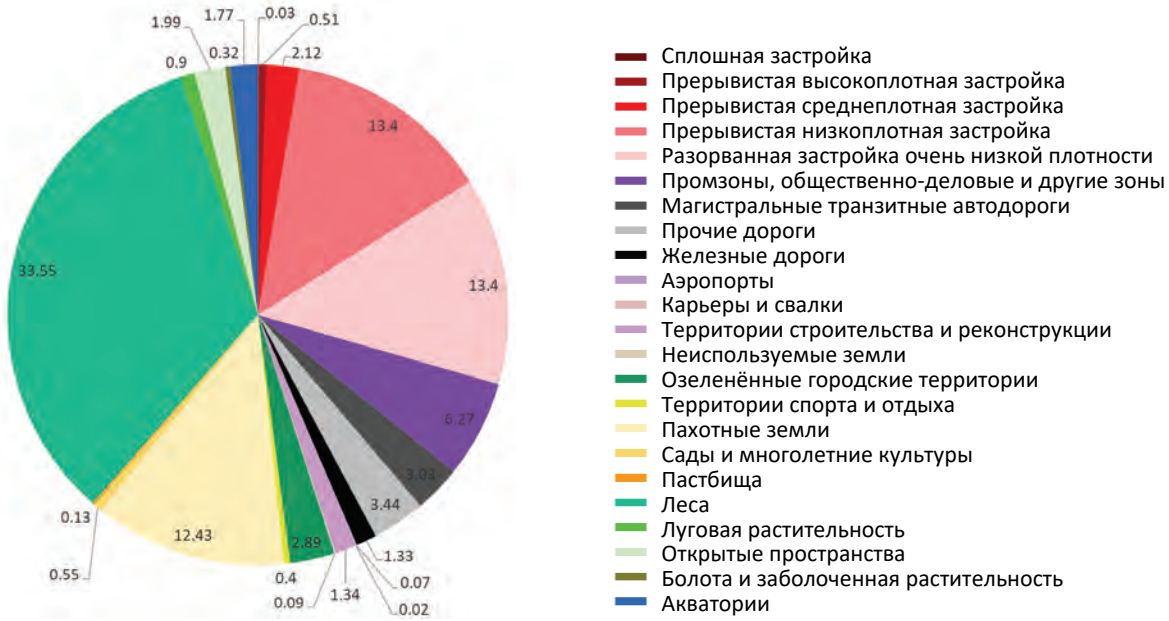


Рисунок 4.2.1.1. Доля различных типов городской застройки и зелёной инфраструктуры в Большой Москве

Сплошная застройка
Прерывистая высокоплотная застройка
Прерывистая среднеплотная застройка
Прерывистая низкоплотная застройка
Разорванная застройка очень низкой плотности
Промзоны, общественно-деловые и другие зоны
Магистральные транзитные автодороги
Прочие дороги
Железные дороги
Аэропорты
Карьеры и свалки
Территории строительства и реконструкции
Неиспользуемые земли
Озеленённые городские территории
Территории спорта и отдыха
Пахотные земли
Сады и многолетние культуры
Пастбища
Леса
Болота и заболоченная растительность
Акватории

Рисунок 4.2.1.2. Структура использования земель в Старой Москве

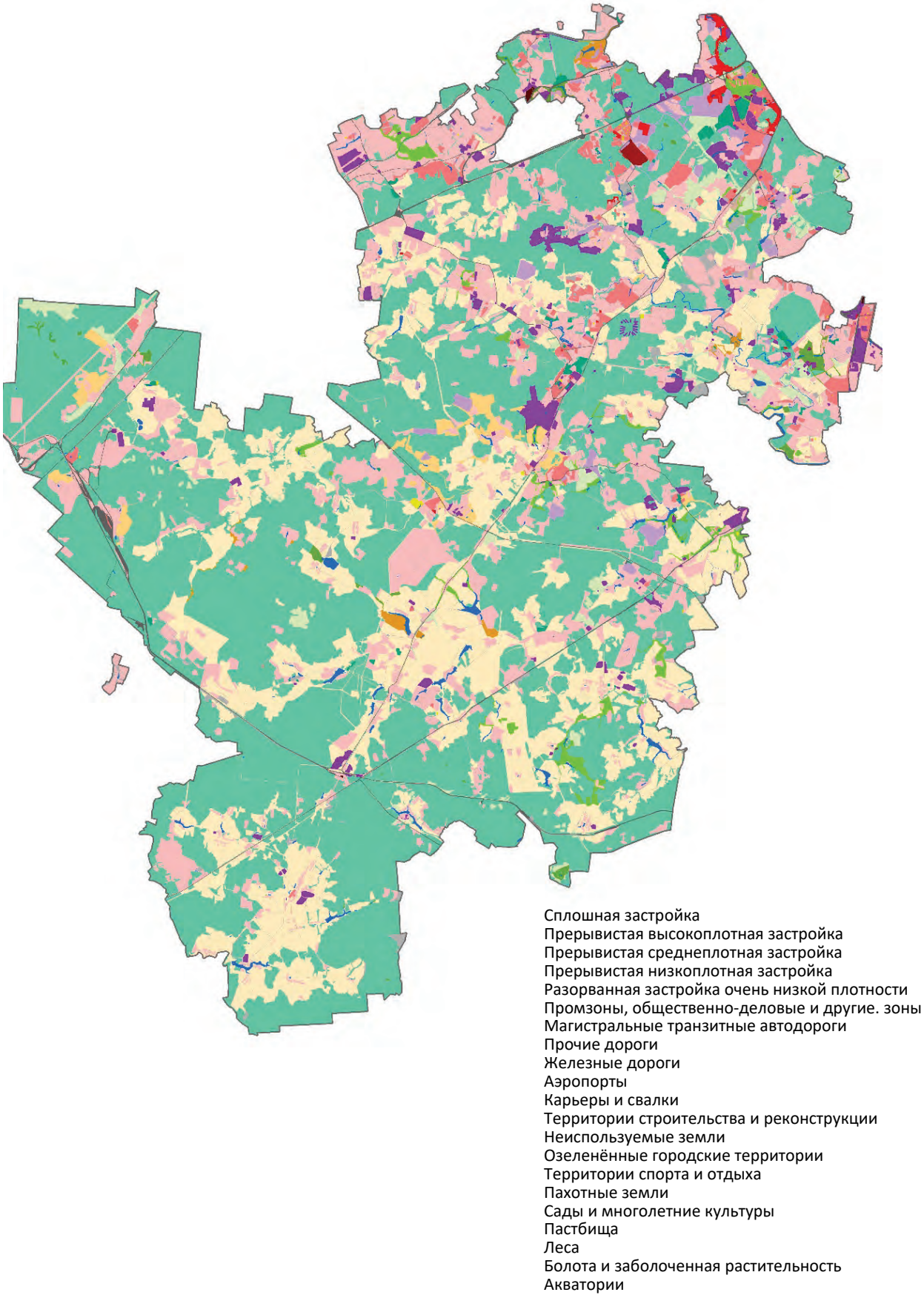


Рисунок 4.2.1.3. Структура использования земель в Новой Москве

Тренды развития московской агломерации в период с 1991 по 2014 гг. были рассчитаны по данным Atlas of Urban Expansion[19]. Их анализ даёт вполне ожидаемые результаты (табл. 4.2.1.2) – плотная городская застройка, занимавшая наибольшее место в пределах Старой Москвы в начале 1990-х гг. (44 %), продолжает наращивать свою долю, достигнув в 2014 г. 62 %. Неожиданно высоким оказывается её рост в границах вновь присоединённых территорий с 0,6 до 4,07 % – практически в 8 раз! «Рыхлая», но тем не менее «городская» по характеру застройка также сильно выросла в пределах Новой Москвы, и здесь же втрое выросла доля урбанизированных открытых пространств. При этом доля урбанизированных открытых пространств в пределах Старой Москвы устойчиво сокращается (с 23 до 17 %). Одновременно растёт доля замкнутых, т. е. изолированных со всех сторон застройкой и не связанных с другими элементами зелёной инфраструктуры пространств, – вдвое как в пределах Старой Москвы, так и в пределах города в целом.

Быстрыми темпами «съедаются» открытые пространства сельской местности, формирующие основной потенциал экосистемных услуг города – с 60,85 до 47,2 % по городу в целом. Ещё быстрее они сокращаются в пределах Новой Москвы – с 90,68 до 73,51 %. В Старой Москве подобные пространства (ещё сохраняющиеся кое-где – например, в Мневниках) сократились практически вдвое – с 20,16 до 11,57 %. Уникальным образом «поглощаются» и водные пространства – вероятно, в основном за счёт осушения и освоения бывших «чеков» обводнённых торфяников, засыпки отдельных прудов и т. д.

Таблица 4.2.1.2. Трансформация типов городской застройки с разной степенью озеленённости в 1991–2014 гг.

Типы городской застройки с разной степенью озеленённости	*Доля городской застройки с разной степенью озеленённости, % от площади ареала*								
	Большая Москва			*Старая Москва*			*Новая Москва*		
	1991	*2001*	*2014*	*1991*	*2001*	*2014*	*1991*	*2001*	*2014*
Плотная городская застройка	18,90	24,88	29,03	43,75	56,22	61,58	0,60	1,84	4,77
«Рыхлая» городская застройка	4,29	4,37	5,29	7,60	5,17	4,38	1,88	3,84	6,07
Сельская застройка	2,49	2,77	2,47	1,42	0,94	0,64	3,32	4,17	3,86
Урбанизированные открытые пространства	11,54	11,54	13,74	23,17	18,71	17,70	3,03	6,37	10,93
Замкнутые открытые пространства	0,58	0,78	1,24	1,28	1,41	2,10	0,07	0,32	0,60
Открытые пространства сельской местности	60,85	54,43	47,22	20,16	15,18	11,57	90,68	83,09	73,51
Водные объекты	1,36	1,24	1,02	2,61	2,37	2,03	0,41	0,38	0,26

Анализ приведённых количественных данных позволяет говорить о двух качественно различающихся этапах урбанизации московского региона. На первом этапе (1991–2001) значительна доля перехода открытых урбанизированных территорий в городскую застройку (более 3 %), на втором (2001–2015 гг.) этот ресурс в значительной степени уже исчерпан. Также на первом этапе велика доля трансформации (в реальности – застройка с предварительным сносом) пригородной застройки в плотную городскую (почти 4,7 %), на втором – этот показатель вдвое ниже.

Для определения трендов трансформации территорий, способных оказывать экосистемные услуги (см. раздел 4.3), были также определены основные типы переходов между категориями, что позволило выявить основные тренды трансформации экосистемных услуг за период 2001–2014 гг. (табл. 4.2.1.3).

Трансформация застройки с различной степенью озеленённости характеризовалась разными типами процессов:

– уплотнением городской застройки в уже существовавших ареалах (переход 6);

– сменой характера застройки с сельской на городскую (переход 3);

[19] http://www.atlasofurbanexpansion.org/cities/view/Moscow

– увеличением застроенности на территориях, где ранее существовали лишь отдельные элементы городской застройки (переходы 7 и 8) – 2,13 % территории города;

– экспансией застроенных территорией на ранее открытые пространства сельской местности (переходы 1, 2, 4, 5) – 5,93 % территории.

Таблица 4.2.1.3. Типы трансформации застройки с разной степенью озеленённости в 2001–2014 гг.

№	Типы переходов в 2001–2015 гг.	Доля разных типов трансформации от площади ареала, %			Последствия для экосистемных услуг
		Большая Москва	Старая Москва	Новая Москва	
1	Открытые пространства сельской местности – урбанизированные открытые пространства	4,05	1,74	5,85	Все услуги сокращаются
2	Открытые пространства сельской местности – сельская застройка	0,77	0,08	1,29	Все услуги сокращаются
3	Сельская застройка – «рыхлая» городская застройка	1,03	0,51	1,45	Фрагментация городской ЗИ
4	Открытые пространства сельской местности – замкнутые открытые пространства	0,64	0,9	0,46	Все услуги сокращаются
5	Открытые пространства сельской местности – плотная городская застройка	0,47	0,51	0,45	Нарастание плотности застройки
6	«Рыхлая» городская застройка – плотная городская застройка	1,66	1,93	1,49	Нарастание плотности застройки
7	Урбанизированные открытые пространства – плотная городская застройка	1,62	2,69	0,83	Без особых изменений
8	Урбанизированные открытые пространства – «рыхлая» городская застройка	0,51	0,29	0,69	Без особых изменений

В отношении потенциала экосистемных услуг наиболее неблагоприятным следует считать два последних процесса (в сумме на них приходится 8,06 % территории Большой Москвы), так как они связаны с включением в городскую ткань обширных сельских ареалов и их последующим отрывом от элементов зелёной инфраструктуры пригородной зоны, в том числе от лесных массивов.

Открытая сельская местность с её наиболее высоким средостабилизирующим потенциалом оказалась наиболее востребованным территориальным ресурсом нынешней фазы урбанизации. Она поглощается всеми видами застройки и, кроме того, переходит в урбанизированные открытые пространства и замкнутые открытые пространства, что в первом случае полностью сводит на нет её экосистемные услуги, во втором – существенно их ограничивает.

На основании описанных выше трендов урбанизации в 2001–2014 гг. были рассчитаны возможные темпы сокращения площадей территорий, оказывающих экосистемные услуги в горизонте планирования 2025–2045 гг. (табл. 4.2.1.4). Наряду с уже указанными элементами зелёной инфраструктуры расчёт был проведён также и для речных долин, учитывая их высокую значимость с точки зрения регулирования стока и сохранения биологического разнообразия.

Таблица 4.2.1.4. Прогноз площадей элементов зелёной инфраструктуры при сохранении нынешней модели градостроительного развития

Элементы зелёной инфраструктуры	Площади, га				
	2021–2025	2026–2030	2031–2035	2036–2040	2041–2045
Озеленённые городские территории	7256,1	7101,53	6950,26	6802,22	6657,34
Территории спорта и отдыха	1061,3	1038,70	1016,58	994,93	973,73
Леса и лесопарки	82 108,6	80 359,70	78 648,04	76 972,83	75 333,31
Луговая травянистая растительность	2177,9	2131,51	2086,11	2041,68	1998,19
Незанятые (незапечатанные) пространства, пустыри	4939,7	4834,51	4731,53	4630,75	4532,12
Болота и заболоченная растительность	745,4	729,55	714,01	698,80	683,92
Речные долины	5397,3	5282,30	5169,78	5059,67	4951,90
Насаждения вдоль автомобильных и железных дорог в буферной зоне 100 м	29,1	28,43	27,83	27,23	26,65

Если тренды урбанизации, наблюдавшиеся в период второй фазы – в 2001–2015 гг., – сохранятся, то без дополнительных мер по экореабилитации и озеленению площадь элементов зелёной инфраструктуры будет сокращаться, хотя и разными темпами. Наиболее существенным будет сокращение площади лесов и лесопарков, наиболее низкими темпами будет снижаться площадь территорий для спорта и отдыха.

4.2.2. ООПТ Москвы

4.2.2.1. Основные проблемы ООПТ Москвы

По данным Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы, в настоящее время в городе имеется 121 особо охраняемая природная территория (ООПТ)[20], общей площадью более 17,9 тыс. га (рис. 4.2.2.1). По своему статусу, задачам и наиболее обширной площади национальный парк (НП) «Лосиный Остров» и природно-исторические парки (ПИП) (их в городе 10) соответствуют довольно высокой – второй – категории по классификации Международного союза охраны природы.

Основные категории ООПТ, согласно данному закону, различаются не только по режимам природопользования, но и по своим функциям. К числу универсальных приоритетных задач большинства городских охраняемых природных территорий относятся сохранение природного комплекса и его биологического разнообразия, а также поддержание экологического баланса. Обеспечение условий для туризма и рекреации можно назвать приоритетной задачей для природных парков и потенциально возможной задачей для природных заказников и памятников природы, но для природно-исторических парков и национального парка эти задачи второстепенны. Важно отметить, что обеспечение условий для физкультурно-оздоровительных занятий указаны в законе лишь для природно-исторических парков (в качестве второстепенных задач), для остальных же категорий ООПТ они или потенциально возможны, или являются непрофильными задачами. Таким образом, имеющаяся нормативно-правовая база в области ООПТ однозначно подчёркивает, что их главная функция – средозащитная, и в этом их принципиальное отличие от остальных территорий природного комплекса города.

Анализ текущей ситуации и состояния ООПТ г. Москвы позволяет выделить их следующие ключевые проблемы (часть из них более подробно рассмотрена в следующих разделах).

1) Низкая обеспеченность особо охраняемыми природными территориями отдельных районов города, особенно его центральной части. Для ликвидации этой диспропорции в центральных районах города отсутствие ООПТ может быть компенсировано созданием на освобождающихся от сносимых зданий площадях парков и зелёных массивов, которые в случае значительной площади в отдалённом будущем могут успешно реализовывать средозащитные функции. Однако и в тех районах города, где обеспеченность ООПТ достаточно высока, для них характерна недостаточная транспортная доступность, в том числе и для горожан, испытывающих сложности с перемещением.

2) Чрезмерная рекреационная нагрузка, угрожающая природным экосистемам и биоразнообразию. Согласно данным Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы, только количество посетителей специализированных экологических экскурсий ежегодно составляет около 70 тыс. человек, а общее число посетителей всех городских ООПТ, по самым приблизительным данным, в три раза больше численности населения столицы. Как показал анализ вместимости рекреационной инфраструктуры 10 самых крупных ООПТ Москвы, плотность отдыхающих, которая достигается ее использованием, в разы превышает предельно допустимые рекреационные нагрузки для природных комплексов ООПТ (см. раздел 4.2.2.2).

3) Нецелевое использование ООПТ, застройка спортивными и развлекательными объектами, неграмотное благоустройство, разрушающее природные экосистемы и вредящее биоразнообразию (см. раздел 4.2.3.4).

[20] http://www.dpioos.ru/eco/ru/oopt

Рисунок 4.2.2.1. ООПТ Москвы (http://www.dpioos.ru/eco/ru/oopt)

4.2.2.2. Рекреационный пресс на ООПТ г. Москвы

В настоящее время на ООПТ Москвы реализуется стратегия развития рекреационной инфраструктуры и повышения числа отдыхающих (см. раздел 4.2.3.4). На ООПТ массово создаётся инфраструктура для различных видов рекреации: познавательная рекреация, спортивная рекреация, отдых с детьми, прогулочный отдых, отдых на свежем воздухе, отдых у воды. Для ряда самых крупных ООПТ Москвы нами проведён анализ вместимости рекреационных сооружений, который показывает, сколько человек может единовременно «вместить» вся инфраструктура данной ООПТ. Был определён показатель предполагаемой единовременной рекреационной вместимости, а не текущей нагрузки, для определения которой необходимо учитывать режим посещения ООПТ, длительность пребывания посетителей и проч.

Источники данных и нормативы для оценки вместимости рекреационной инфраструктуры ООПТ показаны в табл. 4.2.2.2.1. Данные Open Street Map были использованы для выявления дорожно-тропиночной сети. Детские и спортивные площадки, а также амфитеатры, пляжи и другие объекты были

оцифрованы по спутниковым снимкам (взяты с геоинформационного портала Яндекс. Карты). Также были использованы сайты ООПТ, сайт Мосприроды и Портал открытых данных Правительства Москвы, где размещена информация о рекреационных возможностях природных территорий.

Таблица 4.2.2.2.1. Нормативы вместимости рекреационной инфраструктуры

Индикатор	*Исходные данные*	*Норматив*
Нормативная вместимость спортивных сооружений	Выявленные спортивные объекты	1) Распоряжение Москомспорта от 15 февраля 2019 г. № 25 «Стандарт Департамента спорта города Москвы “Универсальные спортивные площадки; площадки для игры в футбол, волейбол, баскетбол; площадки для игры в настольный теннис; теннисные корты; городошные площадки; тренажёрные городки. Общие требования”» 2) Приказ Минспорта России от 25.05.2016 № 586 «Об утверждении Методических рекомендаций по развитию сети организаций сферы физической культуры и спорта и обеспеченности населения услугами таких организаций» 3) ВСН 46-86 / Госгражданстрой. «Спортивные и физкультурно-оздоровительные сооружения. Нормы проектирования» 4) Компания Workoutcity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://workoutcity.ru/. – Дата доступа: 3.04.2020
Нормативная вместимость детских площадок	Выявленные детские площадки	Руководство по проектированию парков. – Белорус. гос. н.-и. и проект. ин-т градостроительства. – Минск, 1980
Нормативная вместимость дорожек	Open Street Map	Приказ Минспорта России от 25.05.2016 № 586 «Об утверждении Методических рекомендаций по развитию сети организаций сферы физической культуры и спорта и обеспеченности населения услугами таких организаций»
Нормативная вместимость водных объектов	Яндекс.Карты	*Карташова Н.П., Селиванова А.С.* Рекреационная емкость пляжных территорий и их благоустройство (на примере береговой линии реки Воронеж) // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. Т. 15. № 3–2
Нормативная вместимость конюшен	Сайты конюшен	Приказ Минспорта России от 25.05.2016 № 586 «Об утверждении Методических рекомендаций по развитию сети организаций сферы физической культуры и спорта и обеспеченности населения услугами таких организаций»
Нормативная вместимость пикниковых точек	Мосприрода, Портал открытых данных Правительства Москвы	Постановление Правительства Московской области от 23 декабря 2013 г. № 1098/55 «Об утверждении “Указания. Региональный парковый стандарт Московской области”»

Суммарная вместимость рекреационной инфраструктуры ООПТ вычислялась по формуле:

$$E=\sum P_i,$$

где P_i – нормативная вместимость *i*- типа рекреационных объектов.

Ёмкость спортивных объектов, предназначенных для командных игр, была определена по числу игроков в команде, ёмкость спортивных и детских площадок определена, исходя из площадных нормативов (например, на одного человека должно приходиться 4 м^2 спортивной площадки). Ёмкость дорожек была определена через их длину, ёмкость водных объектов – через длину береговой линии пляжа, нормативы вместимости пляжа и количества лодок на лодочной станции. В том случае, если водные объекты не были обустроены для отдыха, их вместимость не учитывалась, даже исходя из наличия водного объекта в принципе. Вместимость пикниковых точек также была определена по имеющимся нормативам, а где возможно, были взяты данные о вместимости пикниковых точек с сайтов ООПТ. Музейные комплексы и спортивные стадионы, которые имеются на некоторых ООПТ, при оценке не учитывались. Полученные оценки вместимости рекреационной инфраструктуры для 13 крупнейших ООПТ Москвы показаны в таблице 4.2.2.2.2.

Таблица 4.2.2.2.2. Вместимость рекреационной инфраструктуры на избранных ООПТ Москвы

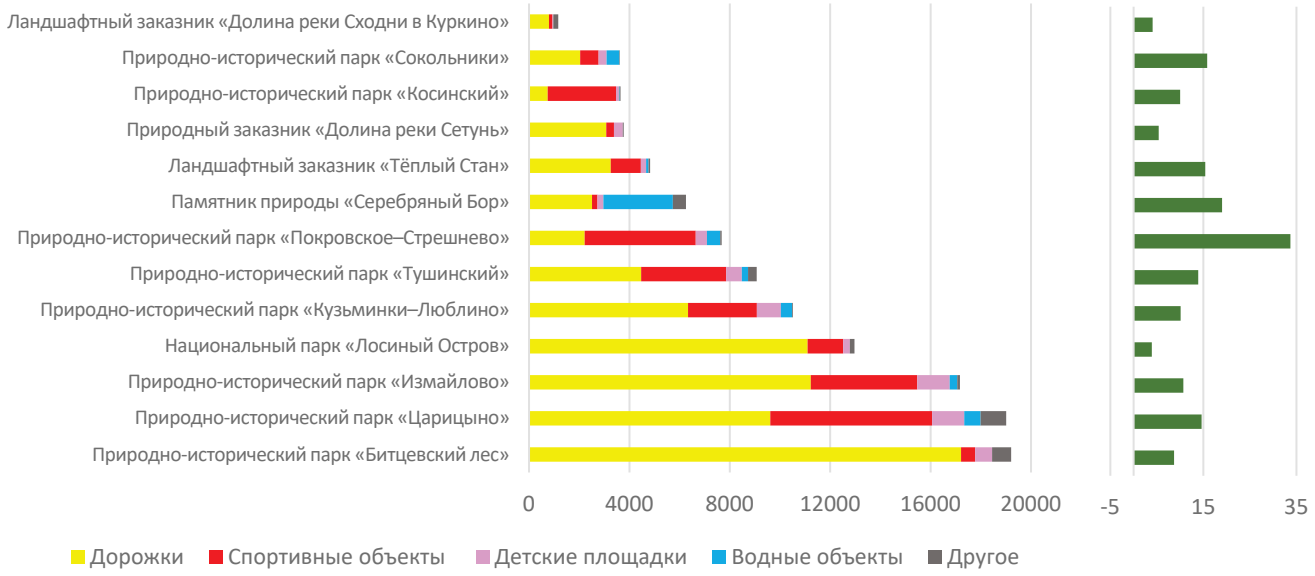
ООПТ	Вместимость, чел.						Плотность отдыхающих, чел/га
	Водные объекты	Спортивные объекты	Детские площадки	Дорожки, включая велосипедные	Другое*	Суммарная	
Ландшафтный заказник «Долина реки Сходни в Куркино»		140	29,0	797	200	1166	4,1
Ландшафтный заказник «Тёплый Стан»	98	1195,5	212,0	3257	60	4822,5	15,4
Природный заказник «Долина реки Сетунь»		301,65	350,0	3080	40	3771,65	5,4
Национальный парк «Лосиный Остров»		1417	268,0	11 099	185	12 969	3,9
Памятник природы «Серебряный Бор»	2768	222,12	234,0	2507	520	6251,12	19,0
Природно-исторический парк «Битцевский лес»		562,15	676,0	17 210	760	19 208,15	8,7
Природно-исторический парк «Измайлово»	300	4244,12	1293,0	11 223	110	17 170,12	10,7
Природно-исторический парк «Косинский»	21	2721,13	117,0	746	40	3645,13	10,0
Природно-исторический парк «Кузьминки-Люблино»	444	2741,53	960,0	6333	31	10 509,53	10,1
Природно-исторический парк «Покровское-Стрешнево»	531	4425,51	445,0	2215	60	7676,51	33,7
Природно-исторический парк «Сокольники»	512	732,28	320,0	2036	20	3620,28	15,8
Природно-исторический парк «Тушинский»	251	3387,52	623,0	4466	340	9067,52	13,9
Природно-исторический парк «Царицыно»	654	6444,71	1280,0	9613	1020	19 011,71	14,6

* Конюшни и пикниковые точки.

Наибольшую рекреационную вместимость имеют дорожки, где одновременно могут прогуливаться тысячи человек. Значительную вместимость имеют спортивные объекты за счёт площадок для воркаута и игровых видов спорта. Водные объекты имеют наименьшую вместимость (табл. 4.2.2.2.2, рис. 4.2.2.2.1 а).

Из проанализированных ООПТ наибольшую вместимость рекреационных сооружений имеют ПИП «Битцевский лес», «Царицыно» и «Измайлово» (табл. 4.2.2.2.2, рис. 4.2.2.2.1 а). Это большие по площади ООПТ, на территории которых есть инфраструктура для всех видов рекреации. Показатели достигаемой плотности отдыхающих распределены по ООПТ иначе (табл. 4.2.2.2.2, рис. 4.2.2.2.1 б): максимальная плотность (34 чел/га) может быть достигнута в относительно небольшом по площади ПИП «Покровское-Стрешнево», минимальная (около 4 чел/га) – в заказнике «Долина реки Сходни в Куркино», где вместимость инфраструктуры минимальна, и в НП «Лосиный Остров», очевидно, за счёт его большой площади.

Полученные оценки показывают, что плотность отдыхающих, на которую рассчитана рекреационная инфраструктура в ООПТ, составляет от 4 до 34 человек на га и в большинстве проанализированных ООПТ превышает 10 человек на га. Эти показатели многократно превышают среднюю оценку предельно допустимых рекреационных нагрузок для лесных участков в зоне хвойно-широколиственных лесов РФ – около 2 человек на га (Временная методика..., 1987; также см. раздел 3.4.2). Такие запредельные нагрузки неизбежно ведут к деградации природных комплексов и биоразнообразия на ООПТ.



а б

Рисунок 4.2.2.2.1. Ёмкость рекреационной инфраструктуры ООПТ г. Москвы: а) вместимость рекреационных объектов разного типа, человек; б) плотность запланированных посетителей ООПТ, чел./га

4.2.2.3. Степень фрагментированности ООПТ Москвы

Основная часть московских ООПТ имеет небольшие размеры. 85 ООПТ (70 % от числа всех ООПТ) имеет площадь не более 10 га, причём 52 из них – это памятники природы площадью не более 1 га (табл. 4.2.2.3.1). Крупных ООПТ в Москве – единицы. 13 ООПТ (в основном это природно-исторические парки) имеют площадь от 100 до 1000 га, и только 6 ООПТ имеют площадь более 1000 га (одна ООПТ из этого числа – ПИП «Москворецкий» – состоит из 8 участков). Однако эти немногочисленные крупные ООПТ составляют подавляющую часть площади ООПТ в Москве (рис. 4.2.2.3.1).

Таблица 4.2.2.3.1. Распределение ООПТ по группам в зависимости от площади (по данным Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы, http://www.dpioos.ru/eco/ru/oopt)

Диапазон значений площади, га	*Число ООПТ*	*Доля от суммарного числа ООПТ, %*	*Суммарная площадь ООПТ в этой группе, га*	*Доля от суммарной площади ООПТ в Москве, %*	*Категория ООПТ*	*Охраняемые объекты*
<1 га	52	43,0	18	0,1	Памятники природы	Родники, отдельные деревья, геологические объекты
1–10 га	33	27,3	166	0,9	Памятники природы	Группы родников, аллеи, балки, овраги, луга, участки леса
10–100 га	17	14,0	545	3,0	Памятники природы, ландшафтные заказники	Долины рек, участки леса, болото
100–1000 га	13	10,7	4248	23,7	Заказники, природно-исторические парки*	Природные и природно-исторические комплексы
> 1000 га	6	5,0	12 939	72,2	Природно-исторические парки, национальный парк	ПИП «Москворецкий»* НП «Лосиный Остров» ПИП «Битцевский лес» ПИП «Измайлово» ПИП «Царицыно» ПИП «Кузьминки–Люблино»

* Состоят из нескольких участков.

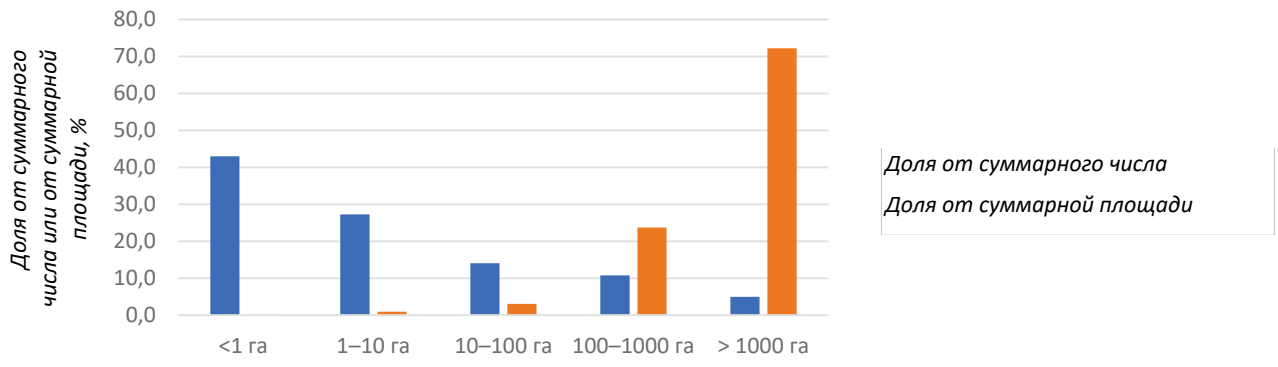


Рисунок 4.2.2.3.1. Доля ООПТ разной площади в их суммарном числе и площади в Москве (по данным Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы, http://www.dpioos.ru/eco/ru/oopt)

Таким образом, несмотря на значительное число ООПТ в Москве (121) их подавляющее большинство имеет площадь, недостаточную для полноценного сохранения природных экосистем и типичного для них биоразнообразия. Однако фрагментация оказывает существенное негативное влияние и на крупные ООПТ. Там фрагментация экосистем происходит из-за их нецелевого использования (включая капитальное строительство), неграмотного благоустройства, чрезмерного рекреационного использования (рост тропиночной сети, строительство объектов рекреационной инфраструктуры).

Сильнейший рекреационный пресс на ООПТ Москвы, который намеренно усиливается строительством рекреационной инфраструктуры, является важнейшим фактором фрагментации природных экосистем. Для его оценки был посчитан индекс соотношения периметра и площади участков природных экосистем $PAR = P/S$, где P – периметр участка, S – площадь участка (Rutledge, 2003), для 13 крупнейших ООПТ Москвы. Участки растительности были определены при помощи классификации с обучением спутникового снимка в программе ArcMap. Для этого был использован снимок Santinel-2 за 28 августа 2019 г. с пространственным разрешением 10x10 м. В единый слой природных экосистем были объединены растительность и водные объекты, чтобы избежать «фрагментации» растительности водоёмами. Затем из этого слоя были удалены пиксели, занятые дорогами, тропами и рекреационными объектами. Затем в ячейках 50 x 50 м был подсчитан индекс PAR. Результаты показаны в табл. 4.2.2.3.2 и на рис. 4.2.2.3.2. Стоит отметить, что полученные оценки фрагментированности могут быть занижены, так как в анализе не учитывались здания и инфраструктура, не связанная с задачами рекреации (медицинские учреждения, пожарные посты, коммунальные сооружения).

Таблица 4.2.2.3.2. Показатели фрагментированности 13 крупнейших ООПТ Москвы

ООПТ	*Индекс PAR*		*Площадь ненарушенных территорий (PAR⩽0,08), га*	*Доля нефрагментированных ячеек (PAR⩽0,08), %*
	Среднее значение в ячейках	*Стандартное отклонение*		
Национальный парк «Лосиный Остров»	0,110	0,041	2052	61
ПИП «Битцевский лес»	0,135	0,050	623	28
ПИП «Измайлово»	0,120	0,038	584	36
ПИП «Царицыно»	0,127	0,045	453	35
ПИП «Кузьминки-Люблино»	0,119	0,036	351	34
Заказник «Долина реки Сетунь»	0,179	0,123	215	31
ПИП «Тушинский»	0,146	0,074	215	33
ПИП «Косинский»	0,098	0,024	195	53
Заказник «Долина реки Сходня в Куркино»	0,104	0,028	105	37
ПИП «Сокольники»	0,122	0,033	60	26
Заказник «Тёплый Стан»	0,140	0,050	58	19
Памятник природы «Серебряный Бор»	0,235	0,159	41	13
ПИП «Покровское-Стрешнево»	0,138	0,042	38	16

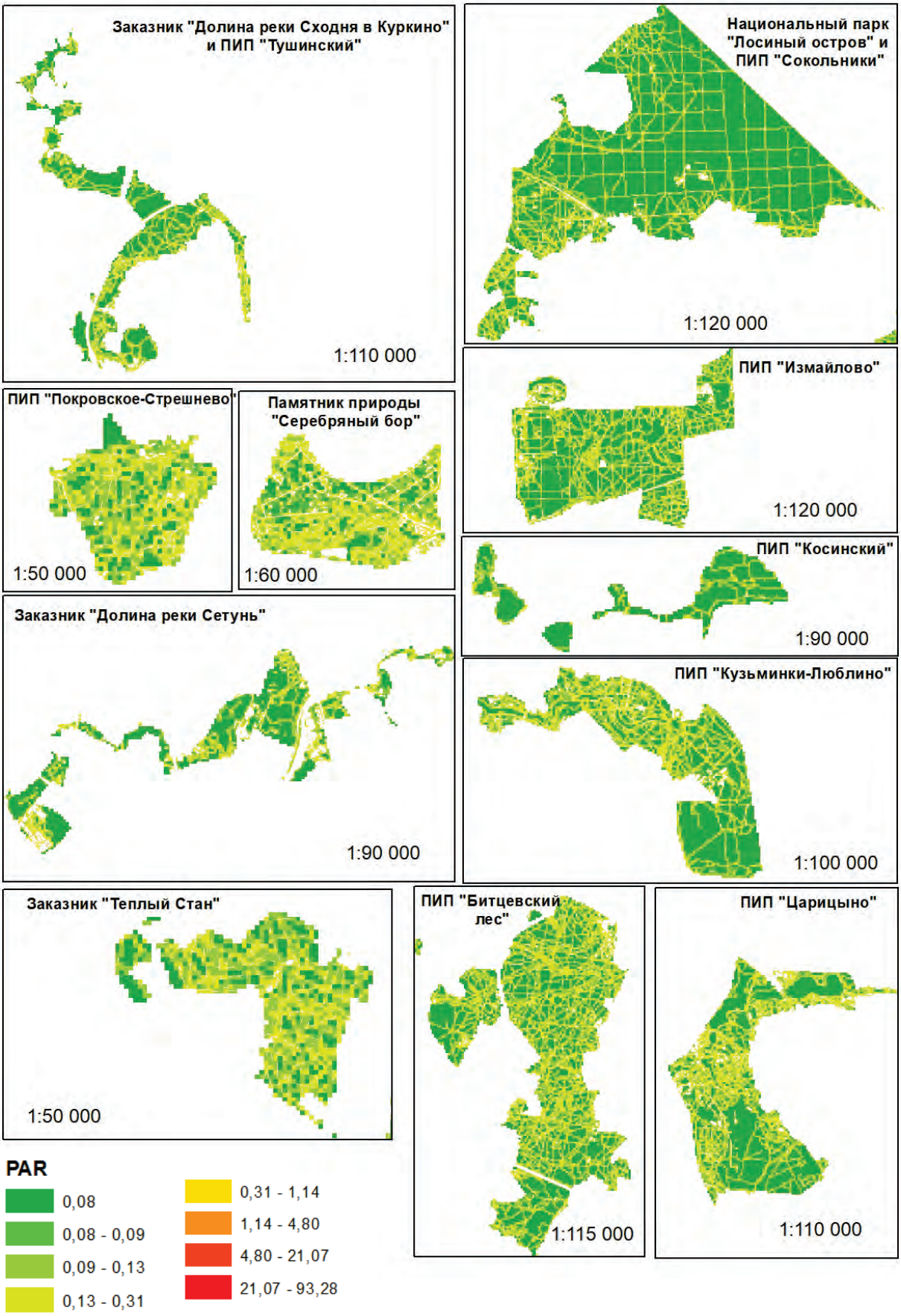


Рисунок 4.2.2.3.2. Фрагментированность некоторых крупнейших ООПТ Москвы

Значение индекса PAR менее 0,08 говорит о том, что участок почти полностью занят природными объектами. Чем больше значение индекса, тем более фрагментированной является территория.

Показатели фрагментированности и рекреационной нарушенности экосистем тесно связаны. Это показывает выявленная корреляция долей площади под дорожками и рекреационной инфраструктурой и индекса PAR в ячейках (рис. 4.2.2.3.3).

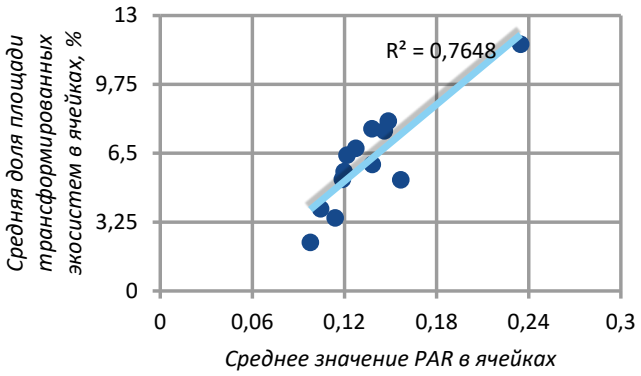


Рисунок 4.2.2.3.3. Корреляция показателей рекреационной нарушенности и фрагментированности экосистем на ООПТ

Как видно из табл. 4.2.2.3.2 наибольшая площадь нефрагментированных ячеек (PAR≤0,08) в НП «Лосиный Остров», ПИП «Битцевский парк», «Измайлово» и «Царицыно», что вполне ожидаемо, так как это самые крупные ООПТ Москвы. Однако другие показатели фрагментированности не связаны с площадью ООПТ так однозначно. Средняя степень фрагментированности территории (среднее значение PAR в ячейках) минимальна в далеко не самой крупной ООПТ – ПИП «Косинский», что можно объяснить тем, что на этой ООПТ создано минимальное число объектов рекреационной инфраструктуры (см. раздел 4.2.2.2). Сильнее всего фрагментирована территория «Серебряного Бора» (табл. 4.2.2.3.2, рис. 4.2.2.3.2).

Строительство рекреационной инфраструктуры не только усиливает рекреационный пресс на ООПТ, но и существенно повышает фрагментированность экосистем. Это показывает снижение доли нефрагментированной площади экосистем по мере роста плотности отдыхающих с использованием рекреационной инфраструктуры (рис. 4.2.2.3.4).

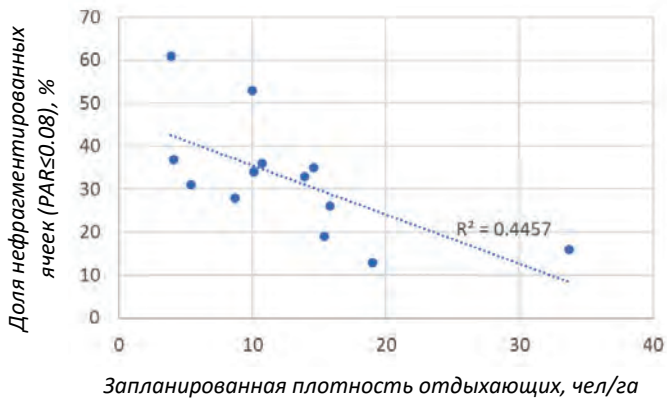


Рисунок 4.2.2.3.4. Снижение площади нефрагментированных экосистем при росте запланированной плотности отдыхающих в 13 крупнейших ООПТ

4.2.3. История управления зелёной инфраструктурой Москвы и современные проблемы сохранения биоразнообразия в городе

4.2.3.1. Основные этапы охраны природы Москвы

«Зелёная инфраструктура», или «зелёный фонд города», – основа благоприятной экологической среды горожан и городских экосистемных услуг. Для понимания актуальных проблем состояния зелёной инфраструктуры необходимо рассматривать её в исторической динамике. Трансформации зелёной инфраструктуры отражают изменения в социально-экономической и градостроительной обстановке, природоохранной политике в городе и в стране в целом, законодательстве, механизмах управления, доступности и прозрачности информации, участии гражданского общества в решении природоохранных проблем. Все эти взаимосвязанные процессы сказывались на площади и составе природных сообществ и на объёме и качестве экосистемных услуг.

Биологическое разнообразие Москвы и ближайшего Подмосковья, включая видовой и ценотический состав природных сообществ, обеспечивают поддержание нормального функционирования экосистем и их восстановление в случае естественных отклонений. Рост масштабов преобразования городской территории привёл к обеднению видового и ценотического разнообразия и к необходимости охраны природы как природного механизма обеспечения жизненно-важных городских экосистемных услуг.

История преобразования и охраны природы Москвы может быть разделена на периоды, примерно соответствующие этапам развития города (рис. 4.2.3.1).

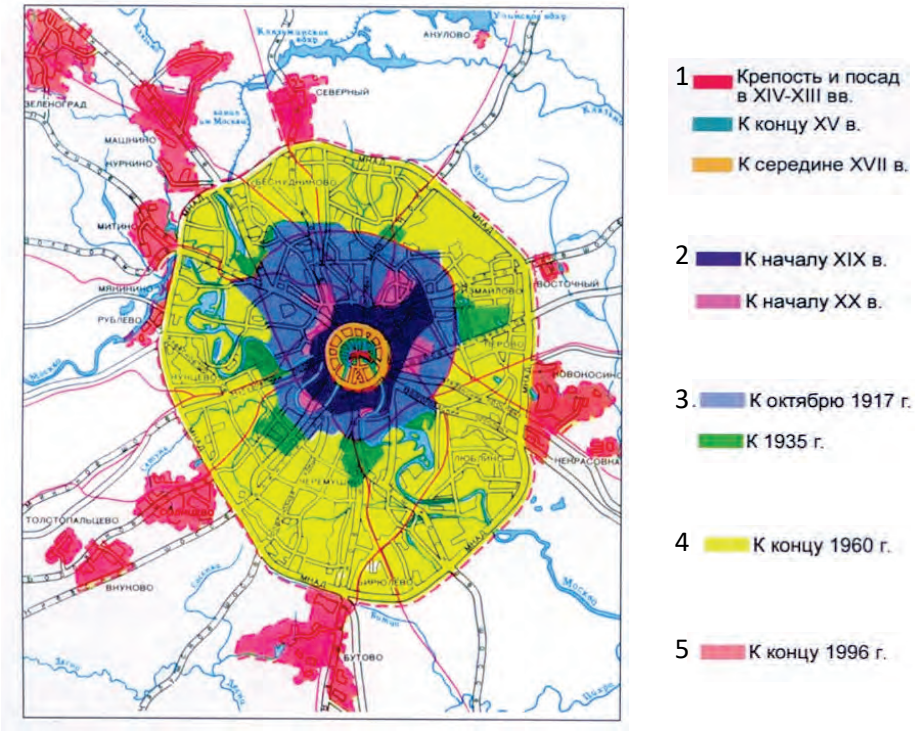


Рисунок 4.2.3.1. Рост территории Москвы со времени основания до конца XX века (Москва: Энциклопедия, 1997)

1. Несмотря на то что до начала XX века площадь города была многократно меньше современной, указы природоохранной направленности для Московской территории известны уже с XVII в. История охраны охотничьих угодий и природных ресурсов вблизи Москвы при царях, начиная с Алексея Михайловича, описана в разных источниках (Благосклонов и др., 1967; Рысин, 1997). По указу Анны Иоанновны «О сделании плана города Москвы» появился План императорского столичного города Москвы (1742 г.). Он касался в основном ширины улиц и упорядоченности размещения домов. Москва в это время не была столицей, которую перенесли в Санкт-Петербург в 1712 г.

2. В 1775 г. Екатерина II утвердила «Прожектированный городу Москве план». Этот же план стал основой послепожарного плана Москвы 1817 г. Была существенно преобразована речная сеть в городе. В Москве в границах Камер-Коллежского вала построили Водоотводный канал, Кремлёвскую и Москворецкую набережные. После пожара 1812 г. река Неглинная была заключена в трубу от Трубной площади до устья[21].

3. После 1918 г. Москва вновь стала столицей. Первый утверждённый Генплан 1935 г. зафиксировал ограничение численности жителей города в 5 миллионов человек и расширение территория до 600 квадратных километров. Город стал рассматриваться не только в административных границах, но и с учётом его природного окружения как неотъемлемой составляющей, что было крайне важно для обеспечения благоприятной окружающей среды. По словам главного архитектора Москвы в 1990-х А.В. Кузьмина, «этот Генеральный план стал отправной точкой для всей последующей планировочной работы над Москвой».

4. К 1960 г. территория Москвы радикально увеличилась по сравнению с моментом формирования планировочной основы в Генплане 1935 г., однако основные требования сохранения «зелёных клиньев» и коридоров внутри города сохранялись.

5. В 1980-е гг., и, особенно в 1990-е и последующие годы, в результате расширения площади Москвы за пределы МКАД, массовой застройки и развития транспортной инфраструктуры городские и пригородные зелёные пространства существенно сократились и подверглись сильному негативному воздействию.

4.2.3.2. История лесопаркового защитного пояса Москвы

В Постановлении Совнаркома СССР и ЦК ВКП(б) от 10 июля 1935 г. № 1433 «О генеральном плане реконструкции Москвы» была поставлена задача «создать лесопарковый защитный пояс в радиусе до 10 км, состоящий из равномерно расположенных крупных лесных массивов, берущих своё начало в загородных лесах и служащих резервуаром чистого воздуха для города и местом отдыха для населения. Приступить к соединению этих зелёных массивов полосами с центром города». Несмотря на отсутствие в то время понятий «экологическая обстановка» и тем более – «экосистемные услуги», одним из приоритетов Генплана 1935 г. было обеспечение благоприятной окружающей среды для населения и создание условий для здоровой жизни в городе и отдыха вблизи него. Одним из важнейших элементов территориальной планировки Москвы считалось озеленение города (рис. 4.2.3.2.1). Вошедшая в Генплан 1935 г. «Схема озеленения Москвы» содержала следующее обоснование: «В связи с громадным значением зелёных насаждений для санитарно-гигиенических условий жизни и отдыха трудящихся и архитектурного оформления города перспективный план намечает значительный рост зелёных площадей в Москве». В Генплане подчёркивалась неразрывная связь Лесопаркового защитного пояса (ЛПЗП) с городскими зелёными массивами и необходимость соединения последних зелёными полосами с центром города. Планировалось также приступить к образованию новых городских и районных парков и бульваров. Дополнительно изменялась и структура речной сети в связи с частично реализованным впоследствии планом обводнения города.

13 февраля 1948 г. было подписано объединённое решение Исполкомов Советов депутатов трудящихся Москвы и Московской области «Об охране зелёных насаждений на территории резервных земель и лесопаркового защитного пояса города Москвы». Леса были закреплены за Мосгорисполкомом под контролем Министерства лесного хозяйства СССР. Охрана и содержание лесов ближнего Подмосковья осуществлялись Москвой, которая обеспечивала ведение лесного хозяйства и условия отдыха жителей Москвы и Подмосковья. В составе ЛПЗП было 28 лесопарков, деятельность которых была ориентирована на поддержание устойчивости леса в условиях рекреационного использования.

Основные решения относительно ЛПЗП Москвы принимались на республиканском и союзном уровне. В соответствии с Постановлением Верховного Совета СССР (1950) «О мероприятиях по восстановлению лесов в 50-километровой зоне г. Москвы» в 1950-х гг. были восстановлены 7700 га леса на вырубках военного времени. Все леса были объявлены лесами первой группы (защитные леса в современной терминологии) и включены в состав Гослесфонда. В 1960 г. был принят «Закон об охране

[21] https://topru.org/26677/plany-razvitiya-moskvy/

природы в РСФСР», где лесопарковые пояса городов определялись как объекты природы, подлежащие охране, в них запрещалась охота, новое строительство и т. п.

Рисунок 4.2.3.2.1. Схема озеленения Москвы по Генплану 1935 г.[22]

В 1950-х г. Москва вышла за пределы Окружной железной дороги. В 1960 г. новая граница Москвы была установлена по МКАД. Указом Верховного Совета РСФСР была утверждена и новая граница между ЛПЗП и Московской областью. На западе ЛПЗП доходил до нижнего течения р. Истры, на юге – до рек Пахры и Десны, на востоке – до р. Пехорки. На севере защитный пояс расширялся до 15 км и охватывал водохранилища Канала имени Москвы (источник питьевого водоснабжения) и зоны их охраны. Площадь ЛПЗП составляла 165 000 га, из которых более 70 000 га было занято лесом. Постановлением Совета министров СССР от 28 сентября 1961 г. № 903 было предписано передать районы

[22] Российская государственная библиотека, https://dlib.rsl.ru/viewer/01003401886#?page=730

лесопаркового защитного пояса г. Москвы – Балашихинский, Красногорский, Люберецкий, Мытищинский и Ульяновский в подчинение Московской области. Но финансирование лесного хозяйства ЛПЗП осталось закреплённым за Мосгорисполкомом. В 1960-е гг. в пределах ЛПЗП в «порядке исключения» было размещено более 500 новых промышленных предприятий. В то же время МКАД разделила вдоль прежний ЛПЗП. Крупные участки лесопарков, оказавшись внутри МКАД, превратились в городские леса, не потерявшие, однако, связи с областью. Дополнение к ним составляли обновлённые ландшафтные парки: Бирюлёвский дендропарк, парки имени XX съезда КПСС, имени 50-летия ВЛКСМ, 40-летия ВЛКСМ (около детского музыкального театра), 60-летия ВЛКСМ (Нагатинская пойма), парк Дворца пионеров и другие. Впоследствии они стали ядрами экологической сети города, рефугиумами биоразнообразия и поставщиками экосистемных услуг.

Новый Генеральный план Москвы, утверждённый в 1971 г., сохранял концепцию «зелёных клиньев» или «лучей» от периферии к центру города (рис. 4.2.3.2.2). По Генплану 1971 г. ЛПЗП предполагалось расширить до 275 тыс. га, но это осталось нереализованным. Наоборот, в 1984 г. к Москве было присоединено несколько лесных участков ЛПЗП (11 000 га), где разместились новые районы: Куркино, Митино, Северный, Новоподрезково, Ново-Косино, Жулебино, Бутово, Солнцево. Внутри МКАД развернулось многоэтажное жилищное строительство, в том числе на месте засыпанных русел малых рек. Речная сеть стремительно сокращалась. Это приводило к фрагментации природных территорий из-за ликвидации связывающих их природных коридоров.

Рисунок 4.2.3.2.2. Зелёные клинья на Генплане Москвы 1971 г. (Генеральный план…, 1971, с изменениями). Зелёные насаждения показаны зелёным цветом, водоёмы – синим, застроенные территории – жёлтым, общегородские и зональные центры – красным

Многие специалисты (в частности, заведующий лабораторией охраны природы Московского региона ВНИИ охраны природы Б.Л. Самойлов) подчёркивали, что зарубежные столицы не имеют такого богатого природного окружения, как Москва. На ЛПЗП были выявлены местообитания ряда видов, занесённых в Красную книгу Москвы (2001) и Красную книгу Московской области (1998). Здесь работали сотрудники проектного института Союзгипролесхоз и объединения Леспроект, разработавшие основы ведения лесного хозяйства в лесах ЛПЗП. Сотрудниками Лаборатории лесоведения АН СССР под руководством академика Л.П. Рысина были заложены площади долговременного мониторинга лесных сообществ, выделены заповедные лесные участки для сравнения с участками антропогенного воздействия (Рысин, Савельева, 1985; Рысин, Рысин, 2011). Институт географии РАН и МГУ разработали основы рекреационного природопользования на подмосковных водохранилищах (Казанская и др., 1977).

В начале 1990-х гг., пользуясь Федеральным законом «О местном самоуправлении в Российской Федерации», Московская область стала распоряжаться землями лесного фонда, закреплёнными за Москвой. На территории ЛПЗП развернулось коттеджное строительство, в том числе в охранных зонах памятников истории и культуры, в водоохранных зонах источников питьевого водоснабжения. Строительство часто велось хаотично, в ряде случаев без надлежащего инженерного обеспечения. В результате к 1995 г. на территории ЛПЗП площадь лесов сократилась на 30 000 га по сравнению с 1961 г.

С 1991 г. функции и назначение ЛПЗП регулировались Законом РСФСР «Об охране окружающей природной среды». Территория ЛПЗП приравнивалась к ООПТ с ограниченным природопользованием. В 2002 г. был принят Федеральный закон «Об охране окружающей среды», который, с одной стороны, лишил Москву права содержать ЛПЗП за счёт её бюджетных средств, а с другой – отменил у него статус ООПТ. Финансирование Москвой лесного хозяйства ЛПЗП прекратилось в 2002 г. Наиболее радикальные изменения лесного хозяйства начались после 2006 г., когда был принят новый Лесной кодекс РФ, разрешающий аренду лесов, в том числе для «рекреационных целей», что на практике, как правило, приводит к их застройке. За введением нового Лесного кодекса последовали укрупнение лесничеств и сокращение в несколько раз численности работников лесного хозяйства, в первую очередь – лесной охраны. Это привело к повсеместному сокращению площади лесов и ухудшению их состояния. Законом, закрепляющим поправки в Лесной и Земельный кодексы от 14 марта 2009 г. № 32-ФЗ, категория «лесопарк» в РФ была отменена. Соответственно, была отменена 86 статья Земельного кодекса, запрещающая перевод земель, занимаемых лесопарками, в земли иных категорий. В Московской области были упразднены 28 лесопарков, входивших в ЛПЗП, их заменили 8 лесничеств.

Кроме негативных изменений в лесном хозяйстве и изъятия территорий под застройку площадь ЛПЗП сократилась за счёт развития транспортной инфраструктуры, не учитывающей эффекта фрагментации природных территорий. Так, в 1996 г. была проведена реконструкция и расширение МКАД, превратившая её в сплошную преграду между городскими и пригородными природными массивами. После установки освещения, ограждений вдоль участков леса и шумозащитных экранов вдоль жилых кварталов этот эффект усилился. Вслед за реконструкцией последовал стремительный рост вдоль МКАД коттеджных поселков, АЗС, торговых центров, а в последние годы – многоэтажного жилья. Строительство магистрали через Химкинский лесопарк[23] в северной части ЛПЗП также привело к сокращению и фрагментации природных участков ЛПЗП.

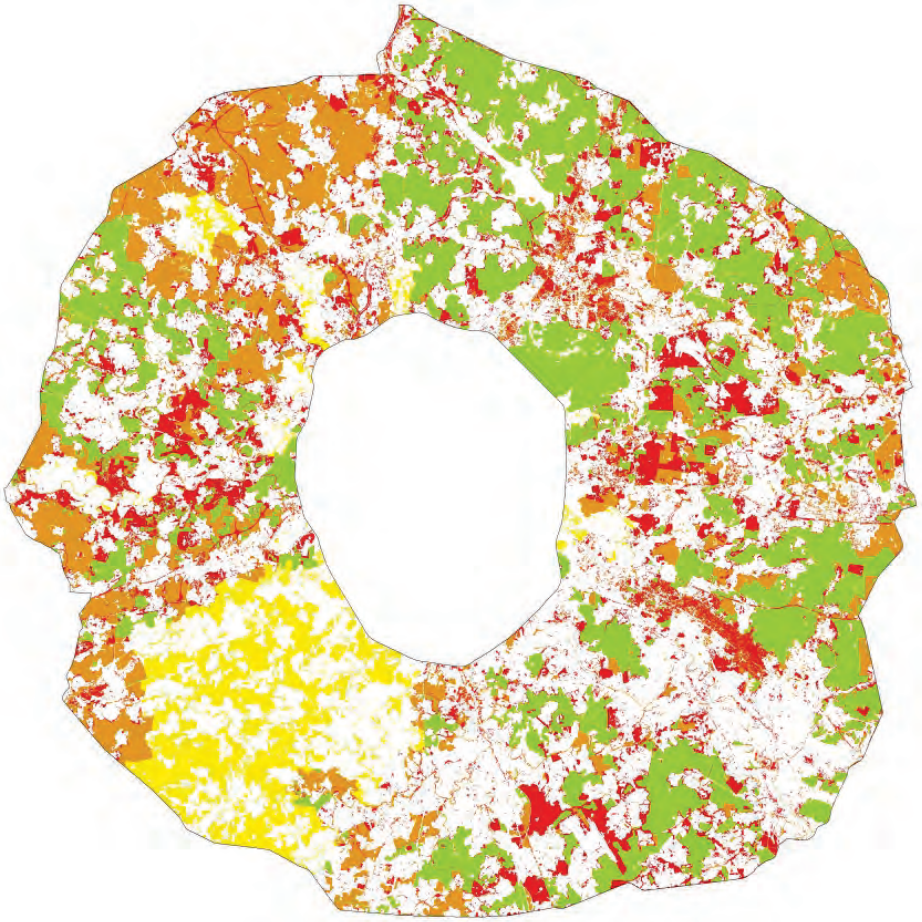
В результате этих процессов площадь зелёных насаждений сократилась и стала во много раз меньше площади, необходимой для благоприятной среды обитания людей. По данным НИиПИ Генплана г. Москвы, в 2006 г. площадь ЛПЗП была в 6,5 раза меньше норматива, установленного в 1975 г., в соответствии с которым лесопарки вне города должны составлять 150–200 м^2 на человека (норматив ВОЗ предусматривает 300 м^2 пригородных лесопарков на одного человека).

По данным Гринпис России, согласно поправкам, внесённым в 2017 г. в Федеральный закон от 21 декабря 2004 г. № 172-ФЗ «О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую» (законом о так называемой «лесной амнистии»), около 69 тыс. га леса будут автоматически выведены из состава земель лесного фонда и отнесены к категориям земель, не предусматривающим сохранения лесов[24] (рис. 4.2.3.2.3).

---

[23] Постановление Правительства Московской области от 28.04.2006 №358/16 «О мерах по строительству скоростной автомобильной магистрали Москва – Санкт-Петербург и развитию связанных с ней территорий Московской области».

[24] http://www.forestforum.ru/viewtopic.php?f=9&t=21184



Леса в Московской области

- Леса на землях лесного фонда, поставленных на кадастровый учёт, и на землях ООПТ (вероятнее всего, непосредственно от «лесной амнистии» не пострадают)
- Леса вне поставленных на кадастровый учёт земельных участков (при «лесной амнистии» с большой вероятностью будут утрачены)
- Леса на землях иных категорий, поставленных на кадастровый учёт (при «лесной амнистии» будут практически гарантированно утрачены)

Леса Москвы вне МКАД

- Леса, не отнесённые к городским лесам и вообще не имеющие ясного статуса, гарантирующего их сохранение, независимо от «лесной амнистии»

Рисунок 4.2.3.2.3. Потенциальные потери лесов ближнего Подмосковья между МКАД и Малым Московским кольцом (А107) после принятия закона о «лесной амнистии» (по данным Гринпис России[25])

В 2020 г. постановлением Правительств Москвы и Московской области[26] были отменены природоохранные требования в отношении зелёных насаждений ЛПЗП и меры ответственности за их нарушение физическими и юридическими лицами, установленные в 1948 г.[27] Были отменены многие актуальные и необходимые сегодня требования, такие как, запрет езды на автомашинах, мотоциклах, велосипедах и лошадях вне установленных дорог; подвешивание к деревьям гамаков, качелей и верёвок для сушки белья или иной цели; прикрепление к деревьям рекламы, объявлений, лазание по деревьям, порча стволов деревьев, поломка веток, хождение по газонам; разведение костров и многое другое. Таким образом, лесопарковый защитный пояс в границах области фактически лишился механизмов для его сохранения как неотъемлемой части жизнеобеспечения Москвы, формирующей благоприятную окружающую среду в самом городе и для отдыха горожан за городом.

[25] http://www.forestforum.ru/viewtopic.php?f=9&t=21184

[26] Постановление Правительств Москвы и Московской области № 162/8 «О признании не подлежащим применению на территории Московской области объединённого решения Исполкомов Советов депутатов трудящихся Москвы и Московской области 1948 года № 188а-7/5 “Об охране зелёных насаждений на территории резервных земель и лесопаркового защитного пояса города Москвы (ЛПЗП)”» (https://mosreg.ru/download/document/1061354).

[27] https://www.lawmix.ru/moscow-obl/66879

4.2.3.3. Новая Москва

С 1 июля 2012 г. площадь Москвы увеличилась в 2,5 раза (149 тыс. га) в юго-западном направлении за счёт расширения территорий, прилегающих к МКАД, до границы с Калужской областью (рис. 4.2.3.3.1), а также западного кластера относительного небольшого размера. Площадь Новой Москвы составила 1480 км^2. В границах присоединяемых территорий находилось 71 564 га лесов федерального значения (лесистость 34,6 %), которые после изменения категории земель на земли поселений планируется развивать как «городские леса», а также 8 ООПТ регионального и 7 ООПТ местного значения площадью 3,5 тыс. га. Леса, входившие до 1 июля 2012 г. в состав лесного фонда и включённые в границы Москвы, были отнесены к особо охраняемой зелёной территории (ООЗТ) города Москвы[28] (рис. 4.2.3.3.1).

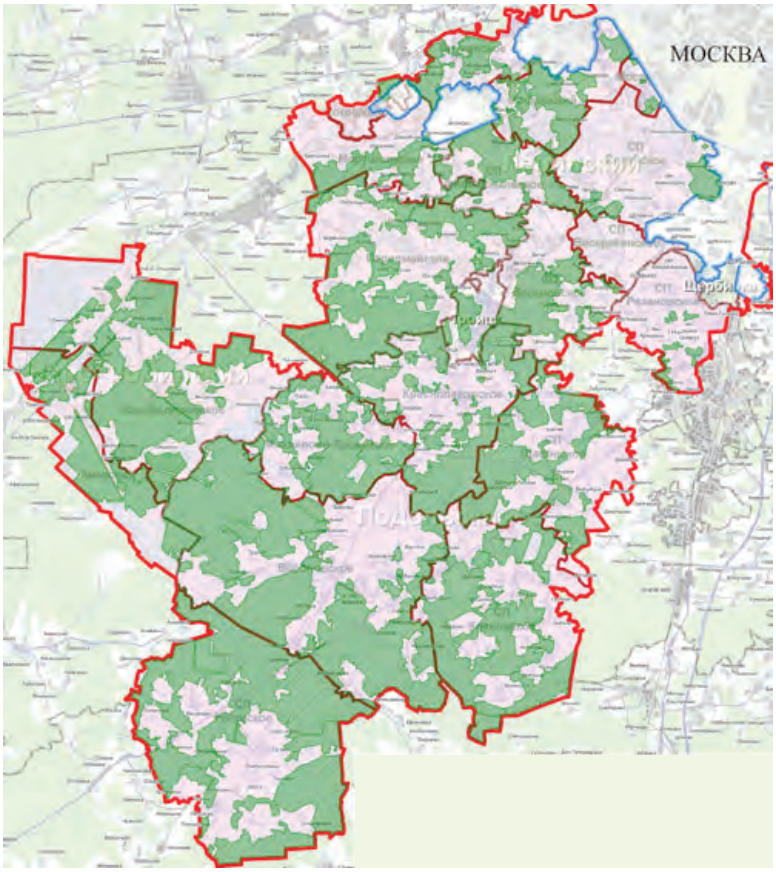


Рисунок 4.2.3.3.1. Особо охраняемые зелёные территории (ООЗТ) Новой Москвы (по данным Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы[29])

На присоединённых территориях предполагается строительство 105 млн квадратных метров недвижимости, рост населения до 2 млн человек, идёт бурное хозяйственное освоение и застройка новой территории. Для поддержания экосистемных услуг на новых территориях и обеспечения благоприятной окружающей среды для растущего населения необходимо усиление мер по сохранению природных экосистем, адекватное интенсивности освоения территории. Однако вместо этого происходит ослабление природоохранных механизмов на присоединённых территориях, что представляет серьёзную угрозу для устойчивости природных экосистем и выполнения ими жизненно-важных экосистемных услуг.

На момент присоединения к Москве на основной (юго-западной) территории Новой Москвы существовали шесть региональных заказников. В Наро-Фоминском районе – «Елово-липовые леса с приме-

[28] Постановление Правительства Москвы № 424-ПП от 22.08.2012.
[29] http://www.dpioos.ru/eco/ru/oozt

сью ясеня и вяза». В Подольском районе: «Дубрава с примесью берёзы и осины», «Елово-широколиственный и берёзовый лес» Михайловского лесничества, Урочище «Поляница», «Хвойно-широколиственные и осиновые леса» Калининского лесничества, «Широколиственные леса» Крестовского лесничества. Также был один памятник природы – «Черноольховый лес» в Наро-Фоминском районе, ООПТ местного значения («Ватутинский лесной массив», «Участок долины р. Десны», «Ландшафтный парк Троицкая роща», несколько деревьев – памятников природы). ООПТ суммарно занимали менее 1,5 % территории Новой Москвы[30]. Из ЛПЗП в Новую Москву вошли три бывших лесопарка: Валуевский, Бутовский и Ульяновский общей площадью 6385 га.

В соответствии со Схемой развития и размещения ООПТ Московской области[31] было запланировано создание региональных заказников: «Урочище Введенское-Борисовка» (2800 га, ключевая орнитологическая территория областного значения), ряд памятников природы в бассейне р. Ликова и в бассейне р. Сосенка.

В городском округе Троицк было запланировано создание двух ООПТ местного значения: «Западный лесной массив с долиной р. Рыжовки» и «Ландшафтный парк Лесо-Луговой».

Однако планы по созданию ООПТ не были реализованы. Более того, нормы сохранения статуса ООПТ регионального значения после их включения в границы города Москвы до сих пор не определены, а нормативные акты Московской области в отношении ООПТ утратили силу.

Категория ООЗТ, к которой отнесены все леса Новой Москвы, выведенные из Государственного лесного фонда, отсутствует в федеральном природоохранном законодательстве. Назначение ООЗТ было определено в 2012 г. лишь постановлениями Правительства Москвы[32] как выполнение средозащитных, климаторегулирующих, санитарно-гигиенических и рекреационных функций. Постановления 2012 г. запрещали на ООЗТ деятельность, не связанную с их сохранением и изучением, однако уже через два года было разрешено строительство «автомобильных дорог, железнодорожных линий и других линейных объектов, а также зданий, строений, сооружений, являющихся их неотъемлемой технологической частью»[33]. При этом на ООЗТ не предполагается никаких специальных мер по охране краснокнижных растений и животных. Отсутствие категории ООЗТ в законодательстве определяет лёгкость изменения их границ и выделение территории под любую застройку и другие виды использования. Для этого требуется лишь решение градостроительно-земельной комиссии. В результате в Троицке ООЗТ была изъята под строительство гаражного комплекса, станции скорой помощи, школы и детского сада, в Сосенском поселении – под расширение Хованского кладбища, в Щаповском поселении – под расширение мусорного полигона Малинки, в Первомайском поселении – под строительство спортивного мототрека[34]. В 2019 г. перечень разрешённых видов деятельности был расширен ещё больше[35].

Таким образом, в Новой Москве в настоящее время ООПТ формально отсутствуют. На сайте Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы информация об ООПТ на присоединённых к Москве территориях отсутствует. Перевод всех лесов на присоединённых территориях в категорию особо охраняемых зелёных территорий (ООЗТ) эту проблему никоим образом не решает. Задачи сохранения природных экосистем в Новой Москве заменены созданием благоустроенных парков и зон отдыха. До 2035 г. планируется создать около 90 зон отдыха разного масштаба площадью около 12 тыс. га – прогулочные, оздоровительные, историко-культурные, детские, спортивные, археологические, зоологические и сельскохозяйственные парки (рис. 4.2.3.3.2).

Распространённая в Новой Москве в последние годы практика устройства парков приводит к сильной трансформации природных территорий, запечатыванию поверхности почвы и удорожанию содержания искусственных насаждений, что отрицательно сказывается на биоразнообразии, устойчивости природных сообществ и сильно снижает объём и качество их экосистемных услуг (рис. 4.2.3.3.3).

---

[30] И.Ю. Неслуховский. 2014 г. Доклад на заседании секции охраны природы МОИП (https://present5.com/rastitelnyj-mir-novoj-moskvy-i-problemy-ego-oxrany/).

[31] Постановления Правительства МО № от 106/5 от 11.02.2009.

[32] Постановления Правительства Москвы № 423-ПП и № 424-ПП от 22.08.2012.

[33] Постановление Правительства Москвы № 616-ПП от 22.10.2014.

[34] https://raenza.ru/blogs/parus/6973#

[35] Постановление Правительства Москвы № 1457-ПП от 11.11.2019 «О внесении изменений в правовые акты города Москвы».

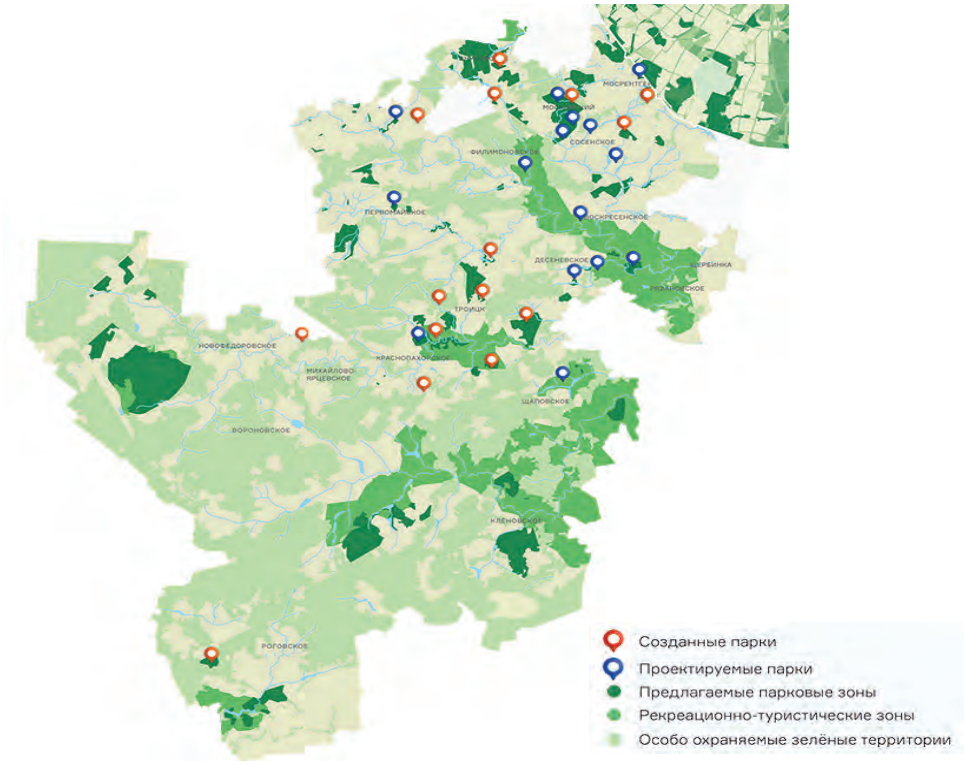


Рисунок 4.2.3.3.2. Парки и рекреационно-туристические зоны Новой Москвы (по данным Комплекса градостроительной политики и строительства города Москвы[36])

а

б

в

Рисунок 4.2.3.3.3. Результат благоустройства парков в Новой Москве – запечатывание почвы плиткой, превращение растительных сообществ в «деревья на газоне»: а) Парк Красная Пахра[37]; б) Парк «Сосны»[38]; в) Парк «Ручеёк» (фото Анастасии Косяковой)

[36] https://stroi.mos.ru/new-moscow/obustroistvo-parkov
[37] https://www.osd.ru/albinfo.asp?id=1840
[38] https://irecommend.ru/

При расширении Москвы не было внесено корректив в проект Центральной кольцевой автодороги Московской области (ЦКАД), который появился до расширения Москвы. Автодорога, проходящая в радиусе 25–65 км от МКАД, – часть Федеральной целевой программы (ФЦП) «Модернизация транспортной системы России (2002–2010 годы)». Кроме самой автомагистрали, проект предусматривает строительство объектов транспортной инфраструктуры и узлов ускоренного развития, промышленных и складских объектов, логистических центров, технопарков, комплексов многоэтажной жилой застройки (рис. 4.2.3.3.4). Часть ЦКАД от автомагистрали М4 «Дон» до М1 «Беларусь» пройдёт по территории Новой Москвы.

Реализация такого крупнейшего инфраструктурного проекта без должного учёта природоохранных требований ведёт к деградации природного комплекса, утрате биоразнообразия и важнейших экосистемных услуг. Возможное влияние вырубки защитных лесов на окружающую среду, то есть утрата их регулирующих экосистемных услуг при строительстве ЦКАД, в материалах общественных слушаний не рассматривалось.

Рисунок 4.2.3.3.4. Участок ЦКАД в Новой Москве[39]

Кроме основной территории на юго-западе в Москву (ЗАО) также были включены участки к западу от столицы: участок «Конезавод, ВТБ», расположенный на территории Одинцовского района и участок «Рублёво-Архангельское», в бывших Красногорском и Одинцовском районах. Эти участки расположены в непосредственной близости от Москвы-реки и во многом находятся в пределах 2-го пояса зоны санитарной охраны (ЗСО) Москвы-реки (рис. 4.2.3.3.5). Строительство в этом поясе ЗСО допустимо, но со многими ограничениями. Река Москва – основной источник питьевого водоснабжения г. Москвы. Санитарно-эпидемиологические правила[40] ограничивают хозяйственную деятельность в пределах 2-го пояса зоны санитарной охраны Москвы-реки. Границы 2-го пояса ЗСО должны проходить на расстоянии не менее 500 м от уреза воды или по вершинам первого склона, обращённого в сторону источника водоснабжения. В пределах 2-го пояса ЗСО станций водоподготовки и гидроузлов не допускается размещение объектов, обуславливающих опасность химического и микробного загрязнения почвы, грунтовых вод и воды источника водоснабжения.

Однако в конце 2019 г. было принято совместное постановление Правительства Москвы и Московской области[41], которое признало старые советские нормативы, защищающие водозабор,

[39] https://pbs.twimg.com/media/EPX47b5XkAAOZYc.jpg

[40] СП 2.1.4.2625-10 от 30.04.2010 «Зоны санитарной охраны источников питьевого водоснабжения г. Москвы».

[41] Постановление Правительств Москвы и Московской области № 1705-ПП/970/44 от 17.12.2019 «О зонах санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения на территории города Москвы и Московской области».

недействительными. Постановление сократило зону санитарной охраны в 6 раз и существенно расширило зону застройки по берегам рек. Минюст РФ признал это постановление противоречащим федеральному законодательству[42].

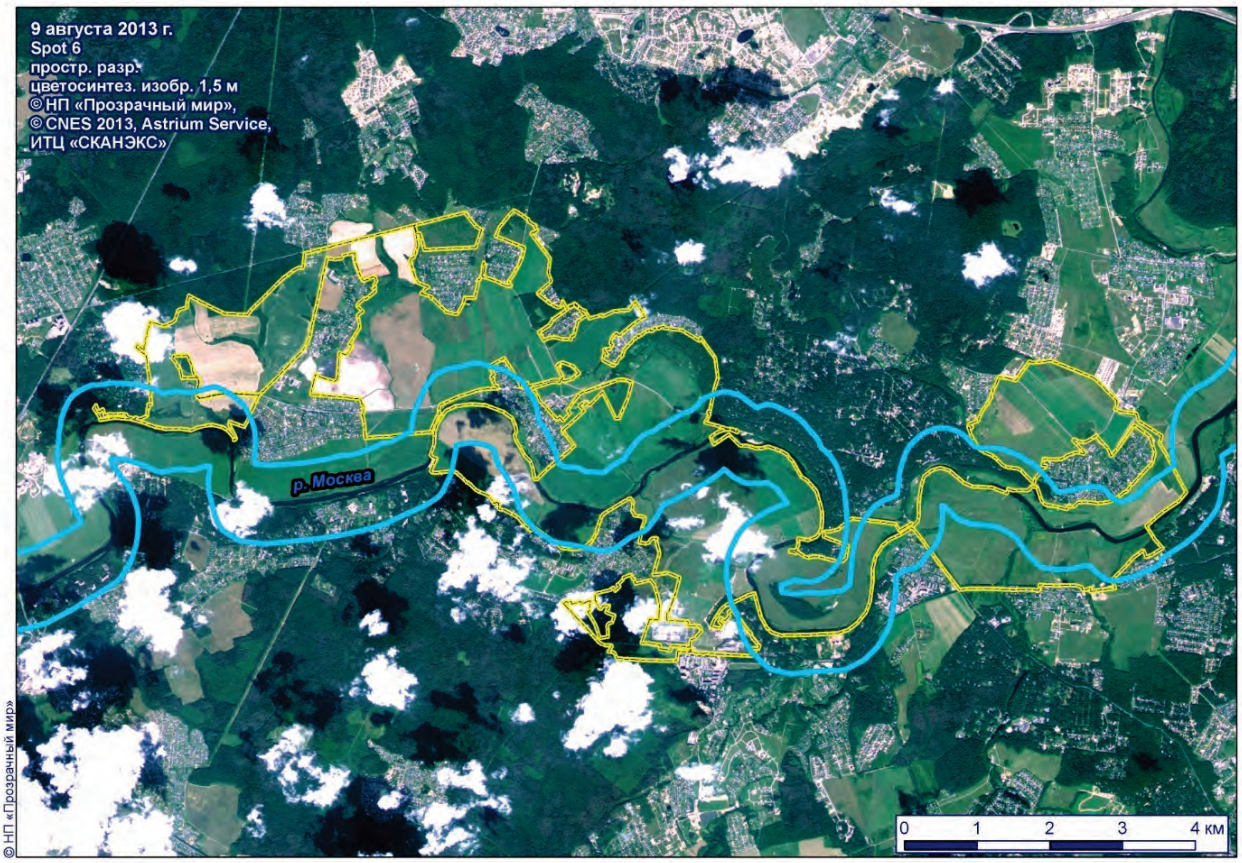


Рисунок 4.2.3.3.5. Границы участка к западу от Москвы, вошедшие в состав ЗАО Москвы (показаны жёлтым цветом) и граница 2-го пояса зоны санитарной охраны Москвы-реки (показана голубым цветом). По данным НП «Прозрачный мир»

На территории западного кластера Новой Москвы находится несколько существующих и планируемых к созданию особо охраняемых природных территорий (рис. 4.2.3.3.6): ООПТ местного значения Аксиньинское пойменное болото (84 га), Пойменный сосновый и широколиственный лес (163 га), Козинская горка (68 га). Кроме того, на этой территории расположены старые усадебные парки 150–200-летнего возраста, фактически представляющие участки старого леса. К Москве отошли парк «Грязь», части парков усадеб Уборы и Иславское. Это ценные природные объекты и центры сохранения биоразнообразия. После присоединения к Москве они могут быть утрачены.

Альтернативой градостроительному освоению западной территории Новой Москвы было создание здесь национального парка «Московия». Проект был подготовлен в 2014 г. ФГБУ «ВНИИ Экология» по поручению Минприроды России. Парк должен был включать долину Москвы-реки с прилегающими к ней лесными массивами в границах Красногорского, Одинцовского, Истринского, Рузского и Можайского районов и лесными массивами между Волоколамским, Новорижским и Можайским шоссе общей площадью 150 тыс. га. Организация парка должна была пресечь застройку территорий ближнего Подмосковья и создать условия для развития экологического и познавательного туризма. Жители области поддержали идею «Московии», но Минприроды не удалось согласовать его границы с Минэкологии Московской области. Парк не был создан.

[42] https://federalcity.ru/index.php?newsid=8849

а

б

в

г

Рисунок 4.2.3.3.6. Ценные природные объекты Новой Москвы в ЗАО: а) Аксиньинское болото; б) пойменный лес; в, г) Козинская горка (фото М. Семенцовой, НП «Прозрачный мир»)

4.2.3.4. Природные территории в пределах МКАД

<u>История природных территорий Москвы в советское и постсоветское время</u>

Как отмечено в разделе 4.2.3.1, отдельные природоохранные меры в Москве вводились уже в царское время, но они касались прежде всего охраны охотничьих ресурсов или религиозных объектов и не имели научной основы. В советское время первым актом территориальной охраны природы в Москве явилось Постановление Совнаркома СССР от 3 декабря 1940 г. № 2442 – Лесная опытная дача МСХА им. К.А. Тимирязева, тогда ещё находившаяся вне Москвы, была объявлена заповедником «в отношении застройки, охраны зелёных насаждений, посевов и посадок»[43].

В генпланах Москвы 1935 и 1971 гг. ставилась задача сохранения и формирования «зелёных клиньев», которые соединяли лесопарковый пояс Москвы и внутригородские зелёные насаждения (см. раздел 4.2.3.2).

В 1960 г. принятие первого в истории страны «Закона РСФСР об охране природы» заложило законодательную основу для охраны воздуха, вод, почв, растительного и животного мира, организации разных типов особо охраняемых природных территорий, а также участия общественности в охране природы. В 1960–80-е гг. были приняты и другие важные природоохранные решения:

– установлена охрана всех видов диких животных региона с выделением сорока редких для региона видов[44];

– создан первый в России национальный парк – «Лосиный Остров», который частично (3000 га) расположен в пределах МКАД[45];

[43] https://istmat.info/node/19934

[44] Решение Мосгор- и Мособлисполкома Советов народных депутатов № 497-1232 от 25.04.1978.

[45] Постановление Совета Министров РСФСР от 24 августа 1983 г. № 401.

– приняты решения о сохранении видового разнообразия дикорастущей флоры, предотвращении сбора и торговли видами растений, находящимися под угрозой исчезновения в регионе[46];

– утверждены 56 памятников природы, включая геологические объекты, родники и старые усадебные парки[47].

С конца 1970-х гг. отчётливо выделилась область междисциплинарных исследований, которую можно условно назвать экологией высокоурбанизированных территорий (Кавтарадзе и др., 1987). Стало ясно, что экологические последствия урбанизации имеют ключевое значение для качества жизни большинства жителей, и не только в городах. При участии специалистов, представителей органов власти и горожан была разработана концепция сопряжённого развития природы и общества (Брудный, Кавтарадзе, 1987), которая предполагает, что сохранение биоразнообразия – неотъемлемое условие поддержания стабильности любой экосистемы.

В 1989 г. государственной организацией по охране природы в Москве стало Московское территориальное подразделение Госкомитета СССР по охране природы (Москомприрода), и оставалось таковым до ликвидации Госкомитета РФ по охране природы в 2000 г. Одной из важнейших функций Москомприроды была организация и проведение государственной экологической экспертизы проектов документов, обосновывающих хозяйственную деятельность на природных и озеленённых территориях. Экспертиза предотвратила тысячи попыток незаконного вмешательства в природную среду города. В период с 1989 г. до конца 1990-х гг. был приняты следующие основные решения:

– НИиПИ Генплана Москвы с участием специалистов в области охраны биоразнообразия и живой природы при участии городского отделения ВООП в 1970–90-е гг., разработал Комплексную схему особо охраняемых природных и историко-культурных территорий Москвы и пригородной зоны до 2000 г. (Бахтина, 2000), которая стала прообразом сети ООПТ;

– в 1989 г. на сессии Моссовета была впервые поставлена задача сохранения разнообразия живой природы Москвы в современном понимании этой задачи;

– в 1991 г. учреждены ещё 69 памятников природы: долины малых рек, участки местообитаний растений и животных, а также первый в России природный парк «Битцевский лес»[48], что стало важным шагом в сохранении биоразнообразия и формировании экологической сети города;

– в 1995 г. определено понятие, состав и территория Природного комплекса (ПК) Москвы, который включал не только природные, но и искусственно озеленённые территории, акватории, а также резервные территории с растительным покровом, на которых предполагалось восстановить природное разнообразие[49];

– в 1995 г. Госдумой был принят пакет законов природоохранной направленности, важнейшими из которых были Закон РФ № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе», Закон РФ № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» и Закон РФ № 52-ФЗ «О животном мире», которые стали основой нормативно-правовой базы Москвы по охране природы и биоразнообразия;

– в 1998 г. был принят закон города Москвы № 26 «О регулировании градостроительной деятельности на территориях природного комплекса города Москвы»;

– в 1998 г. образованы 11 новых региональных ООПТ, включая ряд крупных природно-исторических парков, объединявших объекты природного и культурного наследия.

К 2005 г. предполагалось завершить формирование природного комплекса Москвы, доведя его площадь до 24,8 тыс. га. (Морозова, 2012). Таким образом, до 2000-х гг. территориальные и законодательные методы охраны природы применялись согласованно и способствовали сохранению природных сообществ и биоразнообразия. В Москве была создана полноценная основа экологической сети (экологического каркаса), разработана схема её развития.

В 2000 г. произошли коренные негативные изменения в развитии системы охраны природы в России. В целях «снятия административных барьеров и ускорения экономического развития» были ликвидированы Государственный экологический фонд, Госкомитеты РФ по охране окружающей среды, лесного хозяйства и гидрометеорологии и распущены их региональные подразделения. Функции

[46] Решение Мосгор- и Мособлисполкома Советов народных депутатов от 19.01.1984 № 39-108 «Об охране дикорастущих растений на территории г. Москвы и Московской области».

[47] Решение Мосгорисполкома от 21 декабря 1987 г. № 2961.

[48] Решение Президиума Моссовета 17 октября 1991 г. № 201.

[49] Постановление Правительства Москвы от 27 сентября 1995 г. № 889.

охраны окружающей среды были переданы Министерству природных ресурсов (МПР). Территориальным подразделением МПР в Москве стал Департамент природопользования и охраны окружающей среды. Число сотрудников сократилось. Началась корректировка законодательства, ознаменовавшая собой начало эпохи «деэкологизации» (Политика деэкологизации…, 2011). Тем не менее работа по развитию системы ООПТ в Москве продолжалась: в 2001 г. был принят закон № 48 «Об особо охраняемых природных территориях в городе Москве»; в 2001 г. утверждён список редких видов животных, растений и грибов[50], ставший основой Красной книги г. Москвы, которая к настоящему времени вышла в двух изданиях (2001, 2011); в 2005 г. был принят закон № 37 «О Схеме развития и размещения особо охраняемых природных территорий в городе Москве», утверждены несколько крупных ООПТ и ряд памятников природы. Благодаря этим усилиям к концу 2010 г. в Москве было 96 ООПТ площадью 18,2 тыс. га, занимавших более 18 % площади города. Помимо видов животных, растений и грибов, занесённых в Красную книгу г. Москвы, на них обитало 10 видов, занесённых в Красную книгу РФ, 144 вида, занесённых в Красную книгу Московской области. Статус ООПТ законодательно обеспечивал охраной ключевые территории сохранения биологического разнообразия. Однако эти успехи не смогли переломить общую негативную тенденцию ослабления природоохранной политики в Москве.

Начиная с середины 2000-х гг., и особенно после 2010 г., наблюдается существенная и последовательная деэкологизация городского развития как в законодательной, так и в практической плоскостях. Многочисленные усилия специалистов и общественности по возвращению природоохранного содержания в планы городского развития были практически проигнорированы. Их предложения либо не учитывались в документах, либо включались в них только формально. Так, в 2014 г. в «Новую экологическую политику»[51] были включены формулировки, согласованные с учёными, в частности, с профессором А.В. Яблоковым. Однако на практике это не изменило хода преобразований Природного комплекса Москвы. В 2015 г. московские депутаты упразднили в ряде случаев публичные слушания и отменили государственную экологическую экспертизу проекта Генплана г. Москвы. В 2018 г. Департамент природопользования и охраны окружающей среды (ДПиООС) был передан из прямого подчинения мэру Москвы в ведение Департамента жилищно-коммунального хозяйства и благоустройства, что не только резко снизило статус ДПиООС, но и передало решение проблем охраны природы именно тому департаменту, действия которого наносят наибольший вред природным территориям Москвы. В 2020 г. Госдума РФ отменила государственную экологическую экспертизу и проведение общественных слушаний проектов капитального строительства на ООПТ[52].

Деэкологизация градостроительной политики в отношении Природного комплекса Москвы вызвала два основных взаимосвязанных негативных процесса:

– сокращение общей площади зелёных насаждений;

– деградацию качества природных комплексов внутри ООПТ и озеленённых территорий.

Сокращение площади зелёных насаждений в Москве после 2000 г.

В 2000-е гг. в конфликте интересов сохранения живой природы и строительного комплекса Москвы победил последний. В 2006 г. вышло Постановление Правительства Москвы[53], в котором пояснялось, что «практически исчерпаны предусмотренные Генеральным планом развития города Москвы на период до 2020 года территориальные ресурсы для массового индустриального жилищного строительства». Этот мотив определил и изменения федерального законодательства. В 2007 г. в Градостроительный кодекс РФ были внесены поправки, направленные на устранение административных барьеров в целях увеличения объёмов жилищного строительства. Эти изменения вывели из-под действия экологической экспертизы и общественного контроля все виды градостроительной документации. Сохранение живой природы и ООПТ фактически были исключены из числа необходимых задач градостроительной политики в Москве.

[50] Постановление Правительства Москвы от 10 июля 2001 г. № 634-ПП.

[51] Постановление Правительства Москвы от 10 июля 2014 г. № 394-ПП.

[52] Федеральный закон от 31.07.2020 № 254-ФЗ «Об особенностях регулирования отдельных отношений в целях модернизации и расширения магистральной инфраструктуры и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

[53] Постановление Правительства Москвы № 1026 «О реализации Генерального плана развития Москвы за 2005 год и подготовке актуализации Генерального плана города Москвы на период до 2025 года».

Среди лиц, принимающих решения о развитии города распространилось понимание ООПТ и других озеленённых территорий не как объектов зелёной инфраструктуры города, выполняющих важнейшие экосистемные услуги по поддержанию качественной окружающей среды в городе (включая климатическую регуляцию, очистку воздуха, защиту от шума, эстетическое значение объектов живой природы), а как площадок для развития спортивной, развлекательной и торговой индустрии. В 2011 г. в городской Программе охраны окружающей среды на 2012–2016 гг. была поставлена задача «Повышение рекреационной привлекательности особо охраняемых природных территорий и развитие индустрии туризма и отдыха» для увеличения посещаемости ООПТ и развития на них массовых видов отдыха, несовместимых с их целевым природоохранным назначением. Специалисты предлагали заменить эту стратегию задачей упорядочения рекреационного использования особо охраняемых и других природных территорий с целью снижения антропогенных нагрузок на природные сообщества, но их мнение было проигнорировано. Задачи по усилению рекреационного использования ООПТ и других зелёных территорий были вновь поставлены в 2014 г. в Программе Москвы № 267-ПП «Развитие городской среды».

В результате после 2010 г. был принят целый ряд решений, которые фактически вели к сокращению площади зелёных территорий в городе:

– в 2010 г. в актуализированном Генеральном плане Москвы до 2025 г. ООПТ, природные и озеленённые территории были объединены в одну зону, что ослабило режим охраны и поставило под удар территории, наиболее ценные для сохранения биоразнообразия;

– исключение из ООПТ участков, занятых гаражами, в результате так называемой «гаражной амнистии» (вступит в силу в 2021 году), которое, вероятно, приведёт к тому, что после вывода гаражей эти участки можно будет использовать для застройки;

– законодательное закрепление совершенных ранее незаконных захватов земли лесопаркового пояса Москвы под коттеджную застройку в результате так называемой «лесной амнистии»[54];

– ряд решений о строительстве объектов транспортной инфраструктуры на ООПТ;

– последовательное принятие в 2010, 2012, 2013, 2015 гг. ряда законодательных актов, разрешающих капитальное строительство на ООПТ сооружений культуры, образования и спорта[55];

– подготовка Институтом градостроительного проектирования предложений по установлению «зон планируемого размещения объектов капитального строительства» для новых Положений об ООПТ, которая началась в июне 2019 г.

Такая политика привела к сокращению площади зелёных насаждений в Москве на фоне роста населения города. С 2000 по 2014 г. площадь древесной растительности в Москве сократилась более чем на 600 га[56]. Это привело к снижению обеспеченности жителей города зелёной инфраструктурой и снижению экологического качества их жизни.

В качестве примеров непосредственного сокращения площади природных территорий можно привести следующие.

Площадь Кусковского лесопарка сокращалась несколько раз[57]. В 2015 году была урезана территория охранной зоны лесопарка, в 2016 году вырубили 12 га леса для строительства Северо-Восточной хорды. В 2020 г. был создан природно-исторический парк «Кусково»[58] площадью 41,99 га, хотя общая площадь лесопарка составляет 311,6 га. Вся остальная часть лесопарка получила статус «озеленённая территория общего пользования», на которой будут реализовываться проекты «благоустройства», нарушающие природные экосистемы.

---

[54] Закон №280-ФЗ «О внесении изменений в законодательные акты Российской Федерации в целях устранения противоречий в сведениях государственных реестров» от 29 июля 2017 г.

[55] Постановление Правительства Москвы № 5 от 10 февраля 2010 г. об изменениях в Закон «Об особо охраняемых природных территориях в городе Москве»; Закон от 11 апреля 2012 г.№ 12 «О внесении изменений в Градостроительный кодекс города Москвы и закон города Москвы «О защите зелёных насаждений»; поправки, внесённые в 2013 г. в Закон города Москвы «Об особо охраняемых природных территориях города Москвы»; Постановление Правительства Москвы № 529-ПП от 26 августа 2015 г. «О порядке комплексного обустройства природных и озеленённых территорий города Москвы».

[56] http://president-sovet.ru/documents/read/467/
http://president-sovet.ru/presscenter/publications/read/3985/

[57] https://yandex.ru/turbo/mockva.ru/s/2020/07/20/164484.html

[58] Постановление Правительства Москвы от 30 июня 2020 г. № 906.

Братеевская пойма в 2019 г. получила статус первого в столице фаунистического заказника[59], при этом три важных для сохранения биоразнообразия участка в заказник не были включены, в том числе участок с колонией озёрных чаек и местообитаниями других редких видов. На другом участке из-за строительства электродепо «Южное» уничтожаются местообитания видов, занесённых в Красную книгу г. Москвы[60] (рис. 4.2.3.4.1 а).

Пример нецелевого капитального строительства в заказнике «Тёплый Стан» показан на рис. 4.2.3.4.1 б.

а

б

Рисунок 4.2.3.4.1. Примеры уничтожения природных экосистем в результате капитального строительства на ООПТ: а) засыпка колонии чаек под строительство электродепо «Южное» в апреле 2020 г.[61]; б) детский сад на территории ландшафтного заказника «Тёплый Стан»

Примером трансформации ООПТ в «парки культуры, спорта и развлечений» служит передача в 2013 г. заказника «Воробьёвы горы» в пользование ЦПКиО им. Горького[62] с планами по превращению уникальных для центра города участков широколиственного леса в долине Москвы-реки в комплекс многочисленных спортивных и развлекательных сооружений[63]. При этом расчёт проектной посещаемости территории не учитывает особенностей склоновых экосистем, что приведёт к усилению рекреационной дигрессии на отдельных участках до степени утраты способности экосистем к самовосстановлению[64].

Сильнейший удар по обеспеченности москвичей зелёными насаждениями нанесло утверждение в 2017 г. программы реновации, которая предусматривает увеличение плотности застройки в 2,5–3 раза на площадках, освобождаемых от старых домов. В результате реновации могут пострадать 2,7 тыс. га зелёных насаждений, около 100 тысяч многолетних деревьев будут уничтожены. Некоторые районы после реновации могут лишиться более 25 % растительного покрова[65] (рис. 4.2.3.4.2). Соизмеримой с этими утратами компенсации зелёных насаждений не планируется. При этом под уничтожение попадают древесные насаждения 40–60-летнего возраста, то есть самые экологически эффективные, выполняющие важнейшие и незаменимые в мегаполисе экосистемные услуги по поддержанию благоприятной окружающей среды[66].

---

[59] Постановление Правительства Москвы от 6.02.2019 № 67.

[60] https://newizv.ru/news/city/07-08-2020/ni-lugov-ni-chaek-ni-tsapel-brateevskaya-poyma-obrechena-na-bezumnuyu-zastroyku

[61] http://activatica.org/blogs/view/id/9823/title/departament-stroitelstva-unichtozhaet-gnezdovya-vodyanyh-ptic-v-brateevskoy-poyme-pod-vidom-avariynyh-rabot

[62] Постановление Правительства Москвы № 423-ПП от 1 июля 2013 г.

[63] https://stroi.mos.ru/articles/vorob-ievy-ghory-novyi-tramplin-kanatnaia-dorogha-i-sportivnyie-obiekty

[64] *Фридман В., Королькова Е.* 2013. Новое покушение на Воробьёвы горы (https://igmsu.org/?itemid=875).

[65] https://www.kommersant.ru/doc/3305336

[66] Обращение экологических организаций к Государственной Думе РФ об отзыве законопроекта № 120505-7 «О внесении изменений в Закон Российской Федерации “О статусе столицы Российской Федерации”» (https://ecoreporter.ru/node/2453).

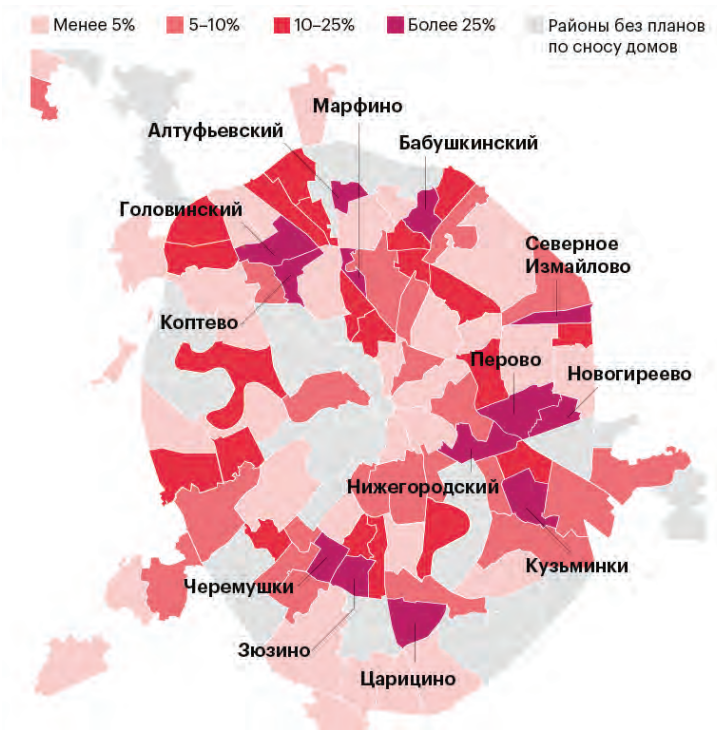


Рисунок 4.2.3.4.2. Потенциальные потери зелёных насаждений при выполнении программы реновации, по данным Гринпис России[67]

Ухудшение качества зелёных территорий в результате благоустройства

Кроме прямого сокращения площади зелёной инфраструктуры в результате капитального строительства и организации культурных, спортивных и развлекательных площадок, крайне негативное влияние на Природный комплекс Москвы оказывает массовое нарушение природных экосистем на ООПТ и других зелёных территориях в результате их «благоустройства», направленного на создание различных искусственных, чужеродных для природных экосистем инженерных и ландшафтных элементов.

Актуализированный Генеральный план Москвы до 2025 г. не только объединил ООПТ, природные и озеленённые территории в одну зону, но и выделил на них, в том числе на потенциальных ООПТ, «территории реорганизации в целях восстановления, воссоздания и создания новых озеленённых территорий»[68], то есть фактически для преобразования природных сообществ в искусственно сформированные неустойчивые городские зелёные насаждения.

В 2013 г. в Москве в целях благоустройства городских пустырей началось массовое обустройство так называемых «народных парков». Однако на практике это вылилось прежде всего в превращение природных территорий («пустырей» и «заброшенных лесонасаждений») в предельно неустойчивые, фактически искусственные образования с крайне бедным биоразнообразием – запечатанные плиткой площадки и искусственные газоны на насыпном грунте с отдельными деревьями без подроста, подлеска и наземного яруса[69].

К основным формам благоустройства зелёной инфраструктуры, которые наносят ущерб или фактически уничтожают природное разнообразие, можно отнести следующие:

– замена естественного растительного и почвенного покрова плиточным покрытием, искусственным грунтом, рулонными газонами и тому подобными искусственными декоративными композициями (рис. 4.2.3.4.3, 4.2.3.4.4);

– чрезмерно частое выкашивание газонов (до 16 раз за сезон), в том числе в неподходящий сезон, фактически уничтожающее травяной покров (рис. 4.2.3.4.5 а);

[67] https://www.rbc.ru/society/23/05/2017/5923ec349a79470107efc6b9?from=newsfeed

[68] По Закону г. Москвы от 6 июля 2005 г. № 37 «О схеме развития и размещения особо охраняемых природных территорий» также были отнесены к «территориям реорганизации».

[69] https://anna-nik0laeva.livejournal.com/309715.html

– повсеместная уборка опавшей листвы, которая приводит к промерзанию почвы зимой и росту количества пыли в сухую погоду, деградации древесного яруса (рис. 4.2.3.4.5 б);

– уничтожение корней деревьев при укладке бордюров и коммуникаций, укладка твёрдых покрытий сверху корневой системы, приводящая к гибели деревьев (рис. 4.2.3.4.6 а);

– непрофессиональная обрезка деревьев, кронирование деревьев «до состояния столба» (рис. 4.2.3.4.6 б);

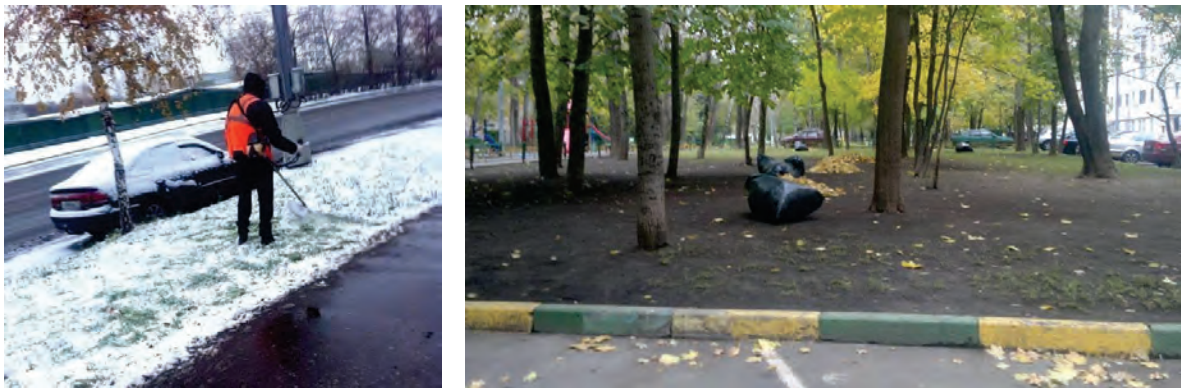
– установка декоративного освещения, которое вызывает световое загрязнение окружающей среды и негативно влияет на флору и фауну (рис. 4.2.3.4.7);

– проведение работ в период гнездования птиц и выведения потомства другими животными.

а б

Рисунок 4.2.3.4.3. Благоустройство природно-исторического парка «Кузьминки – Люблино»: а) поляна с фонтаном «Жар-Птица» до благоустройства; б) она же после благоустройства

Рисунок 4.2.3.4.4. Этапы замены естественного травяного покрова искусственным газоном в народном парке в Печатниках (фото Народного Совета района Печатники)



а б

Рисунок 4.2.3.4.5: а) Выкашивание травы ведётся после выпадения снега запрещёнными к применению на ровных местах ручными триммерами; б) уборка опавшей листвы, которая оставляет после себя голый грунт

а б

Рисунок 4.2.3.4.6. Непрофессиональное обращение с деревьями при благоустройстве

Рисунок 4.2.3.4.7. Одна из тысячи опор светильников стоимостью 2,5 млн рублей каждая, установленных на ООПТ «Воробьёвы горы» перед чемпионатом мира по футболу 2018 года

В последнее время обслуживанием и преобразованием природных территорий Москвы всё чаще начинают заниматься совершенно не предназначенные для такой деятельности организации, не имеющие в штате специалистов, знакомых с правилами ухода за зелёными насаждениями, например ГБУ «Автомобильные дороги». Работы ведутся с применением тяжёлой техники и методами, которые практически полностью уничтожают природные экосистемы (рис. 4.2.3.4.8).

а

б

в

Рисунок 4.2.3.4.8. Применение тяжёлой техники при благоустройстве зелёных территорий: а) работа ГБУ Автодор в парке «Большой газон» 1 мая 2018 г. в гнездовой период; б) ГБУ Автодор строит народный парк в Печатниках (фото Народного Совета района Печатники); в) стройка пикниковой зоны и экотропы в Капотне[70]

Указанные выше формы благоустройства зелёных территорий не только нарушают Правила создания, содержания и охраны зелёных насаждений города Москвы[71], но и в неприемлемой форме распространяются на особо охраняемые и другие природные территории, где применение таких разрушительных методов, как частая стрижка травяного покрова и уборка опавших листьев, строго регламентированы.

Отдельного рассмотрения заслуживает проблема нарушения водных и околоводных экосистем в результате программ по благоустройству зелёных территорий. Уцелевшие в городе речные долины и природные водоёмы сохраняют возможность восстановления биологического разнообразия, в том числе редких видов, занесённых в Красную книгу Москвы. На участках долин малых рек было организовано несколько ООПТ (памятников природы). В 1980-х гг. НИиПИ Генплана предлагал восстановить заключённые под землю участки русел и вернуть утраченные взаимосвязи речной сети. Однако подпрограмма «Охрана поверхностных и подземных вод города» (2011) проигнорировала рекомендации

[70] https://www.mos.ru/mayor/themes/231299/5644050/

[71] Правила создания, содержания и охраны зелёных насаждений города Москвы, № 743-ПП от 10.09.2002 (в ред. от 24.07.2018 № 756-ПП), http://docs.cntd.ru/document/3638729

Красной книги Москвы (2011) по сохранению местообитаний редких и уязвимых видов и предусмотрела такие виды деятельности, как «реабилитация» и «капитальный ремонт русла» и другие, ведущие к утрате местообитаний околоводных и водных животных и растений. В 2013 г. было решено превратить поймы малых рек в прогулочные зоны[72]. Берегоукрепление рек и водоёмов, в том числе вертикальное, с использованием габионов и лиственничных плашек-ряжей, парковое благоустройство прибрежных территорий и их многократное выкашивание фактически уничтожает прибрежные и околоводные экосистемы и местообитания, приуроченных к ним птиц и других животных, отвесные берега оказываются непреодолимой преградой для мелких животных и птенцов (рис. 4.2.3.4.9). В 2014 г. на 28 % участков водоохранных зон Старой Москвы зафиксировано ограничение доступа к береговой линии различными заборами (Доклад…, 2015). Работы часто проводятся весной и летом, в гнездовой период. В результате на благоустроенных территориях, в том числе в границах ООПТ (реки Чермянка, Раменка, Яуза и другие), происходит сокращение видового разнообразия околоводных птиц, в том числе водоплавающих, зарегистрировано исчезновение ряда видов околоводных и водных животных, в том числе занесённых в Красную книгу г. Москвы. Благоустроенные водоёмы перестают играть роль экологических коридоров, которые ранее соединяли зелёные «островки» в городе. Речная сеть Москвы продолжает терять свою природоохранную и средозащитную роль, биоразнообразие резко снижается, москвичи лишаются общения с живой природой в городе.

а

б

в

г

Рисунок 4.2.3.4.9. Примеры благоустройства водоёмов, разрушающего околоводные экосистемы: а) вертикальное укрепление берегов (фото БалтикСтройКомпани[73]); б) Берегоукрепление р. Сетунь в Москве (фото ООО «Эколандшафт – XXI век»[74]); в–г) Богатырский пруд в национальном парке «Лосиный Остров» до и сразу после благоустройства

[72] https://iz.ru/news/545524#ixzz2MYJT7wpB
[73] https://iz.ru/news/545524
[74] http://ecoland21.ru/design/landscaping/

Наибольшую угрозу рассмотренные выше виды благоустройства представляют для ООПТ Москвы. Проведение таких работ нарушает режимы особой охраны и использования ООПТ, Положение о Красной книге г. Москвы и другие положения действующего природоохранного законодательства. Тем не менее в 2020 г. Департаменту капитального ремонта города Москвы выделены средства на благоустройство ООПТ, начаты предпроектные изыскания на ООПТ «Долина реки Язвенки», «Москворецкий», «Щукинский полуостров», «Лианозовский», «Битцевский лес», «Долина реки Сетунь», «Долина реки Чермянки», хотя на все эти ООПТ ранее была разработана проектная документация, не предполагающая коренной реконструкции, и в перечне территорий, на которых Департамент капитального ремонта может осуществлять благоустройство, ООПТ и другие природные территории отсутствуют[75].

Перспектива губительного благоустройства угрожает и вновь создаваемым ООПТ. После долгого перерыва в 2020 г. постановлениями правительства Москвы было утверждено сразу два десятка природных заказников и памятников природы, которые уже давно ждали своей очереди (рис. 4.2.3.4.10). К сожалению, за это время многие уже успели потерять часть своей территории и биоразнообразия и могут быть подвергнуты благоустройству.

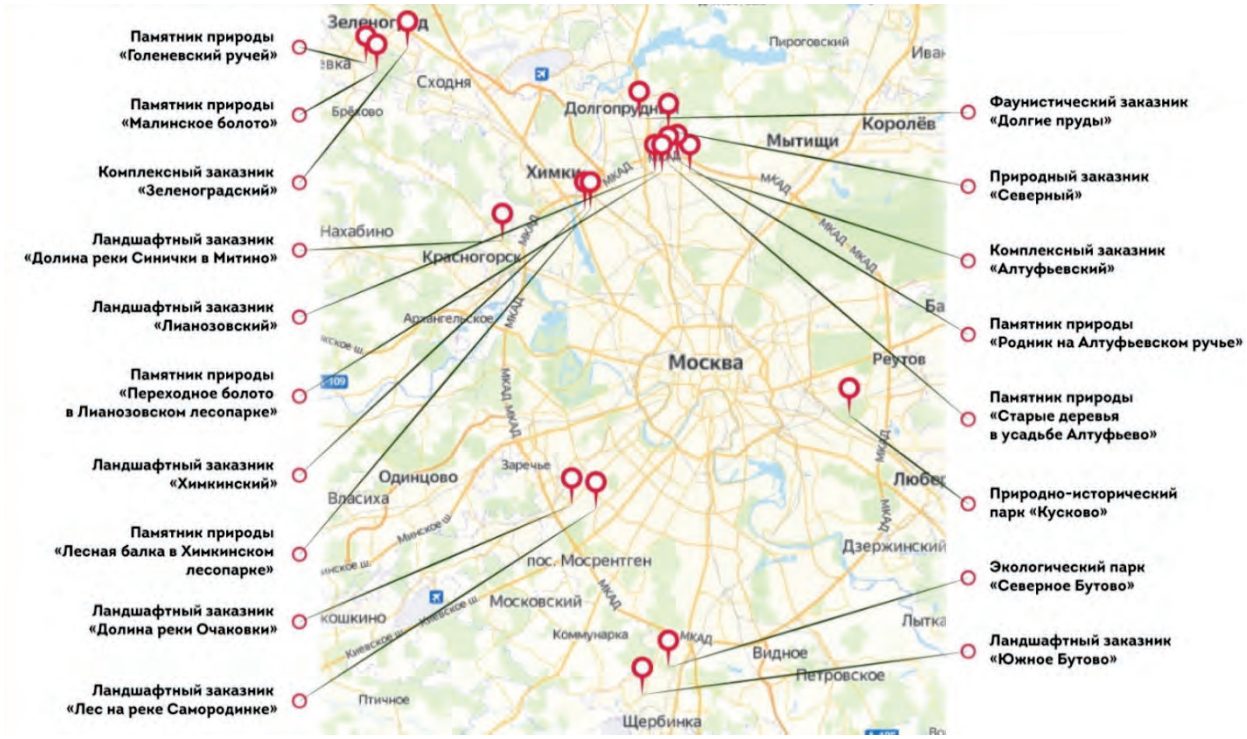


Рисунок 4.2.3.4.10. Заказники и памятники природы, созданные в 2020 году[76]

<u>Социально-экономические аспекты нарушения природных территорий</u>

Идеологическим обоснованием масштабного благоустройства зелёных территорий Москвы, включая ООПТ, является желание городских властей привлечь на эти территории большее количество горожан, что должно положительно сказываться на уровне экологической культуры населения и качестве жизни горожан и гостей столицы (Доклад…, 2012). Действительно, число посетителей природных и озеленённых территорий постоянно растёт: с 2010 по 2015 г. посещаемость столичных парков в летний период выросла с 7 до 25,6 миллиона человек[77].

Однако оценка правильности и успешности политики в отношении зелёных территорий города только по росту числа отдыхающих, без учёта изменений качества природных комплексов, является

[75] Постановление Правительства Москвы №104 от 5.04.2011 г.
[76] https://msknovosti.ru/society/v-moskve-sozdadut-18-osobo-ohranyaemyh-prirodnyh-territoriy/
[77] http://www.m24.ru/articles/103735

в корне неправильной. Очевидно, что максимальное число посетителей возможно на полностью урбанизированных площадках с размещёнными на них спортивными и развлекательными комплексами. Поэтому признание увеличения числа отдыхающих приоритетной целью для зелёных территорий города ведёт к замене природных экосистем различными искусственными элементами и объектами индустрии отдыха, что и происходит в настоящее время в Москве. При этом уголки живой природы, которые оказывают незаменимые в мегаполисе средорегулирующие, эстетические и образовательные услуги, фактически уничтожаются. Горожане лишаются критически важной возможности общения с живой природой. Экологическое качество городской среды на деле не увеличивается, а снижается. Что касается влияния паркового благоустройства, которое уничтожает природные экосистемы и биоразнообразие, на уровень экологической культуры горожан, тут тоже следует ожидать негативного эффекта. Повсеместные примеры уничтожения тяжёлой техникой лугов, деревьев, гнёзд птиц, бетонирование берегов водоёмов и обширных площадок в парках, создание искусственных декоративных конструкций на месте природных участков могут научить только пренебрежению к природе, представлению о том, что природа в городе фактически не нужна.

Другим важнейшим негативным аспектом массового благоустройства зелёных территорий является их высокая затратность. Многократное скашивание газонов только на 1 га стоит десятки тыс. рублей, устройство 1 м дорожек из тротуарной плитки с бордюрами стоит тысячи рублей, укладка 1 м^2 рулонных газонов – сотни рублей. Ежегодные затраты на благоустройство зелёных территорий составляют миллиарды рублей[78]. При этом существенная часть этих расходов направляется на массовое благоустройство природных территорий, разрушающее экосистемы и уничтожающее их биоразнообразие. Такие затраты можно квалифицировать как «экологически вредные субсидии» (Экономические аспекты…, 2010), отказ от которых не только сэкономит миллиарды рублей, но и будет способствовать поддержанию благоприятной окружающей среды, сохранению биоразнообразия и экосистемных услуг.

Масштабная вырубка зелёных насаждений, застройка и нецелевое использование природных и озеленённых территорий вызвали протесты со стороны жителей Москвы и специалистов-экологов. В марте 2016 г. этим проблемам было посвящено специальное заседание Совета при Президенте РФ по развитию гражданского общества и правам человека на тему «Обеспечение прав на благоприятную окружающую среду и учёт мнения населения при формировании и реализации градостроительной политики»[79]. Члены Совета «выразили серьёзную озабоченность нарастающим наступлением на гражданские права, в том числе экологические, практикой нецелевого использования объектов природного комплекса и особо охраняемых природных территорий (ООПТ), изъятия и уничтожения объектов озеленения общего пользования… Это уменьшает экологическую эффективность территорий и возможности для отдыха и восстановления здоровья жителей Москвы… Таким образом, нарушается конституционное право значительной части населения Москвы на благоприятную окружающую среду, гарантированное ст. 42 Конституции РФ».

Разрушительная для Природного комплекса Москвы политика ведёт к росту гражданских протестов со стороны горожан. Члены Совета подчеркнули, что «проводимая властями г. Москвы агрессивная градостроительная политика, сопряжённая с непродуманной вырубкой зелёных насаждений и застройкой природных и озеленённых территорий, порождает огромное количество конфликтных ситуаций между жителями и застройщиками. Растёт недовольство граждан, число протестов и их массовость, протесты выплёскиваются на улицу». Основные конфликтные ситуации в 2016 г. и инициативные группы жителей в защиту природных территорий показаны на рис. 4.2.3.4.11. Однако диалог с властью наладить не удаётся. Совет по правам человека разработал ряд рекомендаций для властей и государственных организаций, но их выполнение было признано «нецелесообразным». Возможности органов местного самоуправления невелики. Мнение специалистов власти игнорируют.

[78] https://www.interfax.ru/moscow/583086
[79] http://president-sovet.ru/documents/read/467/

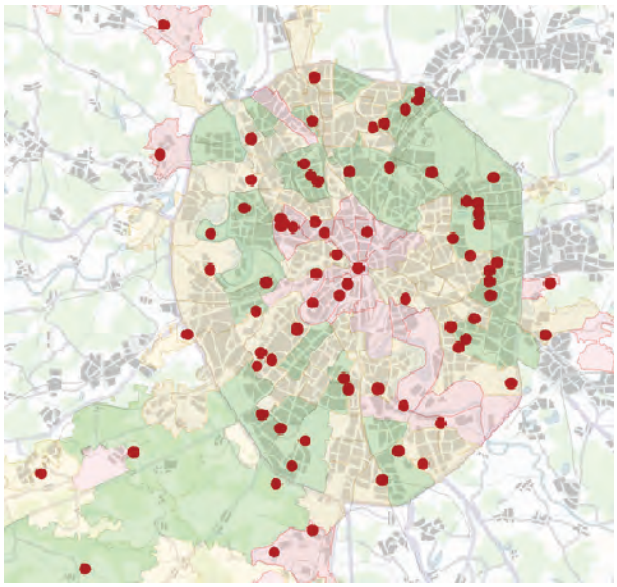


Рисунок 4.2.3.4.11. Основные конфликтные ситуации в Москве, 2016 г. (по материалам Совета по правам человека при Президенте РФ)

4.3. Экосистемные услуги Москвы

Для муниципальных образований Москвы использован метод оценки экосистемных услуг по площади элементов зелёной инфраструктуры (ЗИ) (*подробнее см. п.4.2.1)*. Этот метод существенно отличается от подходов, использованных нами ранее для оценки экосистемных услуг субъектов РФ (Экосистемные услуги…, 2016, 2020) и крупнейших городов РФ (см. раздел 3 данного доклада). Однако мы решили использовать этот метод в качестве его апробации для оценки 4 групп экосистемных услуг в условиях города. В отличие от прежде использованных подходов данный метод не определяет количественные показатели предоставленного и используемого объёмов услуг, а базируется на показателях доли площади элементов ЗИ, которые предоставляют те или иные экосистемные услуги. Использованные в настоящем анализе соотношения между экосистемными услугами и элементами ЗИ (табл. 4.3.1) существенно отличаются от классификации экосистемных услуг, принятой в проекте TEEB-Russia (Экосистемные услуги…, 2016), тем не менее в данном случае для апробации метода мы сочли целесообразным следовать представлениям авторов метода об экосистемных услугах.

Таблица 4.3.1. Группы экосистемных услуг и элементы зелёной инфраструктуры, отвечающие за их выполнение (по Green Infrastructure…, 2012)

Группа экосистемных услуг	*Кодировка согласно табл. 4.2.1.1*	*Доля от площади города, %**
Климатическая регуляция	14100, 14200, 21000, 22000, 23000, 25000, 31000, 32000, 33000	52,84
Водорегулирующие услуги	21000, 22000, 23000, 25000, 31000, 32000, 33000, 40000, 50000	51,63
Обеспечение производства продовольствия	21000, 22000, 23000, 25000	13,11
Природные условия для рекреации	14100, 14200, 31000, 32000, 33000, 50000	41,55

* Сумма в этой колонке более 100 %, так как одни и те же элементы ЗИ выполняют разные функции.

Расчёт экосистемных услуг приводился в границах Большой Москвы, поэтому полученные оценки могут характеризовать общегородскую ситуацию как достаточно благополучную на фоне городов подобной людности и площади. Однако во внутригородском разрезе обеспеченность районов и частей города экосистемными услугами резко различается: муниципальные образования внутри МКАД обеспечены экосистемными услугами намного хуже, чем территория Новой Москвы. Средние показатели по административным округам наглядно это демонстрируют (табл. 4.3.2, рис. 4.3.1).

Таблица 4.3.2. Предлагаемый объём экосистемных услуг в административных округах Москвы

Административный округ	*Доля площади элементов ЗИ, обеспечивающих экосистемные услуги (% от площади округа)*			
	Климатическая регуляция	*Водорегулирующие услуги*	*Обеспечение производства продовольствия*	*Природные условия для рекреации*
Центральный	8,3	4,9	0,0	12,5
Северный	13,3	12,2	1,3	14,7
Северо-Восточный	17,7	8,8	0,2	18,4
Восточный	39,4	37,9	0,4	40,4
Юго-Восточный	17,6	15,4	0,2	20,7
Южный	16,7	16,6	0,0	21,7
Юго-Западный	33,6	29,2	0,0	34,4
Западный	26,7	17,4	0,2	30,0
Северо-Западный	30,0	28,2	0,2	38,4
Зеленоградский	33,4	32,9	0,0	34,2
Новомосковский	50,5	51,0	12,0	39,4
Троицкий	81,7	82,3	25,1	57,2

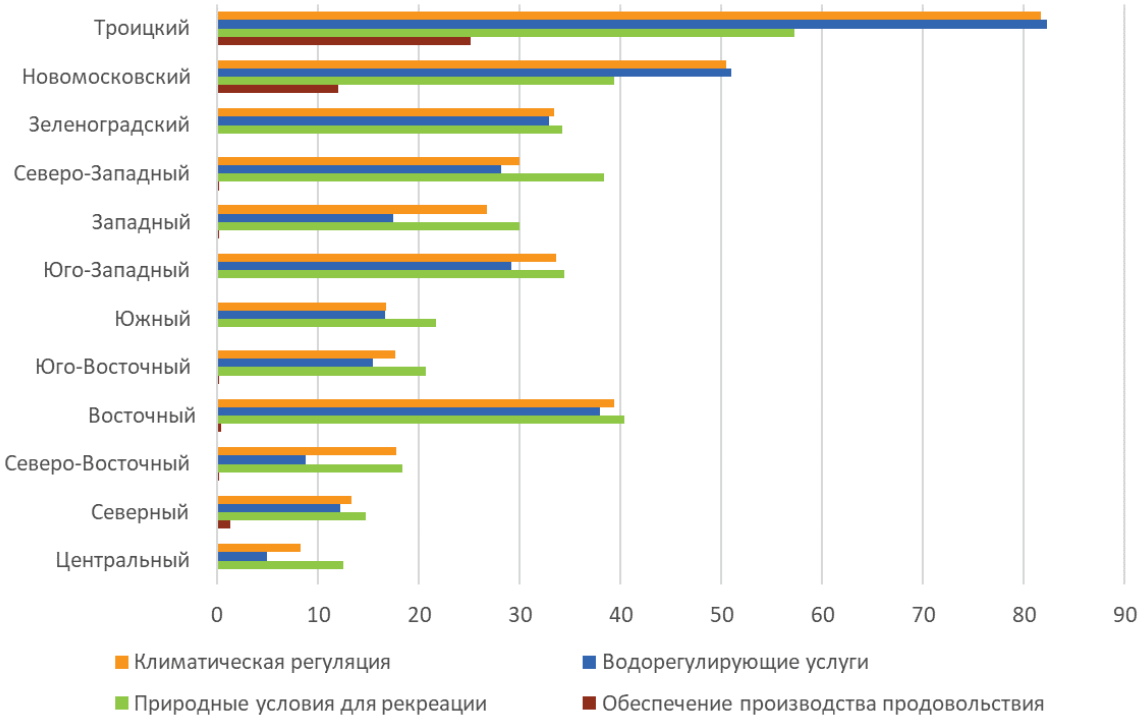


Рисунок 4.3.1. Доля площади элементов ЗИ, обеспечивающих проанализированные экосистемные услуги, по административным округам Москвы (% от площади округа)

Наименьшим потенциалом экосистемных услуг ожидаемо обладает Центральный округ, что связано в первую очередь с высокой долей запечатанных пространств и минимальной площадью зелёных насаждений. Наибольший потенциал – у Троицкого и Новомосковского округов, которые относятся к территории Новой Москвы, где незастроенные площади наиболее велики. Среди округов Старой Москвы наибольший потенциал проанализированных экосистемных услуг имеют Восточный округ (за счёт большой территории Лосиного Острова) и Зеленоградский (который находится за пределами МКАД).

Подобные результаты на первый взгляд создают впечатление, что территория Новой Москвы (ТиНАО) может рассматриваться как экологический донор для остальных округов города, однако это впечатление верно лишь частично – прежде всего в отношении качества воздушного бассейна с учётом преобладания ветров западного переноса. Другие функции элементов зелёной инфраструктуры Новой Москвы имеют либо транзитный (регулирование стока), либо узколокальный характер – снижение температурного фона в аномально жаркие дни.

Анализ площадей элементов ЗИ также позволяет определить для административных образований относительный вес тех или иных экосистемных услуг в их суммарном объёме. Так, на рис. 3.4.2 видно, что ЭУ обеспечения производства продовольствия играет заметную роль только в двух округах Новой Москвы, так как там значительны площади сельскохозяйственных угодий. В Центральном округе самый большой потенциал имеют рекреационные ЭУ, и одновременно там слабее всего представлены водорегулирующие услуги, так как в этом округе полностью отсутствуют водорегулирующие элементы ЗИ, не имеющие рекреационного значения (сельскохозяйственные угодья и заболоченные земли). Потенциал водорегулирующих услуг также относительно слаб в Северо-Восточном округе. В остальных округах элементы ЗИ, обеспечивающие водорегулирующие услуги, составляют от 1/3 до 1/4 площади ЗИ. Климатическая регуляция во всех округах обеспечена относительно одинаково – 1/3 или немного большей долей площади ЗИ.

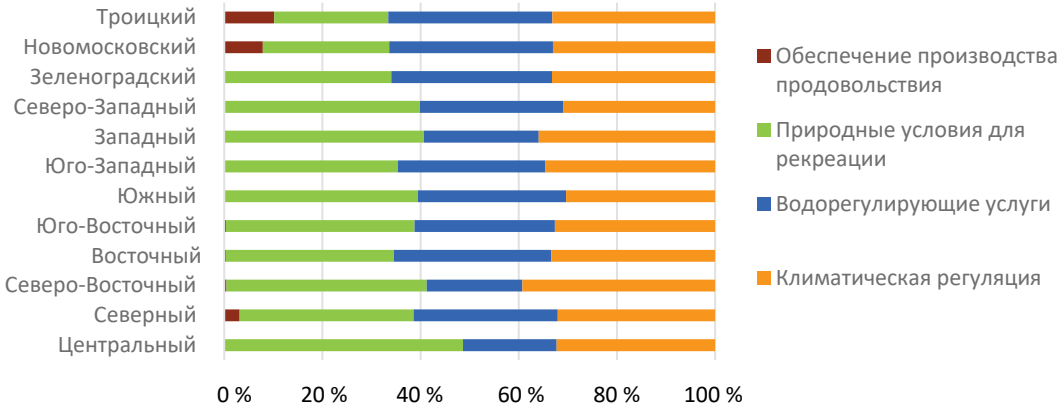


Рисунок 4.3.2. Доля различных экосистемных услуг в их общей сумме, предоставленной ЗИ административных округов Москвы

Также были проведены расчёты по оценке площадей, выполняющих экосистемные услуги, для 146 муниципальных районов Москвы. Примеры на рис. 4.3.3–4.3.5 показывают возможности анализа распределения экосистемных услуг по муниципальным образованиям внутри города.

Потенциал климатической регуляции (рис. 4.3.3 а) наиболее велик в районах Новой Москвы и в некоторых районах в пределах МКАД, в которых находятся крупные массивы ЗИ. В центральных районах Москвы потенциал климаторегулирующих услуг минимален.

Экосистемные услуги по обеспечению производства продовольствия (рис. 4.3.3 б) практически отсутствуют в пределах МКАД и в сильно урбанизированных северных районах Новой Москвы, прилежащих к МКАД. В удалённых от Старой Москвы районах сохраняется ощутимый потенциал экосистемных услуг для производства продовольствия, так как там площадь сельскохозяйственных угодий довольно велика.

Распределение потенциала водорегулирующих услуг (рис. 4.3.4 а) сходно с таковым для климатической регуляции: в пределах МКАД в большинстве административных образований доля площади незапечатанных территорий, которые ещё могут регулировать сток, не превышает 20 %. В Новой Москве, где доля площади плотной застройки в разы меньше, ситуация намного лучше.

Максимальный рекреационный потенциал имеется в южных районах Новой Москвы и в ряде районов в пределах МКАД, где наиболее высока доля площади природных и озеленённых территорий. Средний уровень рекреационного потенциала характерен в северных районах Новой Москвы и

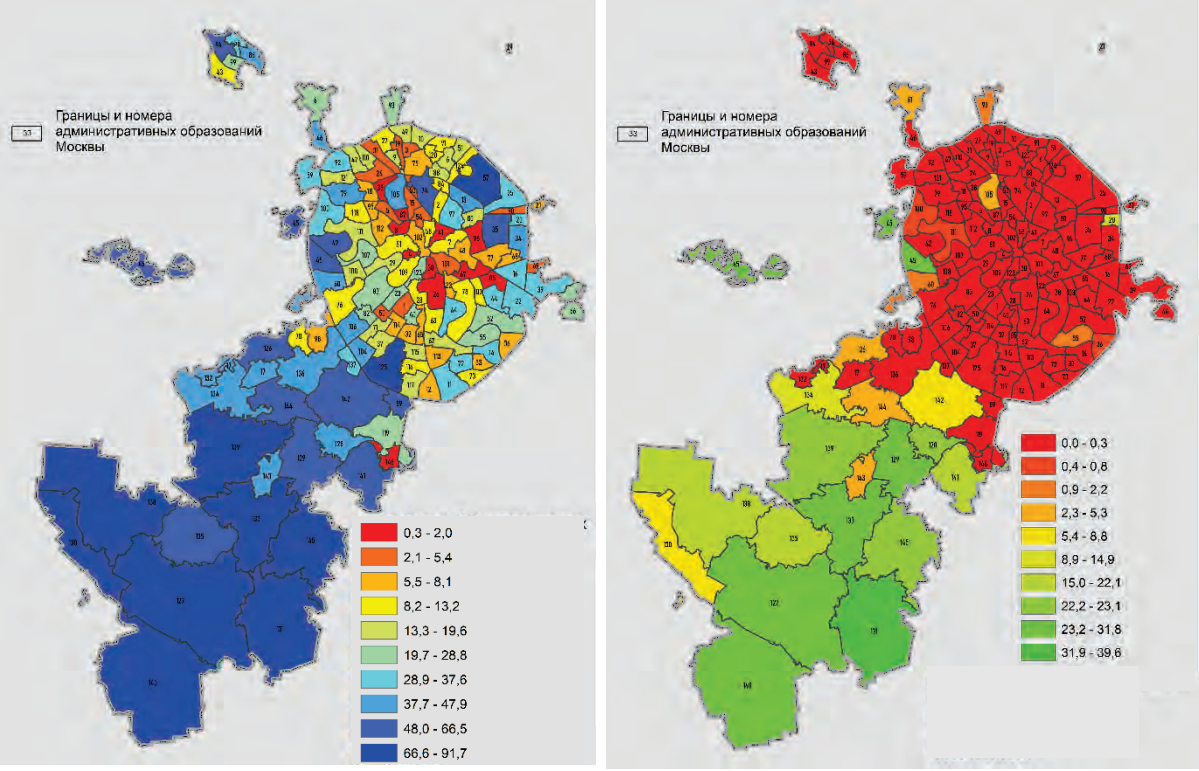
во многих районах внутри МКАД. Крайне низкий рекреационный потенциал или даже его практическое отсутствие наблюдаются почти в половине районов внутри МКАД, особенно в центральной части города (рис. 4.3.5 а).

Проведённая нами апробация метода оценки индексов экосистемных услуг по площади элементов ЗИ показывает его применимость для городских условий. Однако для его дальнейшего использования необходимы существенные уточнения.

Во-первых, необходимо уточнить и обосновать соответствие между экосистемными услугами и элементами ЗИ, возможно, с применением балльной оценки вклада элементов ЗИ в каждую экосистемную услугу.

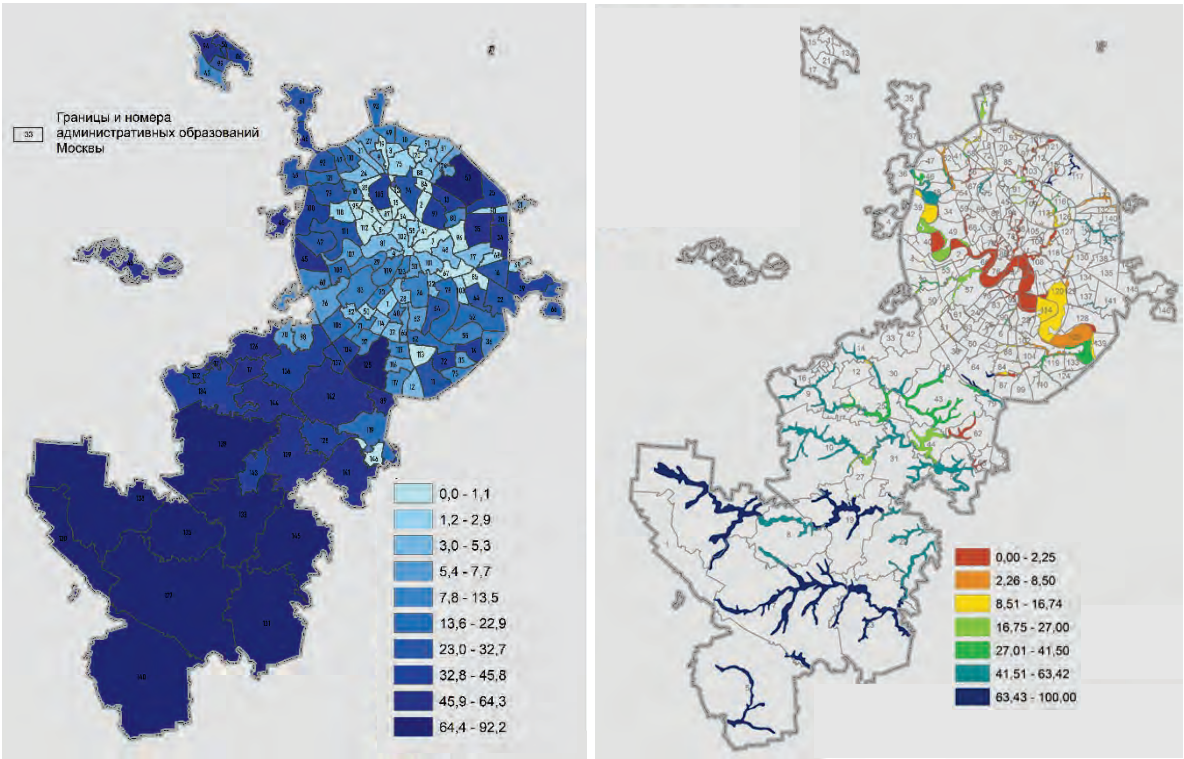
Во-вторых, оценки, полученные по площадям ЗИ для ряда экосистемных услуг, необходимо уточнить анализом дополнительных географических и экосистемных показателей. Например, для водорегулирующих услуг кроме общей площади ЗИ важен показатель сохранности экосистем в пределах звеньев речных долин (участков долин, соответствующих устьям). Как видно на рис. 4.3.4 б, в пределах МКАД он крайне низок и на существенной части площади речных долин составляет лишь единицы процентов. В северных районах Новой Москвы этот показатель имеет средние значения, на юге Новой Москвы сохранность долин удовлетворительна.

В-третьих, для использования данного метода как основы для принятия решений его необходимо дополнить анализом плотности населения и других социально-экономических показателей. Оценки, полученные по доле площади элементов ЗИ, можно считать индексами предоставленного экосистемами объёма услуг: имеющиеся площади ЗИ производят экосистемные услуги (регулируют климат и сток, сохраняют условия для сельского хозяйства и рекреации) независимо от количества их потребителей. Косвенным индексом необходимого объёма экосистемных услуг может служить показатель плотности населения для муниципального образования (База данных муниципальных образований, 2016). Индексом соотношения предлагаемого и необходимого объёма услуг, то есть степени удовлетворения потребности в услуге, может служить показатель доли площади элементов ЗИ, нормализованный по плотности населения. Сопоставление индексов предоставленного объёма услуг и степени удовлетворения потребности в услуге на примере рекреационных ЭУ (рис. 4.3.5 а и б) показывает, что наиболее сильно эти индексы различаются в самых густонаселённых административных образованиях, что вполне ожидаемо. В пределах МКАД индекс предоставленного объёма рекреационных ЭУ во многих районах достаточно высок за счёт большой площади ЗИ в них (рис. 4.3.5 а). Эти районы находятся в верхней половине диапазона значений индекса предоставленного объёма ЭУ, а некоторые даже имеют максимальные показатели. Если же перейти к показателю степени удовлетворения потребности в ЭУ (рис. 4.3.5 б), то практически все районы (кроме уникальной зоны Лосиного Острова) оказываются в нижней половине диапазона значений, а большинство районов имеет минимальные показатели. В пределах Новой Москвы наиболее сильные изменения при переходе от одного индекса к другому происходят ближе к МКАД. Таким образом, несмотря на значительную площадь ЗИ и высокий рекреационный потенциал в некоторых районах Старой Москвы, степень удовлетворения населения этими экосистемными услугами в пределах МКАД везде достаточно низка.



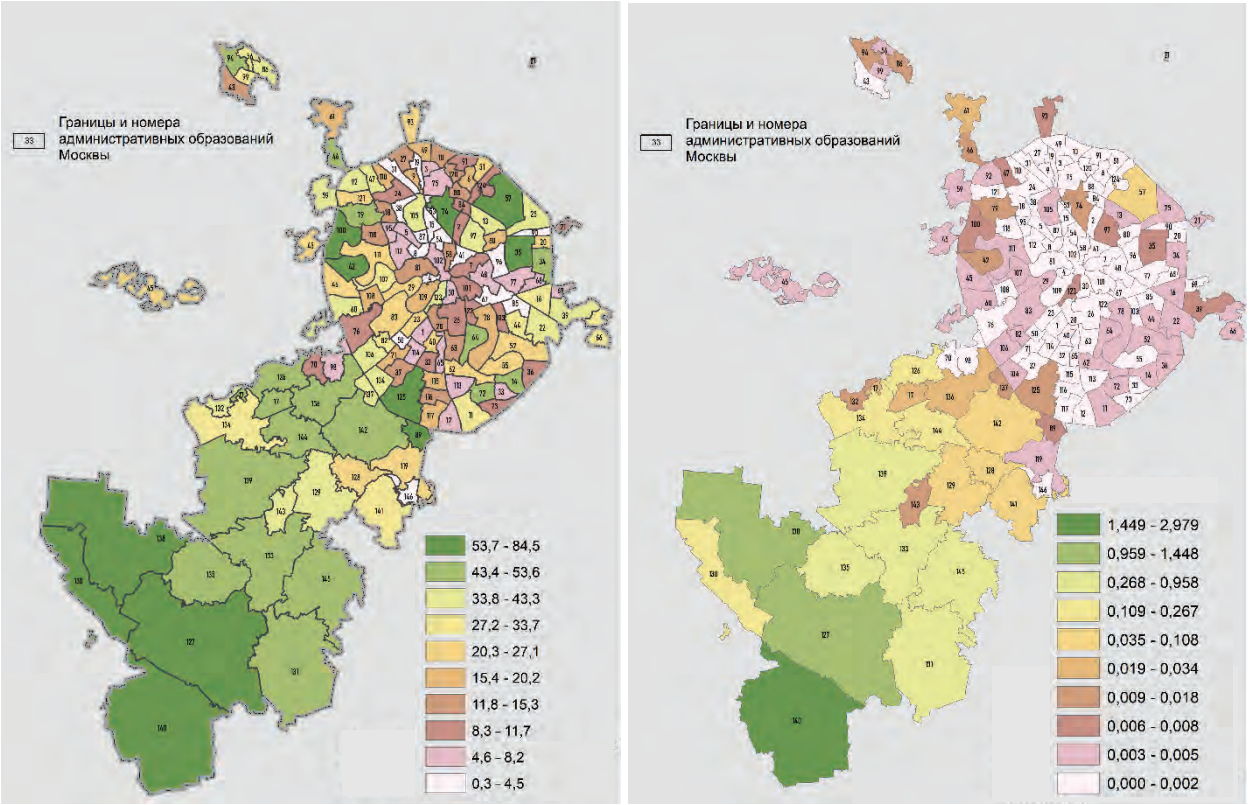
а *б*

Рисунок 4.3.3. Доля площади элементов ЗИ (% от площади административных образований), выполняющих экосистемные услуги: а) климатическая регуляция; б) обеспечение производства продовольствия



а *б*

Рисунок 4.3.4. Доля площади элементов ЗИ (%), выполняющих водорегулирующие экосистемные услуги: а) доля земель в границах административных образований; б) доля земель в пределах звеньев речных долин в границах административных образований



а б

Рисунок 4.3.5. Доля площади (%) элементов ЗИ, выполняющих рекреационные услуги: а) доля от площади административных образований; б) тот же показатель, нормализованный к плотности населения

5. Тюмень

5.1. Исторический анализ формирования зелёной инфраструктуры города

Тюмень – первый русский город, построенный в Сибири. Он находится в юго-западной части Западно-Сибирской равнины, в бассейне реки Туры. Уже более четырёх веков это важный административный и промышленный центр и транспортный узел, соединяющий Европейскую часть России и Северные регионы. В настоящее время город также является крупным культурным, научным и образовательным центром, характеризующимся одним из самых высоких уровней инвестиционной привлекательности.

Благоприятная экономическая ситуация в городе способствует росту численности его населения: так, с 2010 по 2020 г. оно увеличилось с 572 тыс. до 807 тыс. человек, то есть почти в полтора раза. Активный рост численности населения обеспечивается как миграционным приростом (в основном за счёт внутрирегиональных и межрегиональных миграций), так и естественным приростом (город Тюмень характеризуется одними из самых высоких показателей рождаемости в России).

Город состоит из четырёх административных округов: Восточный (с населением 200,3 тыс. чел. по состоянию на 2020 г.), Калининский (217,3 тыс. человек), Ленинский (193,5 тыс. чел.), Центральный (196,2 тыс. чел.)[80]. Фактический пространственный рост города происходит за счёт формирования широкой пригородной зоны и субурбанизированных местностей. Генеральным планом городского округа города Тюмень заложено концентрическое территориальное развитие города.

Город Тюмень был заложен в июле 1586 г. на месте древнего татарского городища. На протяжении четырёх веков своего существования город расширялся и благоустраивался неравномерно. Анализ материалов генеральных планов города разных исторических эпох позволяет проследить динамику изменения площадей и обеспеченности населения объектами зелёной инфраструктуры (таблица 5.1.1).

Таблица 5.1.1. Расчёт обеспеченности города Тюмени зелёными насаждениями (м²/чел) в разные исторические эпохи (Киселёва, 2016, с изменениями)

Год	*Численность населения*	*Площадь города, км²*	*Общая площадь объектов зелёной инфраструктуры в границах города, км²*	*Площадь объектов зелёной инфраструктуры на селитебной территории, км²*	*Обеспеченность объектами зелёной инфраструктуры, м²/чел*	
					значение	*норматив*[81]
1861	20 000,00	11,88	1,77	0,43	21,55	8
1905	29 651,00	11,88	4,03	0,4	13,61	8
1917	54 349,00	13,6	3,6	0,83	15,3	13
1921	54 349,00	23,67	10,14	1,06	19,42	13
1937	79 200,00	24,83	5,4	0,94	11,87	13
1986	395 200,00	70,93	14,85	3,9	9,86	16
1999	559 600,00	231,58	69,49	7,9	14,12	16
2015	679 861,00	444,07	263,18	2,89 (без учёта лесопарков)	4,25	16

Согласно Генеральным планам 1765, 1808, 1861, 1905 годов, город Тюмень застраивался преимущественно низкоэтажной частной застройкой. Территориальный рост города Тюмени в этот период был обусловлен активным развитием промышленности, однако был неравномерным: почти не застраивались район Заречья после сильного паводка 1888 года, территория Большого городища из-за близости к оврагу. В то же время, появившаяся железная дорога обусловила преимущественно восточное направление развития города. В данных Генеральных планах находят отражение элементы благоустройства и зоны рекреации.

После революции 1917 года в Тюмени продолжает интенсивно развиваться промышленность, увеличивается население и территория города, в связи с этим Генеральный план 1921 года устанавливал

[80] https://www.gks.ru/scripts/db_inet2/passport/pass.aspx?base=munst71&r=71701000

[81] СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89. Данные нормативы используются для анализа обеспеченности города объектами зелёной инфраструктуры в разные исторические эпохи в сравнении с актуальными нормативами.

формирование новых кварталов низкоэтажной застройки вдоль железной дороги к югу и юго-востоку (Иваненко, 2004). В связи с изменившимся мировоззрением в 1930-е гг. начинается массовое уничтожение или разрушение культовых зданий (Алексеева, 2014). Их территории превращаются в том числе, и в парки.

В годы Великой Отечественной войны (1941–1945) в связи с эвакуацией важных предприятий из центральной части России на Восток значение Тюмени как промышленного центра возросло. С 1944 г. Тюмень стала областным центром (Алексеева, 2014). Город получил своё развитие в южном и юго-восточном направлениях: бурно развивались окраины города, асфальтировались грунтовые дороги и строились новые микрорайоны (стали возводиться «хрущёвки»), в которых создавались насаждения общего и ограниченного пользования. В это время сформировалась мощная промышленная зона на юго-востоке города.

Согласно Генеральному плану 1987 года Тюмень должна была стать многоэтажным городом. В этот период исторический центр Тюмени активно застраивается многоэтажными зданиями, старые деревянные строения либо сносятся, либо реконструируются. В 1990-е гг. началось активное строительство 9- и 12-этажных домов и, как следствие, существенно сократилось озеленение центральных улиц; началось возведение новых микрорайонов в юго-восточной и заречной частях города; начали застраиваться окраинные территории города (Алексеева, 2014, Иваненко, 2004).

В начале 2000-х начинается массовое благоустройство и реконструкция парков и скверов, создаются новые аллеи, скверы. К 2006 г. подготовлен и опубликован новый Генплан, рассчитанный на 3 срока (2015, 2025, 2040 гг.). Согласно Генплану, Тюмень должна была сильно расшириться (Иваненко, 2007). В Генплане было определено соотношение многоэтажной и малоэтажной застройки (7:3). Наибольшая доля частной малоэтажной застройки планировалась для западной, северо-восточной и северо-западной части города; многоэтажная застройка – в центральной части, на левобережье р. Туры и южных направлениях города; промышленные зоны – в восточной части. На момент утверждения первой редакции Генплана в 2008 г. площадь насаждений общего пользования в городе составляла 559,7 га (из них 424 га – площадь лесопарков), обеспеченность насаждениями общего пользования составляла всего 9,5 м^2 на жителя.

Изучение исторической ретроспективы расширения городской территории Тюмени позволило проследить динамику и тренды изменения городской среды. Для сравнительного анализа количественных показателей зелёной инфраструктуры города были проведены расчёты обеспеченности объектами зелёной инфраструктуры для разных исторических эпох (табл. 5.1.1). Анализ данной таблицы показал, что существующая обеспеченность объектами зелёной инфраструктуры в Тюмени является самой низкой за всю историю развития города, что говорит о необходимости реконструкции и создания новых рекреационных зон на территории города.

5.2. Современная водно-зелёная инфраструктура города Тюмени

Общая площадь городского округа города Тюмени составляет 698,5 км^2, при этом зоны жилой, общественно-деловой застройки занимают 80,17 км^2 (или 11,55 % территории города), промышленной застройки 52,24 км^2 (или 7,48 %), остальная часть – объектами водно-зелёной инфраструктуры и возделываемыми землями, они размещены по территории города крайне неравномерно.

Современная водно-зелёная инфраструктура города Тюмени включает в себя внутреннюю градоэкологическую часть (рекреационные озеленённые территории (лесопарки, парки, скверы, бульвары, набережная и т. д.), естественные природные объекты (поймы, болота), озеленённые территории, выполняющие санитарно-гигиенические функции (санитарно-защитные зоны, территории больниц, школ, детских садов), искусственные и естественные водоёмы и водотоки) (рис. 5.2.1) и внешнюю природно-экологическую часть – лесопарковый зелёный пояс (рис. 5.2.2)[82].

[82] Наименования частей водно-зелёной инфраструктуры города Тюмени были даны в соответствии с Атласом экологического каркаса Москвы, 2014 / А.С. Курбатова (ред.). Институт градостроительного и системного проектирования, Москва.

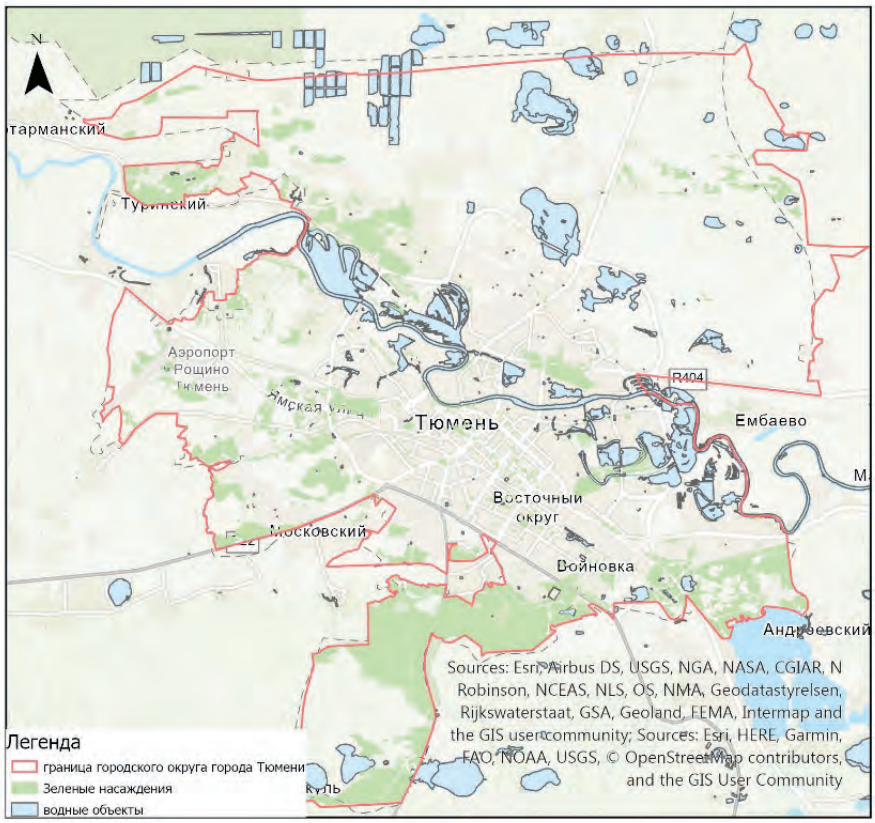


Рисунок 5.2.1. Внутренняя водно-зелёная инфраструктура города Тюмени

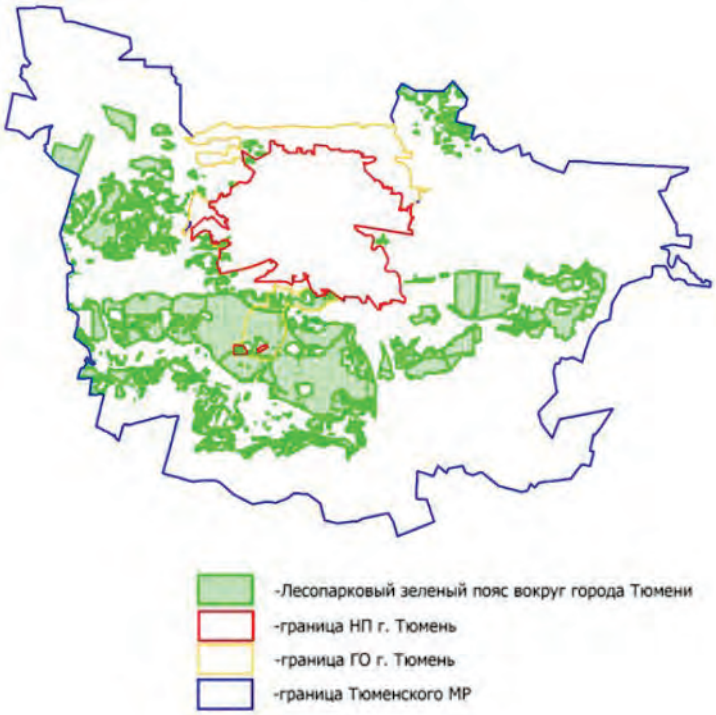


Рисунок 5.2.2. Лесопарковый пояс города Тюмени[83]

[83] https://admtyumen.ru/files/upload/OIV/D_Wood/Карта схема.JPG

В настоящее время площадь озеленённых территорий рекреационного назначения составляет 478 га в границах городского округа, или 5,9 м^2/чел, что почти в 3 раза ниже нормы[84]. Для компенсации выбывающих элементов зелёной инфраструктуры в 2017 г. было принято решение об организации лесопаркового зелёного пояса вокруг г. Тюмени[85], его площадь на данный момент составляет 73 149 га[86].

Лесопарк имени Юрия Гагарина. Данный лесопарк является памятником природы и находится в черте города. Его площадь составляет 104,8 га. Он включает сосновые и берёзовые леса естественного происхождения, кустарники, травянистую растительность, в том числе редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений, животных и грибов. На территории лесопарка имени Юрия Гагарина располагается археологический памятник «Мысовские курганы»[87]. Государственное управление и контроль в области организации и функционирования памятника природы осуществляет Департамент недропользования и экологии Тюменской области. В настоящее время лесопарк имени Ю. Гагарина – это так называемые тюменские «лёгкие». Лесопарк пользуется огромной популярностью среди местных жителей и гостей города. Летом здесь катаются на велосипедах, а зимой – на лыжах. Данный лесопарк выполняет рекреационную, санитарно-гигиеническую, планировочную функции.

Экопарк Затюменский. Затюменский парк также является памятником природы. Он расположен на территории г. Тюмени между двумя улицами: Ямская и Барнаульская, в районе Дома отдыха им. Оловянникова. Памятник природы находится в ведении Департамента недропользования и экологии Тюменской области[88]. Площадь лесопарка составляет 77,193 га. В древостое преобладают сосна и берёза, встречаются дубы. Лесопарк является единственным в Тюменской области местом возобновления дубов (Тетиор, 2006). В настоящее время в лесопарке «Затюменский» имеются детские площадки, лыжная трасса, пешеходные и велодорожки, остановочные комплексы и парковки, работает освещение. Главные задачи лесопарка заключаются в охране ландшафта и видового разнообразия животного и растительного мира, редких для города и его окрестностей. Он является традиционным местом круглогодичного проведения различных экологических и спортивных общегородских мероприятий. Особой популярностью здесь пользуется лыжная трасса. По всей территории лесопарка проложены асфальтовые дорожки, есть также природные тропы.

Гилёвская роща. Расположена Гилёвская роща между озером Кривым, или Старицей, на севере и речкой Войновкой на юге. Общая площадь лесопарка 79,9 га[89]. Лесопарк не относится к особо охраняемым природным территориям и объектам. В основном в парке насаждения естественного происхождения, но также есть и искусственная посадка. В древостое преобладает сосна (60 %) и берёза (39 %). В 90-е годы XX века роща превратилась в излюбленное место отдыха тюменцев. В любое время года здесь много посетителей. Также в лесопарке установлены мангалы и беседки, детские карусели, спортивные площадки, пункты проката, проложены велодорожки, тропинки.

Лесопарковый зелёный пояс г. Тюмени. На основании принятого Постановления № 937 Тюменской областной думы от 14.12.2017 лесным насаждениям пригорода Тюмени, в целях ограничения использования и придания правовой опоры, присвоили статус лесопаркового зелёного пояса города Тюмени. До принятия Постановления № 937 пригородные леса Тюмени относились к лесам Государственного лесного фонда. Приказом Департамента лесного комплекса Тюменской области № 90 от 22.06.2018 были установлены границы лесопаркового зелёного пояса г. Тюмени. Созданный лесопарковый пояс стал одним из самых больших в России, его площадь почти равна площади городского округа – г. Тюмени и составляет 66 216 гектар. Согласно Постановлению Тюменской областной думы от 25 июня 2020 г. № 2615 «Об изменении площади лесопаркового зелёного пояса вокруг г. Тюмени», площадь лесопаркового зелёного пояса была увеличена на 6300 га и составила 73 149 га.

---

[84] СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89.

[85] Приказ Департамента лесного комплекса Тюменской области № 90 от 22.06.2018.

[86] Постановление Тюменской областной думы от 25 июня 2020 г. № 2615 «Об изменении площади лесопаркового зелёного пояса вокруг г. Тюмени».

[87] http://docs.cntd.ru/document/906605163

[88] https://admtyumen.ru/files/upload/OIV/D_nedro/Документы/Затюменский.pdf

[89] http://docs.cntd.ru/document/441525161

Площадь лесопаркового пояса рассчитывается на основе требований[90]. Для города Тюмени минимальный размер лесопаркового пояса должен был составлять 19 780 га, фактически же площадь лесопаркового пояса города Тюмени более чем в 3,5 раза превышает необходимый минимум.

Выполняемые функции, режим использования и порядок формирования лесопаркового зелёного пояса г. Тюмени, определённые в Приказе № 90 «Об установлении границ лесопаркового зелёного пояса вокруг города Тюмени» составлены на основании статьи № 62 ФЗ «Об охране окружающей среды».

В Тюменском районе лесопарковый зелёный пояс формируется в виде кольца. В северной, северо-восточной и восточной частях пригорода леса в основном составляют деревья хвойных и лиственных пород, они не образуют сплошных массивов, чередуются с болотами и участками, занятыми под сельскохозяйственные угодья; более плотно они смыкаются в западной, юго-западной, южной, юго-восточной частях пригорода, где меньше площадей используются для нужд сельского хозяйства. Наиболее развитый массив лесопарковой зоны представлен в юго-западной и южной частях пригорода. Перед созданием лесопаркового пояса Тюмени были проведены общественные слушания, на которых горожане практически единогласно (99 %) проголосовали за его создание. Это обусловлено очевидной всем экологической выгодой: леса, отнесённые к зелёному поясу, теперь надёжно защищены от вырубки, а земли, находящиеся под лесами, – от перевода в земли другой категории. Если же часть владений по какой-то причине исключается из такого пояса, то согласно Закону «Об охране окружающей среды» территория той же площади должна быть включена в его состав. Кроме того, выделение данной территории под лесопарковый пояс создаёт хорошие условия для создания рекреационных зон: здесь могут располагаться санатории и другие оздоровительные учреждения, базы отдыха, объекты, связанные со спортом и туризмом.

Водная инфраструктура представлена транзитным участком р. Туры с мелкими притоками (р. Тюменка, р. Бабарынка, ручей Ключи), озёрами (оз. Алебашево, оз. Цимлянское, оз. Круглое, оз. Песьяное, оз. Цыганское, оз. Липовое, оз. Кривое) и прудами (обводнёнными карьерами – Южный, Утиный, Школьный, Студенческий, Полевой, Чистый, Дамбовский).

5.3. Современные урбогеосистемы Тюмени

Характер взаимодействия природного ландшафта и материальной культуры отражены в пространственной структуре урбогеосистем Тюмени. Урбогеосистемы представляют собой относительно однородные территории, которые выполняют определённую городскую функцию, характеризуются однотипной мозаикой ландшафтного покрова и локализованы в пределах одной мезоформы рельефа.

Выделены следующие функции городских территорий: селитебная, культурно-деловая, промышленная, транспортная, складская, рекреационная, природоохранная, сельскохозяйственная. Урбогеосистемы атрибутированы по функциям на основании визуального дешифрирования снимков высокого разрешения.

Мозаика ландшафтного покрова оценена на основе проведённой классификации разносезонных многоканальных снимков Sentinel-2, в ходе которой были выделены следующие классы ландшафтного покрова: водные объекты (постоянно обводнённые территории); заливные луга (сезонно обводнённые территории); хвойные деревья; лиственные деревья и кустарники; возделываемые земли; смешанная древесно-кустарниково-луговая растительность; запечатанные территории и класс затенённых территорий, который является индикатором высокой застройки.

Классификация выполнялась по снимкам Sentinel-2, загруженным с портала Copernicus Open Access Hub на следующие даты: 6.06.2018, 1.07.2018, 26.09.2018, 27.01.2019, 7.04.2019, 2.05.2019. Классы ландшафтного покрова выделены последовательно на основании комплекса признаков, присущих этому классу в определённый сезон. Так, по высоким значениям нормализованного индекса влажности (Normalized Difference Wetness Index, NDWI) на 1 июля 2018 г. были дешифрированы водоёмы и на 2 мая 2019 г. – заливные луга. Хвойные деревья сохраняют высокие значения нормализованного

[90] http://base.garant.ru/12171631/

вегетационного индекса (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) в зимний период и были дешифрированы по сценам на 27 января и 7 апреля 2019 г. Возделываемые земли были получены на основании модуля разности NDVI за 6 июня и 26 сентября 2018 г., лиственные деревья и кустарники выделялись по значениям NDVI более 0,8 на 1 июля 2018 г. Урбанизированные территории отделялись от остальной территории по нормализованному индексу застройки VrNIR-BI на основе видимого красного (Band 4), ближнего инфракрасного (Band 8) каналов, 1 июля 2018 г. эти территории характеризовались максимальным значением этого индекса (выше – 0,4).

В итоге нами было получено классифицированное изображение территории города Тюмени (рис. 5.3.1). Ландшафтный покров городской территории в пределах окружной дороги дифференцируется в следующем отношении: застроенные территории вместе с тенями высотных домов – 31 %; растительный покров – 62 %, из них смешанная древесно-кустарниково-луговая – 54 %, лиственные леса – 4 %, хвойные леса – 3 %, заливные луга – 1 %; возделываемые земли – 4 %; водные объекты – 5 %. Надо отметить, что высокая доля смешанной древесно-кустарниково-луговой растительности в ландшафтном покрове города во многом обеспечена большим пространством незастроенной поймы и приусадебными участками в районах малоэтажной застройки.

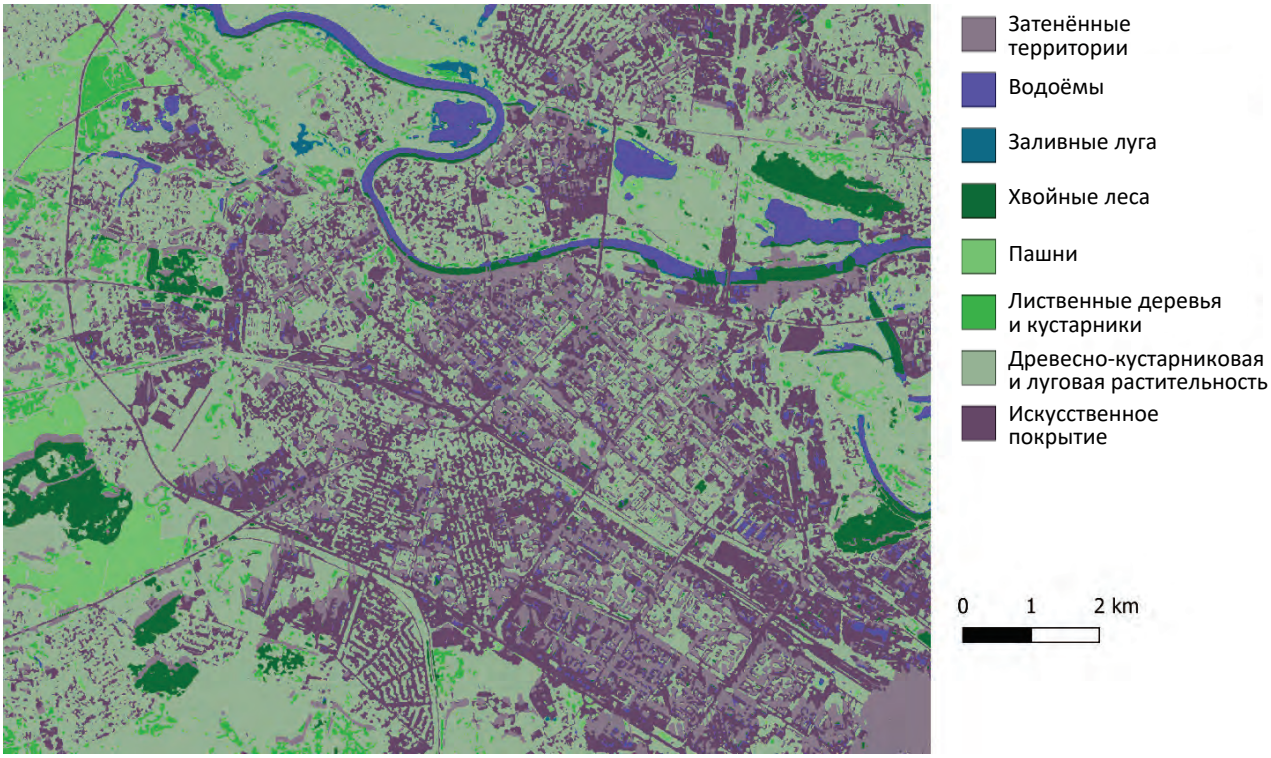


Рисунок 5.3.1. Классификационное изображение (фрагмент)

Рельеф был поделён на следующие классы: низкая пойма (до 54 м), высокая пойма (54–58 м), низкая терраса (58–72 м), средняя терраса (72–86 м), высокая терраса (86–120 м), крутые склоны террас (10–20°), овраги и долины малых рек.

В результате многоуровневой классификация создана карта урбогеосистем, которая охватывает территорию города в пределах объездной дороги и содержит 546 уникальных контуров (рис. 5.3.2).

Застройка с переменной этажностью в историческом центре. Кварталы в историческом центре Тюмени возникли на средней террасе р. Туры. Они заняты постройками конца XIX – начала XX века. Позднее на месте отдельных малоэтажных построек стали появляться одиночные многоэтажные дома. Этот район характеризуется высокой запечатанностью почв и хорошо различим практически на всех спектральных индексах. На асфальтированные территории и плотную застройку приходится 65 % района. Озеленённость района намного ниже общегородского, что фиксируется по низкому значению NDVI, равному 0,12.

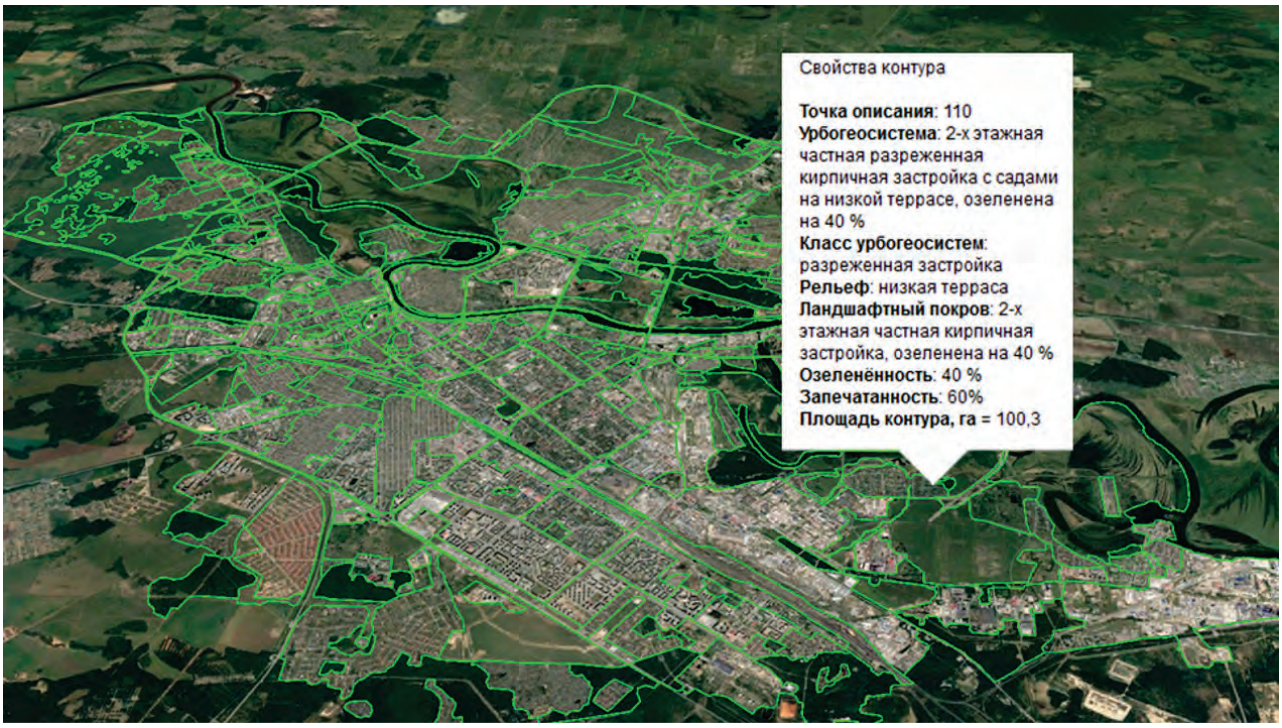


Рисунок 5.3.2. Карта урбогеосистем города Тюмени (Харитонова и др., 2018)

Частная малоэтажная застройка. Подобные урбогеосистемы занимают до трети площади Тюмени и распространены как на границе города, так и в непосредственной близости от его центра. В непосредственной близости от исторического центра частная застройка расположена на левом пойменном заболоченном берегу Туры. Другой крупный массив малоэтажной застройки расположен между Червишевским трактом и улицей Мельникайте на плоской поверхности высокой надпойменной террасы. Также малоэтажная застройка сформировалась на надпойменной террасе между крупными оврагами. В пределах частной застройки доминируют два класса ландшафтного покрова – собственно застроенные территории и смешанная древесно-кустарниково-луговая растительность, которая занимает от 33 до 50 % от общей площади кварталов. Средний NDVI для частного сектора составляет 0,18, что чуть ниже среднего значения. Это связано с тем, что на многих участках развито огородничество и растительный покров нестабилен.

Пятиэтажная жилая застройка. Подобный тип застройки возник в Тюмени в 1950–70-е годы и распространён в основном к востоку от исторического центра города, на средней и высокой надпойменных террасах. За годы существования подобных районов на их территории успели вырасти взрослые широколиственные и мелколиственные деревья – тополь, берёза, липа, клён, дикая яблоня. Выросли также хвойные породы: сосна, в меньшей степени ель и лиственница. В 5-этажных кварталах классы хвойных, лиственных древесных насаждений и смешанной древесно-кустарниково-луговой растительности в совокупности занимают более 50 %. Подобная природная обстановка индицируется относительно высоким значением NDVI, равным 0,21.

Жилая 9-этажная застройка. Данный тип застройки отличается меньшей мозаичностью. Дома занимают большую площадь и различимы на снимке Landsat-8, но также больше интервалы между домами. В старых кварталах придомовая территория занята относительно старыми насаждениями из лиственных и хвойных пород и характеризуется высокими значениями NDVI, в новых кварталах дворы домов чаще заасфальтированы и обустроены под парковки, в этом случае класс застроенных территорий и теней домов занимает до 90 % общей площади, NDVI снижается до 0,11–0,15.

Жилая 12–16-этажная застройка. За последние 20 лет население Тюмени значительно увеличилось, поэтому большую площадь занимают кварталы с новой многоэтажной застройкой. Новая застройка встречается по всему городу, но сосредоточена на высоких террасах правобережья и на забо-

лоченных низких террасах на левобережье Туры. Новые кварталы практически лишены растительности – редкие посаженные деревья не успели вырасти, большие территории заасфальтированы, зелёные пространства представлены газонами. Значения NDVI равны 0,11–0,12.

Промзоны. Промзоны расположены на восточной окраине города и вдоль железной дороги. Плотная застройка сочетается здесь с неосвоенными пространствами, занятыми луговой и кустарниковой растительностью, иногда цеха отделены друг от друга рядами древесных насаждений. В совокупности зелёные пространства промзон составляют в среднем 10–20 % (от 5 до 40 %). Значение NDVI составляет всего 0,13, однако оно выше, чем в районах с новой застройкой.

Парковки, торговые центры. Подобные урбогеосистемы характеризуются самой высокой запечатанностью почв, практически полным отсутствием растительности. Крупнейшими торговыми центрами Тюмени являются «Кристалл», «Панама», «Лента». Их площадь вместе с парковкой занимает до 35 га. Среднее значение NDVI в подобных урбогеосистемах составляет всего 0,06, а доля асфальтированных территорий и территорий с плотной застройкой больше 85 %. Остальные 15 % приходятся на газон перед входом в ТЦ.

Незастроенные территории. Большая часть растительного покрова города приходится на большие неосвоенные пространства между отдалёнными друг от друга районами города. Зачастую появление данного класса обусловлено неблагоприятными гидрогеологическими условиями для строительства. Так, левый берег Туры застроен значительно слабее правого из-за наличия пойм и переувлажнённых территорий. Преимущественно эти территории заняты мелколиственными антропогенно нарушенными лесами из берёзы, осины, тополей, на пойме к ним добавляется серая ольха и ива, а также влажными закустаренными лугами и газонами. Значение NDVI за лето не поднимается выше 0,3–0,4.

Существенная часть зелёных зон Тюмени приходится на городские овраги. Склоны оврагов крутые, до 30°, с развитыми оползневыми процессами, что затрудняет их освоение, здесь произрастают леса из липы, клёна, берёзы и ольхи. Влажные днища заняты ольхой, ивой и осиной. Контуры оврагов характеризуются высоким значением индекса NDVI, равным 0,4. Доля растительности составляет 60 %. Остальные 40 % попадают в класс водоёмов и малоэтажной застройки.

Рекреационные территории Тюмени можно разделить на три класса – крупные лесопарки, площадью 75–105 га, городские парки площадью 10–24 га и городские скверы площадью 1–8 (до 12) га. Лесопарки представлены густыми массивами берёзового и соснового леса, плотность древесных насаждений составляет 80–95 %, летние значения NDVI выше 0,8. Социологические опросы показали, что эти зелёные зоны являются самыми популярными рекреационными объектами в городе. Территории городских парков более благоустроены, плотность древесных насаждений снижается до 15–75 % за счёт больших площадей с искусственным покрытием и инфраструктурных объектов. Озеленение городских скверов неравномерное, плотность деревьев составляет от 5 до 80 %, при этом популярность парков среди горожан тесно коррелирует именно с долей древесных насаждений, наибольшую популярность получили скверы Берёзовая роща, Немцова, Текутьевский бульвар, где доля деревьев составляет 70–80 % от общей площади.

Наибольшим потенциалом производства экосистемных услуг обладают урбогеосистемы с высокими показателями NDVI, а значит, с высокой долей объектов зелёной инфраструктуры. К таким урбогеосистемам можно отнести в первую очередь классы незастроенных и рекреационных территорий, а также 9- и 5-этажной жилой застройки. Малоэтажная застройка с частными садами, несмотря на относительно низкую плотность застройки, характеризуется пониженным экосистемным потенциалом. Способность урбогеосистем предоставлять услугу «охлаждающий эффект» зависит как от плотности древесных насаждений, так и от высотного уровня рельефа – в летний сезон низкие террасы и поймы относительно охлаждены по сравнению со средними и высокими террасами.

Потенциал оказания рекреационных услуг, кроме специально предназначенных для этого территорий, также высок у квазиприродных незастроенных территорий – крутых склонов террас, где в зимнее время стихийно появляются лыжные и саночные спуски; у пойменных озёр (зимой – катки и автогоночные трассы); у урбогеосистем балок и оврагов, где возможен широкий спектр рекреационных услуг.

5.4. Экосистемные услуги города Тюмени

Большинство исследований, посвящённых оценке городских экосистемных услуг, выделяют высокую значимость именно экосистемных услуг локального значения. В городах экосистемные услуги предоставляются квазиприродными (изменёнными человеком или созданными человеком) экосистемами, такими, как элементы зелёной инфраструктуры (городские «лесопарковые зелёные пояса», леса, парки, уличное озеленение, сады, газоны), водной инфраструктуры (естественные водно-болотные угодья, водные объекты, включая озера, болота, реки, ручьи, искусственные пруды, обводнённые карьеры и каналы) и другие природные экосистемы или компоненты экосистем (почвы, скалы)[91]. В настоящем исследовании мы использовали классификацию экосистемных услуг CICES 5.1. В данном разделе представлены два примера оценки экосистемных услуг для города Тюмени: оценка соотношения спроса и предложения услуг «микро- и региональное регулирование климата» («охлаждающий эффект») и «физическое и интеллектуальное использование ландшафтов» (морские пейзажи) в различных средах («Предоставление условий для ежедневной рекреации»)[92].

Анализ публикаций, посвящённых оценке экосистемных услуг городов в России позволил выделить следующие подходы: монетарные и немонетарные оценки, оценку предложения экосистемных услуг и оценку соотношения их спроса и предложения, расчёт соотношения спроса и предложения экосистемных услуг на основе статистических данных и данных дистанционного зондирования для всего города (без учёта внутренней мозаичности и неравномерности распределения экосистем) и анализа пространственного распределения спроса и предложения городских экосистемных услуг[93]. Представленные нами примеры оценки базируются на немонетарной оценке пространственного распределения соотношения спроса и предложения экосистемных услуг «охлаждающий эффект» и «предоставление условий для ежедневной рекреации».

5.4.1. Предоставление условий для ежедневной рекреации

Предоставление условий для ежедневной рекреации – одна из важнейших экосистемных услуг в условиях городской среды, обеспечиваемая зелёной инфраструктурой города. Для города Тюмень мы провели оценку соотношения спроса и предложения услуги «предоставление условий для ежедневной рекреации», используя более обобщённый подход: сравнение общего количества посетителей объектов зелёной инфраструктуры, отдыхающих единовременно (спрос) с максимально допустимым количеством человек, которые могут единовременно посещать элементы городской зелёной инфраструктуры (предложение) и пространственный анализ распределения спроса и предложения данной услуги (сравнение спроса и предложения экосистемной услуги «предоставление условий для ежедневной рекреации» в границах 500-метровых бинов гексагональной сетки, которой мы покрыли всю территорию города). Второй подход может быть использован для определения территорий, на которых целесообразно реконструировать, формировать и улучшать объекты зелёной инфраструктуры города.

Спрос на услугу был оценён методом пространственного анализа на основе создания карты плотности населения (рис. 5.4.1.1) в программе ArcGIS PRO. В качестве векторной основы для создания карты были использованы векторные слои из общедоступного электронного ресурса Open Street Maps[94] (слои административные границы, здания) за сентябрь 2016 г. Данные векторные слои были верифицированы с использованием космических снимков Landsat-8 (от 8.06.2016 и 3.09.2016) и полевых наблюдений, проведённых летом (июль и август) 2016 г. Для построения карты плотности населения мы рассчитали число жителей в каждом жилом доме города, используя сумму удельной жилой и общедомовой площади для одного человека (30 м^2), средний размер домохозяйств в Российской Федерации на 2016 г.[95], а также жилую площадь в каждом многоэтажном жилом доме и количество част-

[91] https://www.eea.europa.eu/publications/annual-report-2010/download
[92] https://cices.eu/
[93] https://www.elibrary.ru/
[94] https://www.openstreetmap.org/
[95] http://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus_hh_10.php

ных домов. Для расчёта жилой площади многоэтажных домов использовался слой «здания», обрезанный по границе городского округа – г. Тюмени: площадь полигонов жилых домов была умножена на их этажность. Чтобы рассчитать число жителей, мы разделили жилую площадь каждого дома на сумму удельной жилой и общедомовой площади для одного человека. Для частных домов количество жителей рассчитывалось с использованием значения среднего размера домохозяйства (2,8 человека в одном домохозяйстве). Таким образом, каждый полигон здания получил атрибутивную информацию о числе жителей. Чтобы упростить агрегирование данных, мы создали точечный слой с центроидами многоугольников зданий с такими же атрибутами.

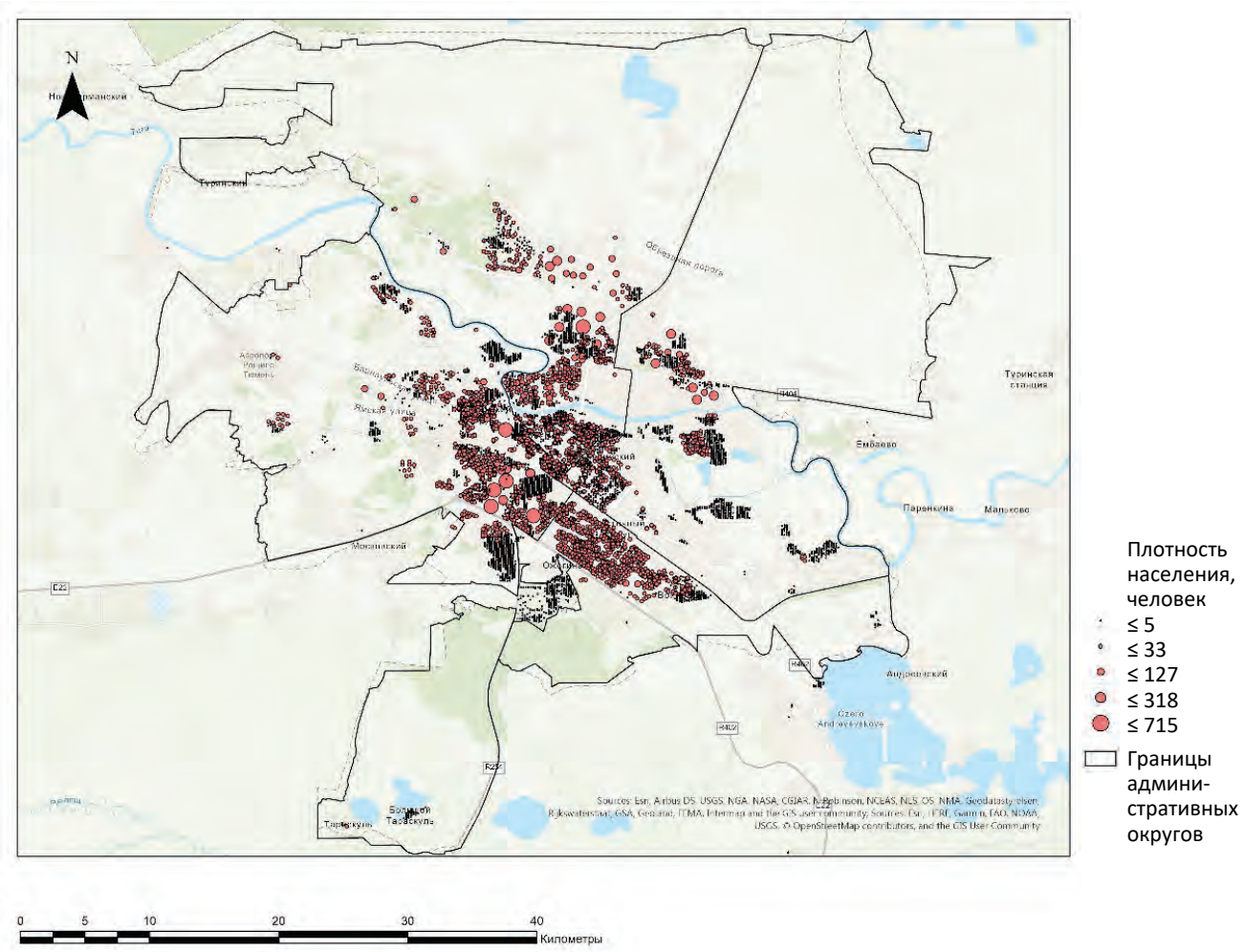


Рисунок 5.4.1.1. Карта плотности населения города Тюмени

Показатели спроса на услугу «предоставление условий для ежедневной рекреации» были рассчитаны, исходя из рекомендуемых значений единовременного числа посетителей парков. Согласно «Региональному парковому стандарту Московской области»[96], единовременно посещают парки и прочие объекты зелёной инфраструктуры, пригодные для рекреации, 5 % населения[97]. Карта плотности населения города Тюмени позволила определить количество жителей в каждом жилом доме. Чтобы определить количество одновременно отдыхающих, мы умножили количество жителей в каждом здании на 0,05. Таким способом мы получили шейп-файл, в котором каждая точка, центроид полигонов зданий, имеет атрибут – число единовременных посетителей мест рекреации. Гексагональная сеть бинов

[96] Постановление Правительства Москвы от 23 декабря 2013 г. № 1098/55 «Указания. Региональный парковый стандарт Московской области».

[97] Постановление Правительства Москвы от 23 декабря 2013 г. № 1098/55 «Указания. Региональный парковый стандарт Московской области» применено для г. Тюмени в связи с тем, что правила благоустройства в г. Тюмени не содержат нормы предельно допустимого рекреационного давления и из-за отсутствия региональных нормативов.

с радиусом 500 м использовалась для агрегации данных точек методом суммирования значений атрибутов. Та же сетка использовалась для составления карты распределения предложения, чтобы облегчить сравнение спроса и предложения для предоставления условий для ежедневной рекреации. Таким образом, мы получили шейп-файл – карту пространственного распределения потребности в предоставлении условий для ежедневной рекреации (рис. 5.4.1.2) – с шестиугольными бинами, в границах которых указано количество единовременных отдыхающих. Для представления результатов оценки спроса на предоставление условий для ежедневной рекреации мы создали тематическую карту и использовали метод Graded colors (Градуированных цветов). Градуированные цвета показывают количественные различия между отображаемыми объектами путём изменения цвета. Данные классифицируются по диапазонам, каждому из которых назначается свой цвет. Количество единовременных отдыхающих в пределах границ шестиугольника с использованием метода естественных границ было разделено на пять диапазонов.

Согласно карте плотности населения и подсчёту жителей, в 2016 году в Тюмени проживало 711 660 человек. По данным официальной статистики муниципального образования городского округа Тюмени – 720 525 человек[98]. Мы считаем нашу карту плотности населения Тюмени достоверной из-за отклонения от данных официальной статистики менее чем на 1 %. Общее количество одновременно отдыхающих, по нашим оценкам на 2016 г. составляет 35 583 человека, а по данным официальной статистики – 36 027 человек. Рекреанты сконцентрированы в центральной и юго-восточной частях города, характеризующихся высокой плотностью населения, и в жилых районах с плотной и в основном многоэтажной застройкой. Карта распределения спроса на услугу «предоставление условий для ежедневной рекреации» показывает количество отдыхающих в каждом бине (рис. 5.4.1.2).

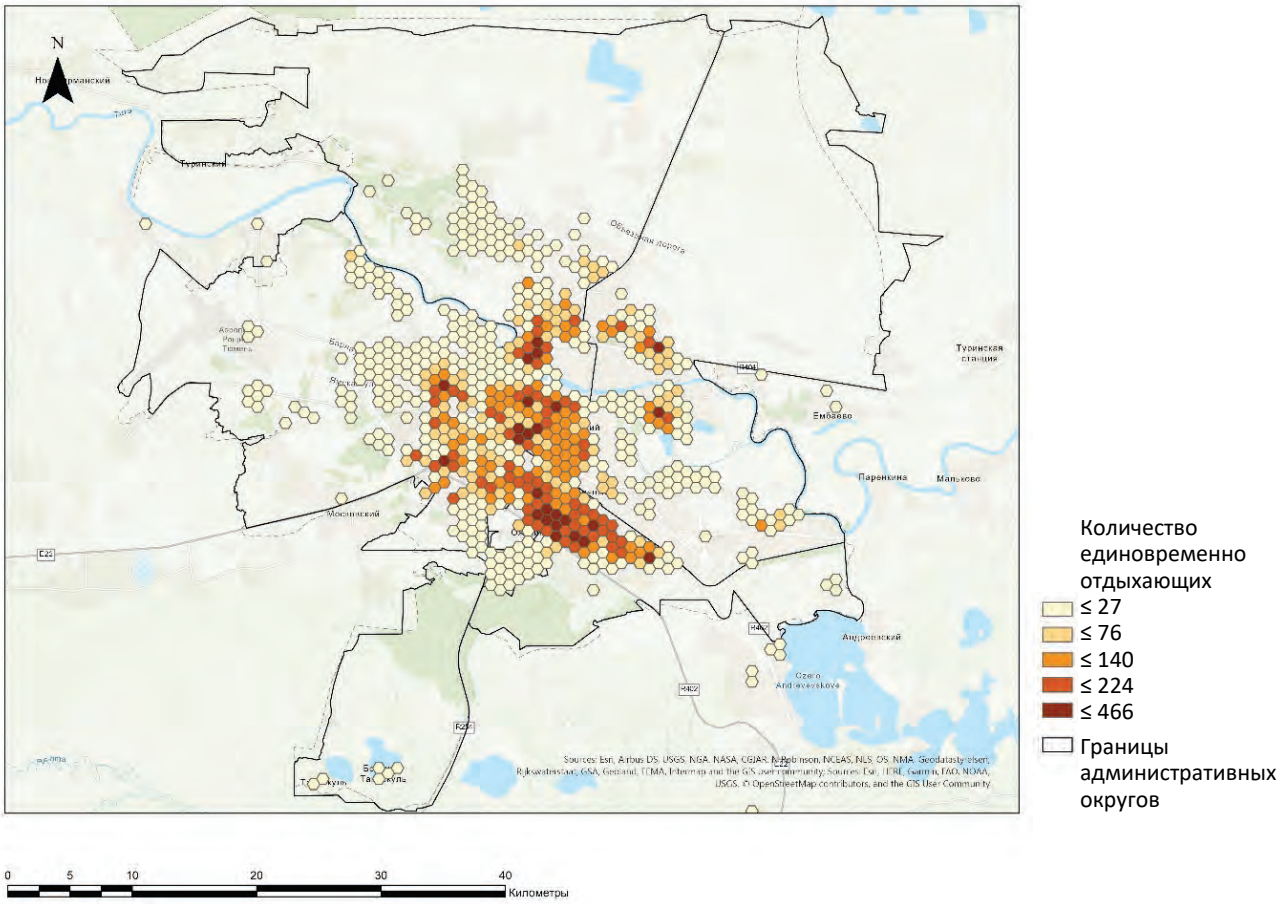


Рисунок 5.4.1.2. Пространственное распределение спроса на услугу «предоставление условий для ежедневной рекреации»

[98] https://www.gks.ru/scripts/db_inet2/passport/pass.aspx?base=munst71&r=71701000

Предоставленный зелёной инфраструктурой объём услуги был оценён методом пространственного анализа в программе ArcGIS PRO по результатам составления карты водно-зелёной инфраструктуры города Тюмени (рис. 5.2.1). В качестве векторной основы для карты использовались векторные слои из общедоступного электронного ресурса Open Street Maps (водоёмы, озера, крупные реки, землепользование, типы поверхности, растительность, территория суши) за сентябрь 2016 г. Данные векторные слои были верифицированы с использованием космических снимков Landsat-8 (от 8.06.2016 и 3.09.2016) и полевых наблюдений, проведённых летом (июль и август) 2016 г. В карту водно-зелёной инфраструктуры города вошли такие типы зелёных насаждений и водоёмов: городские леса, парки, газоны, сады, дачи, кустарники, кладбища, речные долины, реки, озера, пруды, то есть полигональные объекты векторных слоёв ресурса Open Street Map с атрибутами wood, forest, orchard, grass, meadow, village_green, recreation_ground, garden, park, allotments, cemetery, water, water_bodies и вновь созданные полигональные объекты, соответствующие объектам водно-зелёной инфраструктуры в случае их отсутствия в векторных слоях ресурса Open Street Map.

Для оценки предоставленного объёма услуги была рассчитана сумма площадей всех объектов зелёной инфраструктуры, пригодной для рекреации, и максимально допустимое количество отдыхающих. Согласно Нормам и Правилам проектирования комплексного благоустройства в г. Москве[99] максимально допустимое количество отдыхающих для городских зелёных зон составляет 50 человек на гектар[100]. Карта водно-зелёной инфраструктуры города Тюмени позволила обозначить объекты зелёной инфраструктуры, удобные для отдыха (городские леса, парки, сады). Площадь этих элементов в гектарах была умножена на предельно допустимое количество рекреантов. Таким образом, мы получили шейп-файл, в котором для каждого полигона объектов зелёной инфраструктуры, пригодных для рекреации был создан атрибут – максимально допустимое количество отдыхающих. Гексагональная сеть бинов с радиусом 500 м использовалась для агрегации данных о площади объектов зелёной инфраструктуры и максимально допустимого количества отдыхающих с использованием метода средневзвешенной суммы. Та же сетка использовалась для составления карты распределения спроса, чтобы облегчить сравнение спроса и предложения для предоставления условий для ежедневной рекреации. Итак, в результате такого пространственного анализа мы получили шейп-файл – карту пространственного распределения предложения предоставления условий для ежедневной рекреации (рис. 5.4.1.3) – с шестиугольными полигонами, имеющими атрибутивную информацию о максимально возможном количестве отдыхающих в пределах их границ. На основании данной карты и были выполнены расчёты.

Зелёная инфраструктура Тюмени предоставляет возможности для отдыха 34 034 человека. Предложение выше на периферии города, характеризующейся наиболее обширными рекреационными зонами, они сосредоточены в основном вдоль реки и в левобережной части города (парк Гагарина, озеро Алебашевское, озеро Песьяное), частично в западной части города (Затюменский парк, озеро Цимлянское, парк Оловянникова), где постепенно сливается с лесопарковым зелёным поясом. На карте распределения предложения на услугу «предоставление условий для ежедневной рекреации» указано максимально допустимое количество отдыхающих в каждом бине (рис. 5.4.1.3).

[99] Постановление Правительства Москвы от 6 августа 2002 г. № 623-ПП «Об утверждении Норм и правил проектирования комплексного благоустройства на территории города Москвы МГСН 1.02-02».

[100] Постановление Правительства Москвы от 6 августа 2002 г. № 623-ПП Об утверждении Норм и правил проектирования комплексного благоустройства на территории города Москвы МГСН 1.02-02 применены для города Тюмени в связи с тем, что Правила благоустройства в г. Тюмени не содержат Норм предельно допустимой рекреационной нагрузки и из-за отсутствия региональных нормативов.

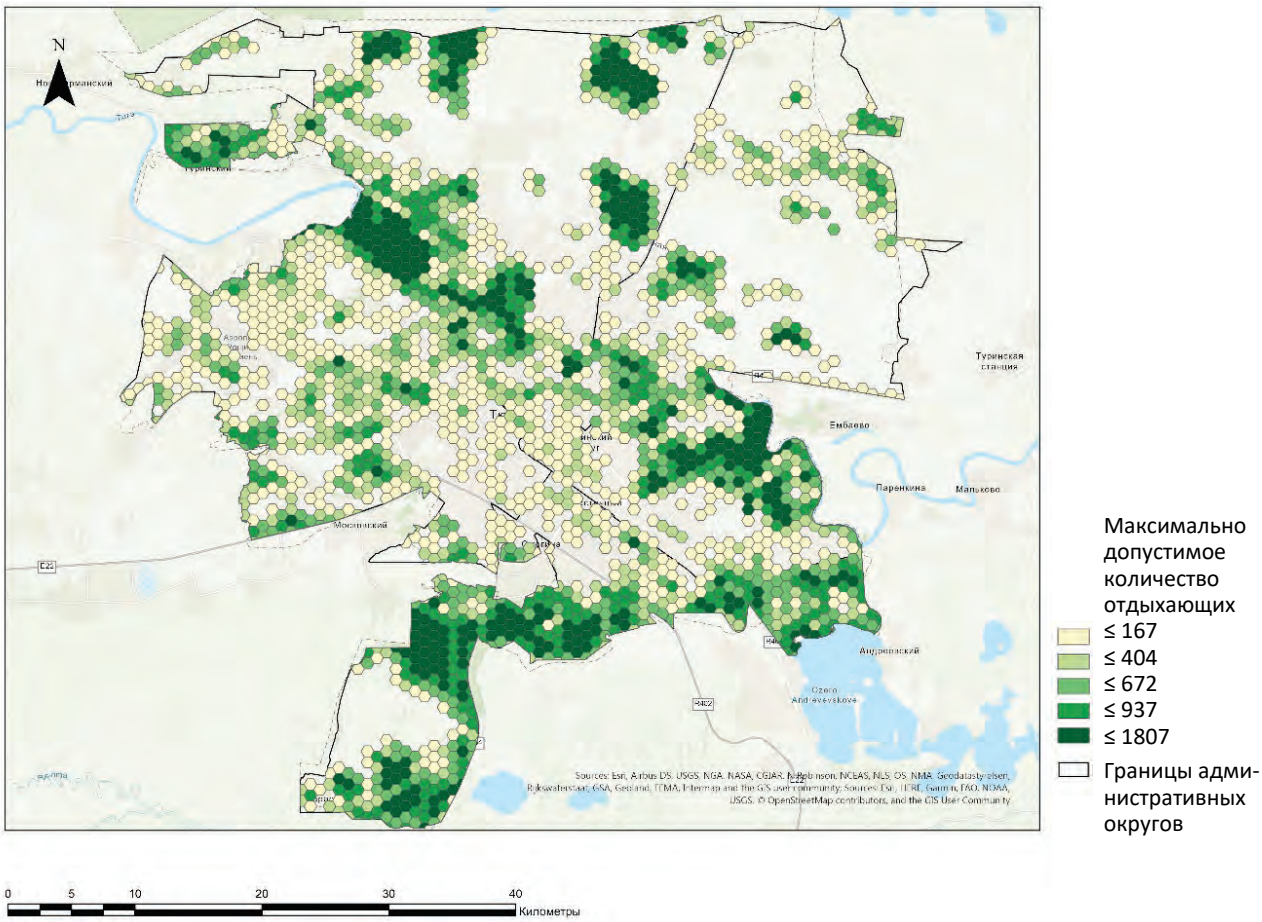


Рисунок 5.4.1.3. Пространственное распределение предложения экосистемной услуги «предоставление условий для ежедневной рекреации»

Соотношение спроса и предложения экосистемной услуги было оценено на основе объединения шейп-файлов карт пространственного распределения спроса и предложения услуги. Затем мы вычли максимально допустимое количество отдыхающих из количества единовременных отдыхающих для каждого бина. Рассчитанная разница значений позволила выделить территории с достаточным и недостаточным предложением экосистемной услуги. Бины с отрицательными значениями характеризуются недостаточным предложением экосистемной услуги, а бины с положительными значениями – достаточными. Градуированные цвета показывают количественные различия между отображаемыми объектами путём изменения цвета. Мы разделили значения разницы спроса и предложения в границах бинов на семь диапазонов, используя ручной набор диапазонов, чтобы определённый цвет соответствовал значению «0».

В целом предложение повседневного отдыха почти удовлетворяет спрос (только 4 % отдыхающих одновременно не имеют места для повседневного отдыха). Однако центральная и юго-восточная части города слабо обеспечены зелёной инфраструктурой, скверы и парки имеют незначительную площадь и, как уже отмечалось, характеризуются высокой плотностью населения. Карта сравнения спроса и предложения услуги «предоставление условий для ежедневной рекреации» (рис. 5.4.1.4) показывает, что для этих территорий характерен явный дефицит экосистемной услуги. Более того, если принять во внимание степень доступности рекреационных зон для населения города, то 22 460 человек из 35 583 не имеют доступа к объектам зелёной инфраструктуры в радиусе 500 м от места проживания (то есть в пешей доступности). Население города испытывает острую нехватку рекреационных территорий, несмотря на появление лесопаркового зелёного пояса. Предложение услуги в центре города намного ниже спроса, а в пригороде предложение выше. Для реконструкции и формирования объектов зелёной инфраструктуры следует рассмотреть бины со значительной нехваткой экосистемной услуги «предоставление условий для ежедневной рекреации».

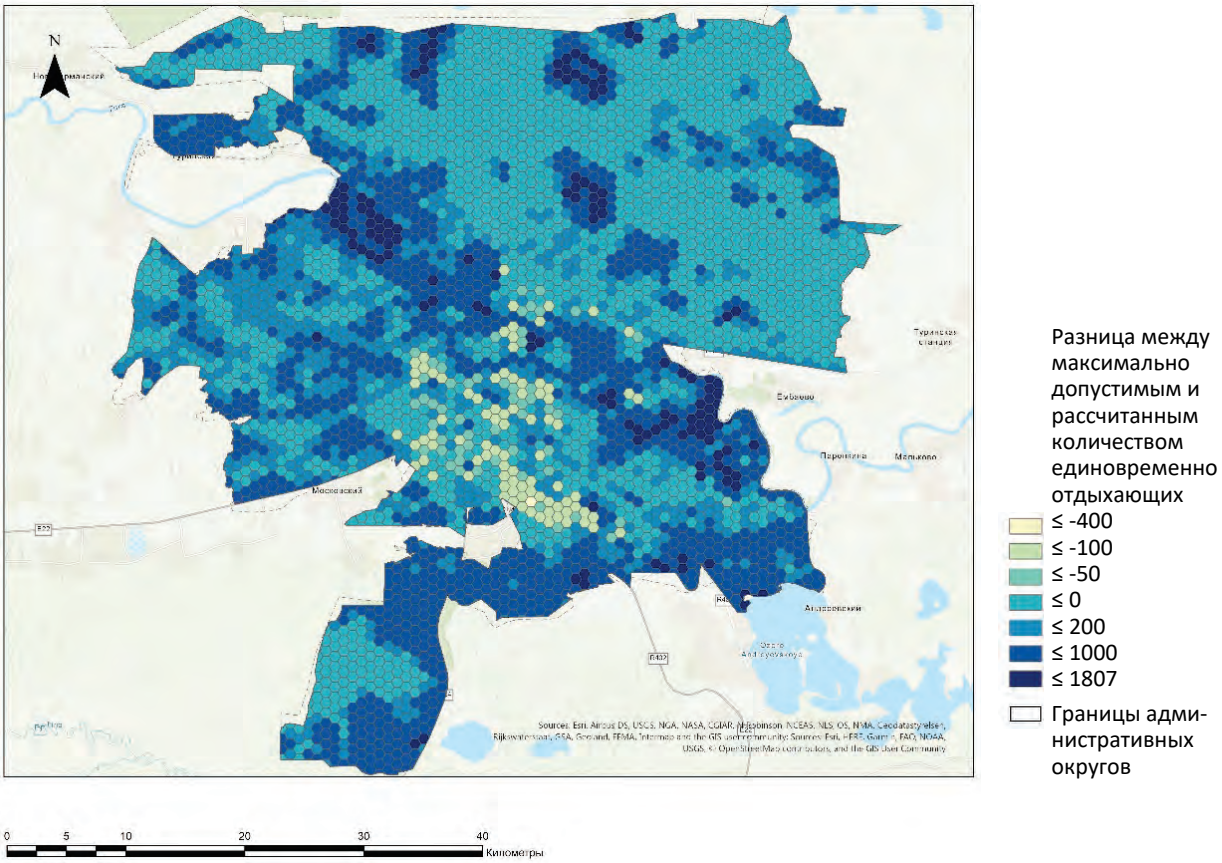


Рисунок 5.4.1.4. Карта сравнения спроса и предложения услуги «предоставление условий для ежедневной рекреации»

5.4.2. Охлаждающий эффект водно-зелёной инфраструктуры

Городская водно-зелёная инфраструктура играет важную роль в сокращении городского теплового острова, обеспечивая охлаждающий эффект. Городской остров тепла в Тюмени был зарегистрирован ещё в 1977 – 1978 гг., тогда его величина колебалась от 1,8 °C до 2,0 °C. Он формировался в основном над центральной частью города (по данным полевых наблюдений в 8 точках на территории города в январе, апреле, июле и октябре). Жаркий летний период в Тюмени в 2020 г. повысил спрос на экосистемную услугу «охлаждающий эффект».

Соотношение спроса и предложения экосистемной услуги было оценено с помощью серии карт городского острова тепла для г.Тюмени. Карты были созданы на основе агрегирования значений температуры поверхности, определённых на основе обработки космических снимков LANDSAT 8 (в данном исследовании мы использовали снимки Landsat 8, сделанные 22.06.2015, 10.07.2016, 14.08.2017, 16.07.2018, 19.07.2019). Выбор изображений основывался на критериях минимальной облачности. Для получения геотермальных сцен использовался программный пакет ENVI. Обработка изображений проводилась в соответствии с методами, используемыми для определения пожароопасной ситуации на природных территориях: из мультиспектрального изображения с помощью инструмента «Радиометрическая калибровка» был выбран только канал с инфракрасным спектром, отражающий информацию о температуре в Кельвинах для каждого пикселя изображения. Чтобы преобразовать значения температуры из Кельвина в градусы Цельсия, мы использовали формулу и инструмент Band Math для математических операций со слоями:

$$tK - 273{,}15 = tC.$$

Таким образом, каждый пиксель полученной геотермальной сцены содержал информацию о температуре в градусах Цельсия. Эти геотермальные сцены отображались с использованием серого градиента: чем выше температура, тем светлее цвет пикселей. Годовые геотермальные сцены

(22.06.2015, 10.07.2016, 14.08.2017, 16.07.2018, 19.07.2019) были агрегированы для выявления устойчивых температурных аномалий и картирования городского теплового острова. Агрегирование геотермальных сцен производилось с помощью инструмента Калькулятор Растра путём вычисления средних значений температуры пикселей. Раскраска пикселей выполнялась в программе ArcGIS PRO.

«Охлаждающий эффект» становится экосистемной услугой в жаркие летние дни, когда возникает тепловой стресс. Согласно Physiological Equivalent Temperature (PET) (Höppe, 1999), температура от 18 до 23° С не создаёт теплового стресса для населения летом. Если средняя температура ниже 23 градусов, мы не будем рассматривать «охлаждающий эффект» как экосистемную услугу. Чтобы оценить полезный «охлаждающий эффект» и определить территории с тепловым стрессом и оценить его, мы использовали геотермальные сцены, содержащие информацию о температуре поверхности в градусах Цельсия. Используя программное обеспечение ArcGIS PRO, инструмент Калькулятор Растра, мы вычли 23°(максимальная температура комфортных тепловых условий для летнего периода) из атрибута температуры пикселей. Таким образом мы получили растровое изображение, где пиксели с отрицательными значениями показывают территории, обеспечивающие «охлаждающий эффект», с положительными значениями – требующие «охлаждающего эффекта» (рис. 5.4.2.1).

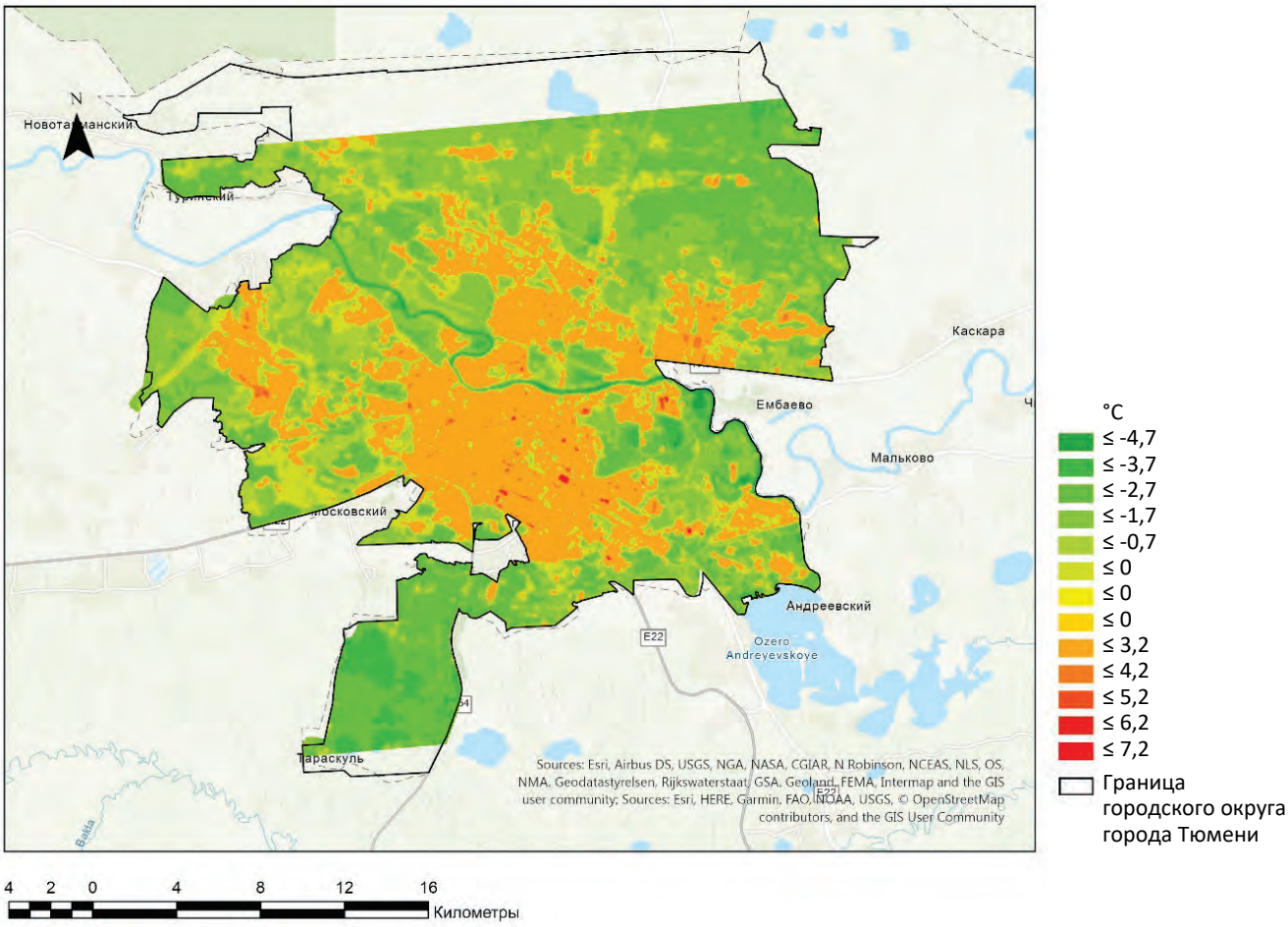


Рисунок 5.4.2.1. Распределение расчётной разницы между фактической температурой и комфортной температурой

Гексагональная сетка с бинами радиусом 500 м позволила агрегировать значения каждого пикселя, используя метод вычисления среднего значения (рис. 5.4.2.2). В данном случае среднее значение показывает достаточность предложения услуги «охлаждающий эффект» для людей в пределах 500 м (пешей) доступности. Гексагональная сетка была выбрана потому, что она лучше всего подходит для

агрегирования данных о перемещении людей и картографирования природных процессов. Таким образом, мы получили шейп-файл гексагональной сетки, где бины с отрицательными значениями предоставляют услугу «охлаждающий эффект» в достаточном объёме, а бины с положительным – в недостаточном.

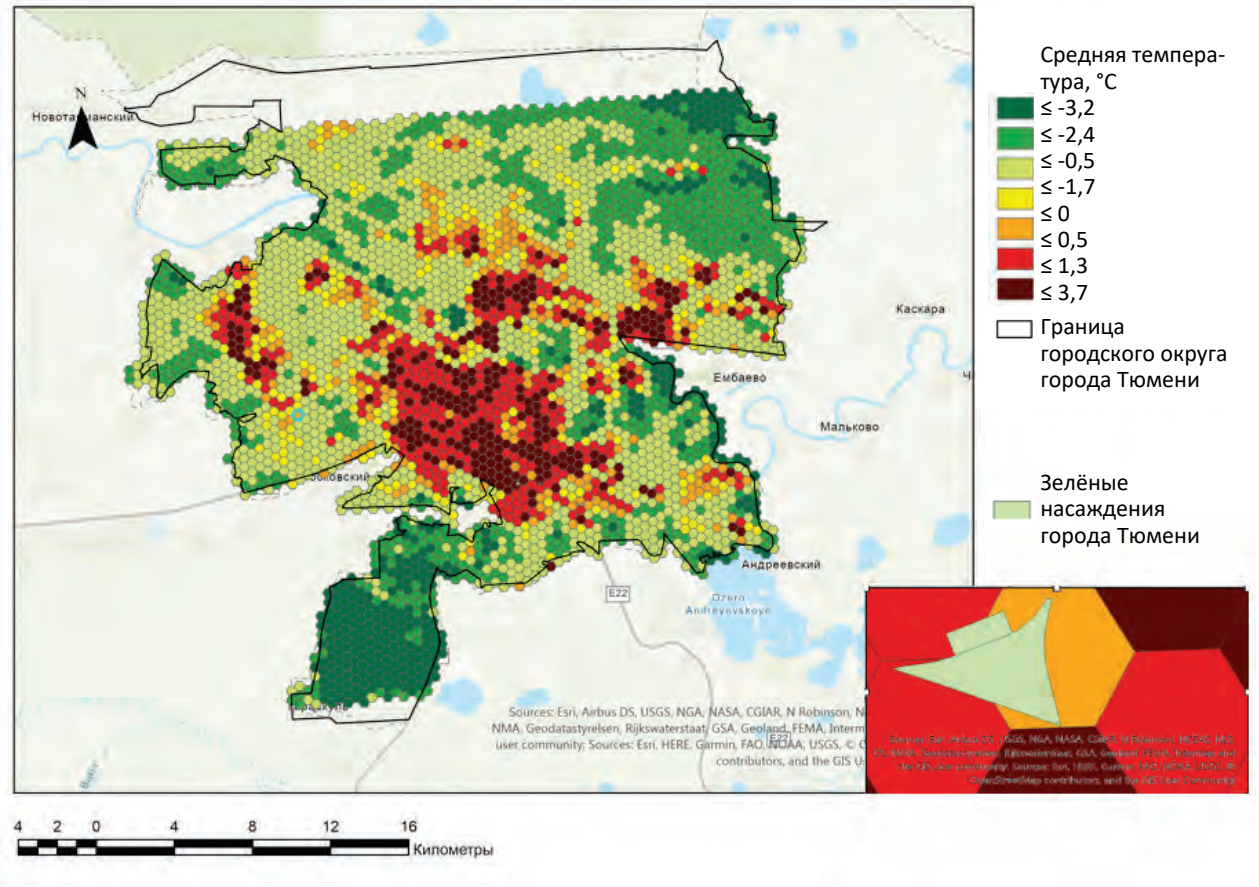


Рисунок 5.4.2.2. Распределение спроса (красный) и предложения (зелёный) на услугу «охлаждающий эффект»

Анализ температуры поверхности с использованием спутниковых снимков LANDSAT 8 позволил выделить области с более высокими температурами (области с тепловым стрессом) и с температурами ниже максимальной комфортной температуры (области с «охлаждающим эффектом») (рис. 5.4.2.1). «Остров тепла» формируется из-за неоднородности городских поверхностей, что приводит к изменению энергетического баланса. Изменения в энергетическом балансе вызваны различием теплоёмкости и теплопроводности и радиационных свойств поверхностей (альбедо, излучательная способность): например, тёмные поверхности поглощают значительно больше солнечного излучения (городские дороги, заасфальтированные автостоянки вблизи офисов, торговые центры, жилые дома) положительные аномалии температуры отмечаются над многоэтажными жилыми домами, промышленными и энергетическими объектами, плоскими крышами торговых центров. Такие участки требуют «охлаждающего эффекта», температура над этими поверхностями выше 23 °C. В целом поверхности над зелёными насаждениями (парки, скверы, зелёные зоны малоэтажных частных жилых домов) и водные поверхности (объекты) остаются «холодными». Эти территории обеспечивают «охлаждающий эффект»; температура над этими поверхностями ниже 23 °C (табл. 5.4.2.1).

Таблица 5.4.2.1. Параметры расчёта «охлаждающего эффекта»

Параметр	*Температура, °C*
Физиологическая эквивалентная температура	+23
Максимальная температура Отклонения от средней температуры (положительные температурные аномалии) Минимальная температура Отклонения от средней температуры (отрицательные температурные аномалии)	+30,23 (промплощадки) +6,43 +17,23 (водоёмы) –6,57

Однако объекты зелёной инфраструктуры (парки, скверы и зелёные зоны малоэтажных частных жилых домов) и водные объекты внутри сильно запечатанных и плотно застроенных территорий также создают «охлаждающий эффект», но температура над бинами, включающими такие объекты, остаётся выше 23°C, например, средняя температура бина, на территории которого находится сквер Комсомольский, ниже на 0,7–3,2°C средней температуры над соседними бинами (рис. 5.4.6). Что говорит о том, что данный сквер предоставляет «охлаждающий эффект», но предложение экосистемной услуги «охлаждающий эффект» для таких территорий не покрывает спрос, так как средняя температура бина превышает 23°C.

Только 23 % территории города Тюмени характеризуются недостаточным производством экосистемной услуги «охлаждающий эффект», но на данных территориях проживают 87 % горожан.

Расчёты, выполненные более обобщённым методом, показывают, что водно-зелёная инфраструктура и лесопарковый зелёный пояс Тюмени предоставляют экосистемных услуг больше, чем требуется населению. В то же время пространственный анализ показал, что предложение экосистемных услуг с высоким локальным значением (предоставление условий для ежедневной рекреации и «охлаждающий эффект» в центральной части Тюмени (застройка с переменной этажностью в историческом центре) и в районах с высокоплотной застройкой (новая жилая застройка) в юго-восточной части города не покрывает спрос.

6. Принципы управления зелёной инфраструктурой в городах

6.1. Проблематика экосистемных услуг в генеральных планах городов

Генеральный план – документ, определяющий пространственное развитие городской агломерации на ближайшие десятилетия. Поэтому представлялось важным проанализировать генеральные планы городов с тем, чтобы установить, в какой степени выявленные нами экокаркасы отражены в соответствующих разделах и как разработчики предполагают решать проблемы оптимизации и структуры в процессе дальнейшего развития агломераций. Оценивались следующие показатели:

– степень корректности и адекватности графических материалов;

– полнота отражения тематики экокаркаса в поставленных целях и задачах;

– описание общего современного состояния и ретроспективы;

– включённость экосистемных услуг в оценку каркаса;

– выявленность объектов водно-зелёного диаметра в составе экокаркаса;

– степень разработки режимов охраны и комплексов мероприятий по уходу и поддержанию элементов экокаркаса;

– дополнительно принимались в расчёт учёт связности элементов экокаркаса, валовые и душевые расчёты озеленённости, районирование и зонирование территории по обеспеченности элементами экокаркаса, учёт стандартов минимального озеленения.

Анализ содержания генпланов всех 15 городов-миллионников (Краснодар в данной главе не рассматривается) позволяет разделить разработанные документы градостроительного планирования на три группы. К первой мы отнесли генпланы, которые отражают перечисленные параметры с полнотой, обеспечивающей перспективное развитие экологического каркаса. К таковым можно отнести Москву, Новосибирск, Пермь, Волгоград и Ростов-на-Дону. Хотя, как следует из нашего анализа, современное состояние озеленённых территорий в последних двух городах нельзя считать достаточным, а в Москве массовая застройка в последние годы ведёт к ухудшению показателей зелёной инфраструктуры города (см. раздел 3.2.3.4). Тем не менее генпланы этих городов содержат в качестве проектных предложений восстановление разорванных в ходе массового строительства экологических коридоров, благоустройство находящихся на неудобных заболоченных землях элементов экокаркаса и уход за ними. Во вторую группу входят генеральные планы городов (Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Казань, Омск, Воронеж), не содержащие полного спектра параметров зелёной инфраструктуры, анализирующие лишь отдельные экосистемные услуги, и рассматривающие формирование экокаркаса вне главных целей планирования. Наконец, в третью группу были включены генеральные планы городов (Челябинск, Красноярск, Самара, Уфа, Екатеринбург), в которых стратегия развития системы зелёных насаждений не предусматривает формирования связного и многофункционального экокаркаса и ориентирована на достижение минимальных среднестатистических показателей «подушевой» обеспеченности.

В целом следует признать, что весь полный набор экосистемных услуг и показателей биоразнообразия не оценивается специально в разработанных к настоящему времени генеральных планах крупнейших городов страны. Чаще других в качестве своего рода мотиваторов для развития полноценного экокаркаса упоминаются его рекреационные функции. Однако, как показывает пример ООПТ Москвы (см. раздел 4.2.3.4), стратегия направленного увеличения числа отдыхающих без учёта рекреационной ёмкости природных экосистем ведёт к их деградации и в конечном итоге – ухудшению качества рекреационных экосистемных услуг. Другая наиболее часто упоминаемая экологическая функция, которая учитывается почти в половине «миллионников», – это аэрация и очистка воздушного бассейна, и только в Волгограде и Санкт-Петербурге упоминается «ассимилирующая способность зелёных насаждений». В меньшей степени учитываются шумоизолирующие и буферные функции зелёных элементов, что связано с соблюдением акустических и санитарных норм вокруг жилых зон. Противоэрозионные экосистемные услуги упоминаются только в Уфе и Казани, хотя данная функция актуальна для всех приречных городов и городов степной зоны с активной дефляцией и высокой скоростью оврагообразования.

6.2. Приоритеты планирования элементов зелёной инфраструктуры и экокаркаса агломерационного уровня

Для оптимизации состояния окружающей среды и стандартов жизнеобеспечения в современных растущих агломерациях необходима реализация проектирования зелёной инфраструктуры одновременно на трёх пространственных уровнях – региональном, городском и локальном – со следующими основными задачами:

– на региональном уровне (за пределами городских границ) – формирование зелёного пояса со средостабилизирующими функциями – природно-экологического каркаса;

– на городском уровне – формирование непрерывной сети парков и межмикрорайонных массивов с рекреационными функциями – совершенствование градо-экологического каркаса, исходя из рекреационных запросов населения и стандартов рекреационного обеспечения;

– на локальном уровне – обеспечение необходимого стандарта качества жизни в рамках морфотипов застройки и защита от неблагоприятных воздействий, в том числе путём создания искусственных элементов зелёной инфраструктуры градо-экологической части каркаса.

В зависимости от размера, конфигурации и географического положения агломерации возможны различные сценарии планирования зелёной инфраструктуры. Так, для Екатеринбурга – быстро растущей агломерации в лесной зоне, где сохранился зелёный пояс, примыкающий непосредственно к городу, а также крупные по площади лесные массивы на расстоянии 50–80 км – основными планировочными механизмами для формирования экокаркаса будут сохранение пригородного зелёного пояса из лесных массивов небольшого размера, выполняющих для жителей городской агломерации рекреационные функции, создание экологических коридоров, связывающих пригородный пояс с отдалёнными лесными массивами области, придание охранного статуса отдалённым от города лесным массивам для реализации функций регулирования стока и сохранения биоразнообразия.

Для Челябинской агломерации, расположенной в лесостепной зоне и характеризующейся ярко выраженной промышленной специализацией и сложной экологической обстановкой, следует рекомендовать создавать экокоридоры и зоны экореабилитации между лесами и элементами внутригородской зелёной инфраструктуры, конструировать искусственные элементы зелёной инфраструктуры в черте города и увеличивать связность между лесами небольшой площади. Одновременно с этим чрезвычайно необходимым элементом дальнейшего существования зелёной инфраструктуры выступает оздоровление экологической обстановки в городе через снижение выбросов и улучшение качества водного и воздушного бассейнов.

В качестве универсальных механизмов развития экологического каркаса агломерационного уровня можно рекомендовать следующие:

– включение в стратегии социально-экономического развития процедуры комплексного планирования и экологического сопровождения развития крупнейших агломераций;

– разработка и принятие нормативных документов, определяющих содержание понятия «экологический каркас» как важного компонента стандартов жизнеобеспечения;

– включение раздела ландшафтного планирования, ориентированного на разработку экологического каркаса в состав обязательного содержания генеральных планов и схем территориального планирования;

– анализ опыта крупнейших агломераций и разработка на этой основе типовых правовых режимов функционирования экологического каркаса;

– разработка и принятие общероссийской методики расчёта экосервисных услуг и разработка бюджетных и внебюджетных механизмов обеспечения функционирования экологического каркаса;

– разработка и принятие стандартов рекреационного обеспечения, гарантирующих населению минимальный уровень сервисов.

К настоящему времени накоплен значительный опыт оценки критических параметров конфигурации и функциональной эффективности как отдельных элементов, так и экокаркаса в целом.

Для характеристики пространственной конфигурации используются модели, позволяющие оценить важнейшие свойства как его структурных элементов, так и экокаркаса в целом с использованием

так называемых ландшафтных метрик композиции и конфигурации, а также различных метрик «нарушенности» – рассечение, перфорация, фрагментация, сокращение, «съёживание» (shrinkage), истощение (attrition).

Первая категория метрик (ландшафтные метрики) позволяет оценить разнообразие ландшафтов и местообитаний, долю тех или иных ценных экосистем (например, водно-болотных угодий или речных пойм), параметры соседства, «экологичность» границ и т. д. В свою очередь, оценка удельной площади экосистем различного типа в пределах экологического каркаса позволяет рассчитать потенциал тех или иных экосервисных услуг.

Вторая категория метрик «нарушенности» блоков экокаркаса даёт возможность выявить тренды среднемноголетней динамики и основные риски – например, уровень подверженности заповедных лесов ветровальным, пирогенным и иным процессам. В сочетании с ландшафтно-бассейновым подходом метрики нарушенности позволяют оценить параметрически общее функциональное состояние речных бассейнов и в итоге – их способность обеспечивать нормальный баланс соотношения твёрдого и жидкого стоков.

Взятые в совокупности метрики могут служить объективным инструментом оценки и мониторинга пространственной конфигурации, связности, целостности и функциональной достаточности экокаркаса на всех пространственных уровнях «сборки»: уровне субъектов РФ, уровне макрорегионов и страны в целом.

7. Выводы

1. Проведённый анализ современного состояния зелёной инфраструктуры и важнейших экосистемных услуг в 16 крупнейших городах Российской Федерации показал, что ЗИ и ЭУ являются важнейшими факторами, определяющими качество жизни горожан. Однако показатели обеспеченности горожан зелёной инфраструктурой и важнейшими экосистемными услугами в разных городах различаются во много раз, доходя в ряде городов до неприемлемо низких значений. Это говорит об острой необходимости включения показателей ЗИ и ЭУ в процесс принятия планировочных решений в крупных городах.

Проанализированы города с численностью населения более 1 млн человек: Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск, Екатеринбург, Нижний Новгород, Казань, Челябинск, Омск, Самара, Ростов-на-Дону, Уфа, Красноярск, Пермь, Воронеж, Волгоград, Краснодар (раздел 3). Городская зелёная инфраструктура представлена древесной и недревесной растительностью, водоёмами, а также сельскохозяйственными землями (раздел 3.2). Проанализированные города существенно различаются по душевым показателям обеспеченности населения зелёной инфраструктурой. Согласно данным генпланов городов, этот показатель в разных районах городов колеблется от 2 до 135 м^2/чел. Наиболее низкие показатели наблюдаются в Челябинске, Перми, Ростове-на-Дону и Волгограде, наиболее высокие – в Екатеринбурге и Новосибирске. Усреднённый показатель, учитывающий площадь всей древесной растительности в пределах городских границ, в большинстве городов превышает 100 м^2/чел, и лишь в Санкт-Петербурге и Ростове-на-Дону он ниже этого значения.

Задачи сохранения биологического разнообразия решаются специальными мерами охраны лишь на незначительной части городской зелёной инфраструктуры (раздел 3.3). Площадь ООПТ от площади города составляет от 0 (Красноярск) до 14 % (Челябинск). Доля площади древесного покрова, сохраняемого на ООПТ, составляет от 1,8 (Омск) до 80 % (Москва). В половине проанализированных городов на ООПТ сохраняется более 10 % древесного покрова. В Красноярске древесный покров на ООПТ не представлен.

Городская зелёная инфраструктура предоставляет экосистемные услуги, прямо влияющие на качество жизни горожан. Проанализированы ключевые регулирующие экосистемные услуги (очистка воздуха от загрязнений от стационарных источников и транспорта, регулирование городского микроклимата, комплекс регулирующих услуг, обеспечивающих производство продовольствия) и рекреационные экосистемные услуги (создание природных условий для рекреации). Сопоставление предоставленного и необходимого объёмов услуг показывает, что наиболее «дефицитными» в крупных городах являются услуги по очистке воздуха от загрязнений (раздел 3.4). Уровень обеспеченности горожан рекреационными услугами, выявленный с использованием минимальных нормативов потребности людей в рекреационной зелёной инфраструктуре, в большинстве городов можно считать приемлемым. Однако эти оценки требуют серьёзного уточнения на основе показателей предельно допустимой рекреационной нагрузки на природные экосистемы, которые должны быть установлены для разных типов экосистем, климатических условий и разных типов рекреации.

2. Процессы урбанизации, массовая застройка, рост плотности населения, экологически необоснованное развитие транспортной инфраструктуры, происходящие в крупнейших городах России, ведут к сокращению обеспеченности горожан ЗИ и ЭУ, особенно в районах интенсивного строительства. Результатом этого является снижение экологических показателей качества жизни городского населения.

На примере Москвы показано, что с 1991 по 2014 г. площади плотной городской застройки постоянно увеличивались, а открытые незастроенные пространства сокращались (раздел 4.2.1). Сократилась обеспеченность городского населения древесными насаждениями как внутри границ города до 2012 г., так называемой Старой Москвы (раздел), так и в пределах лесопаркового защитного пояса Москвы (разделы 4.2.3.2 и 4.2.3.4). Программа реновации приведёт к ещё большему сокращению обеспеченности горожан зелёными насаждениями, особенно насаждениями 40–60-летнего возраста, которые максимально эффективно выполняют экосистемные услуги (раздел 4.2.3.4).

Развитие транспортной инфраструктуры, которое в Москве и Подмосковье происходит без учёта требований по сохранению природных экосистем, ведёт к росту фрагментации пригородных экосистем и к разрыву связей между пригородными и внутригородскими экосистемами, что губительно сказывается на устойчивости изолированных экосистем и их биоразнообразии (раздел 4.2.3.2, 4.2.3.3).

3. Кроме сокращения площади ЗИ, приходящейся на каждого горожанина, происходит снижение экологического качества элементов ЗИ. Основные причины этого – снижение природоохранных требований к ЗИ, несоблюдение баланса между наращиванием рекреационного использования ЗИ и сохранением других ЭУ, непродуманное благоустройство ЗИ без учёта задач сохранения природных экосистем и биоразнообразия. Продолжение такой политики в отношении природных участков внутри города и в пригородных лесопарковых зонах ведёт к деградации экосистем, утрате их устойчивости и важнейших для города регулирующих, эстетических и познавательных экосистемных услуг.

На примере Москвы показано, что последовательная замена природоохранных приоритетов в управлении ЗИ на задачи усиления её рекреационного использования и устранения препятствий для экономического развития в течение последних 20 лет и негативно влияет на экологическое качество ЗИ. К основным процессам, представляющим угрозу для устойчивости и биоразнообразия городских и пригородных экосистем, следует отнести следующие.

– Последовательное ослабление природоохранных требований в отношении зелёных насаждений как внутри городских границ, так и в пределах пригородного лесопаркового пояса (разделы 4.2.3.2 – 4.2.3.4).

– Фактическая отмена дифференцированного подхода к охране и использованию природных экосистем на территории Новой Москвы, где в настоящее время ООПТ не действуют, а все леса отнесены к особо охраняемой зелёной территории (ООЗТ) города Москвы, не предусматривающей специальных мер по сохранению биоразнообразия (раздел 4.2.3.3).

– Распространение в управленческой среде представления о ЗИ, включая ООПТ, не как об экосистемах, выполняющих важнейшие экосистемные услуги по поддержанию качественной окружающей среды в городе, а как о площадках для развития спортивной, развлекательной и торговой индустрии. Как показали наши оценки, плотность отдыхающих, на которую рассчитана рекреационная инфраструктура, созданная в последние годы на ООПТ Москвы, многократно превышает среднюю оценку предельно допустимых рекреационных нагрузок для лесных участков. Такие запредельные нагрузки ведут к деградации природных комплексов и биоразнообразия на ООПТ и утрате ими средообразующих, эстетических и познавательных качеств. Горожане лишаются возможности общения с живой природой (раздел 4.2.3.4).

– Методы благоустройства зелёной инфраструктуры, которые наносят ущерб или фактически уничтожают природное разнообразие – замена естественного растительного и почвенного покрова плиточным покрытием и рулонными газонами, чрезмерно частое выкашивание газонов и повсеместная уборка опавшей листвы, непрофессиональная обрезка деревьев, нарушение их корневой системы при благоустройстве, вертикальное берегоукрепление, огораживание береговой линии, проведение работ в период гнездования птиц и выведения потомства другими животными (раздел 4.2.3.4).

4. Негативные процессы сокращения площади ЗИ и ухудшения её экологических качества (см. пункты 2, 3) фактически нарушают конституционное право значительной части городского населения на благоприятную окружающую среду и вызывают рост гражданского протеста со стороны горожан. Эта напряжённость усиливается очевидной для горожан высокой затратностью экологически разрушительных методов массового благоустройства ЗИ.

Пример Москвы показывает, что градостроительная политика, не учитывающая в полной мере задачи сохранения ЗИ, ведёт к возникновению конфликтных ситуаций между горожанами и застройщиками и росту гражданских протестов (раздел 4.2.3.4). Это показывает, с одной стороны, что сохранение живой природы и экосистемных услуг чрезвычайно важно для горожан, а с другой стороны – что игнорирование этого факта городскими властями ведёт к ухудшению не только экологической, но и социально-психологической обстановки в городе.

Затраты на благоустройство, разрушающее природные комплексы города, следует квалифицировать как «экологически вредные субсидии», отказ от которых сэкономит миллиарды рублей и будет способствовать поддержанию высокого экологического качества городской среды.

5. Для обеспечения конституционных прав горожан на благоприятную окружающую среду необходима существенная корректировка градостроительной политики, которая должна в полной мере учитывать задачи достижения научно обоснованных нормативов площади и качества ЗИ, включая показатели биоразнообразия, а также ЭУ в городах.

Проведённый анализ основных проблем, связанных с ЗИ и ЭУ в крупнейших городах РФ, позволяет предложить в качестве необходимых компонентов градостроительного проектирования следующие.

– Учёт и мониторинг показателей площади различных элементов ЗИ (суммарных и на душу населения). В условиях несовершенства статистической информации и недостаточности упорядоченных сведений о состоянии и динамике зелёной инфраструктуры на городском уровне наиболее доступным источником информации являются данные дистанционного зондирования, а также данные открытых геопорталов. Они позволяют получать актуальную информацию о пространственной локализации элементов зелёной инфраструктуры.

– Оценка и мониторинг показателей состояния и качества элементов ЗИ. Площадных показателей ЗИ недостаточно для решения задачи обеспечения качественной экологической среды в городе. Необходимо учитывать основные показатели качества ЗИ – степень её фрагментированности, показатели биоразнообразия, способность ЗИ выполнять основные экосистемные услуги. Так, проведённый нами анализ крупнейших ООПТ Москвы показал, что увеличение запланированной ёмкости рекреационной инфраструктуры связано с ростом фрагментированности экосистем (раздел 4.2.2.3), что снижает их устойчивость и способности сохранения биоразнообразия и выполнения экосистемных услуг. Для устойчивости городских ООПТ необходимо сохранение их связи как друг с другом, так и с пригородными природными территориями. Принцип «зелёных клиньев», заложенный в генпланы Москвы, должен быть соблюдён.

– Оценка и мониторинг экосистемных услуг, производимых зелёной инфраструктурой. В настоящее время разработаны различные методы оценки городских экосистемных услуг. В данном отчёте апробированы два разных подхода – оценка предоставленного и необходимого объёмов услуг в естественнонаучных показателях на примере крупнейших городов России (раздел 3.4) и оценка относительной обеспеченности услугами по площади элементов ЗИ на примере внутригородских административных образования Москвы (раздел 4.3). Оба метода применимы для оценки экосистемных услуг крупных городов в зависимости от текущих задач и имеющихся данных.

– Учёт показателей ЗИ и ЭУ во внутригородских административных образованиях разного уровня. Крупные массивы ЗИ, расположенные в окраинных районах городов, дают удовлетворительные средние для города показатели обеспеченности горожан зелёной инфраструктурой, в то время как в районах с плотной застройкой жители могут практически не иметь доступа к зелёным территориям. Ярким примером неравномерности распределения зелёной инфраструктуры и экосистемных услуг внутри города являются административные образования Новой и Старой Москвы (разделы 4.2.1, 4.3).

– Поддержание всего комплекса экосистемных услуг на основе баланса рекреационных и природоохранных задач при управлении ЗИ. Пример Москвы показывает, что сегодня такой баланс отсутствует, так как приоритеты отданы наращиванию рекреационного использования зелёной инфраструктуры и ООПТ в ущерб задачам сохранения биоразнообразия (раздел 4.2.3.4). Это делает труднодостижимыми объявленные цели этой политики – повышение уровня экологической культуры и качества жизни горожан. Замена уголков живой природы урбанизированными площадками отдыха делает городскую среду более однообразной, горожане лишаются возможности общения с живой природой, важнейшие эстетические и образовательные экосистемные услуги утрачиваются, экологическое качество жизни горожан падает. Примеры уничтожения растений и животных в результате благоустройства и замены живой природы различными искусственными объектами не способствуют повышению экологической культуры горожан.

– Дифференциация элементов ЗИ и зонирование ООПТ, предусматривающее разное соотношение рекреационных и природоохранных задач. Такой подход позволит обеспечить оптимальный баланс задач и сохранить весь комплекс экосистемных услуг. Главной задачей ООПТ является сохранение природных экосистем с типичным для них разнообразием, а не намеренное увеличение числа отдыхающих за счёт строительства спортивной и развлекательной инфраструктуры.

8. Литература

Алексеева Н.С. Краткая история Исторического центра Тюмени в генеральных планах города // Наследие Тюменской области. 2014. 1 (4). – С. 12–21.

Бахтина И.К. Формирование системы особо охраняемых природных и историко-культурных территорий в ближнем Подмосковье // Лесной вестник. 2000. Вып. 6. – С. 173–177.

Благосклонов К.Н., Иноземцев А.А., Тихомиров В.Н. Охрана природы. – М.: Высшая школа, 1967.– 442 с.

Брудный А.А., Кавтарадзе Д.Н. Сопряжённое развитие природы и общества. Экология малого города. – НЦБИ Пущино, 1987. – С. 6–14.

Владимиров В.В. Город и ландшафт. – М.: Мысль, 1986. – 238 с.

Временная методика определения нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок. – М.: Гос. ком. СССР по лесному хозяйству, 1987. – 33 с.

Генеральный план развития Москвы // Строительство и архитектура Москвы. 1971. № 7–8.

Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2011 году / Под общ. ред. А.О. Кульбачевского. – М.: Спецкнига, 2012. – 150 с.

Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2014 году. Правительство Москвы. Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы. – М., 2015. – 385 с.

Иваненко А.С. Четыре века Тюмени: Очерки истории старинного сибирского города. – Тюмень: Радуга-Т, 2004. – 367 с.

Иваненко А.С. Генплан на протяжении веков (окончание) // Тюменский курьер. 2007. 17 марта. – 7 с.

Кавтарадзе Д.Н., Тихомиров В.Н., Божукова Е.Е. Программа «Экополис» в Пущине. Экология малого города. – НБЦИ Пущино. 1987. – С. 3–5.

Казанская Н.С., Ланина В.В., Марфенин Н.Н. Рекреационные леса. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 96 с.

Киселева Е.В. Исторический анализ пространственного изменения элементов экологического каркаса г. Тюмени // Материалы 67-й студенческой научной конференции, Тюмень, 21 апреля 2016 г. Вып. 2. / Сост. И.Д. Ахмедова. – Тюмень: Изд-во Тюмен. гос. ун-та, 2016. – С. 39–48.

Климанова О. А., Колбовский Е. Ю., Илларионова О. А. Экологический каркас крупнейших городов Российской Федерации: современная структура, территориальное планирование и проблемы развития // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2018. Т. 63. №. 2. – С. 127–146.

Красная книга города Москвы. Отв. ред. Б.Л.Самойлов, Г.В.Морозова. – М.: Изд-во ABF, 2001. – 624 с.

Красная Книга города Москвы. Отв. ред. Б.Л.Самойлов, Г.В.Морозова. – М.: Изд-во Департамента природопользования и охраны окружающей среды, 2011. 2-е изд. – 930 с.

Красная книга Московской области / Отв. ред. В.А. Зубакин, В.Н. Тихомиров. – М.: Аргус: Рус. ун-т, 1998. – 560 с.

Красная книга Московской области / Отв. ред. Т.И. Варлыгина, В. А. Зубакин, Н.Б. Никитский, А.В. Свиридов. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Московская обл.: Верховье, 2018. – 810 с.

Махрова А., Нефедова Т., Трейвиш А. Московская агломерация и «Новая Москва» // Pro et Contra. 2012. № 6. – С. 19–32.

Морозова Г.В. Новая экологическая политика правительства Москвы – угроза экологической безопасности российской столицы. Нерешённые экологические проблемы Москвы и Подмосковья. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2012. – С. 49–69.

Москва: Энциклопедия. Глав. ред. С.О. Шмидт; сост.: М.И. Андреев, В.М. Карев. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1997,1998. – 976 с.

Политика деэкологизации в России и задачи партии «ЯБЛОКО». Изд. 2-е, доп. / Под ред. Г.М. Михалевой, А.В. Яблокова. – М.: РОДП «ЯБЛОКО», 2011. – 292 с.

Природа Москвы. – М.: Биоинформсервис, 1997. – 256 с.

Росгидромет. ФГБУ «ГГО». Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2016 г. – Санкт-Петербург, 2017. – 227 с.

Росстат. База данных муниципальных образований, 2019. (https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/munst.html).

Рысин Л.П., Савельева Л.И. Лесные заповедные участки. – Агропромиздат, 1985. – 168 с.

Рысин С.Л., Рысин Л.П. О необходимости разработки концепции рекреационного лесопользования на урбанизированных территориях // Лесной вестник. 2011. № 4. – С. 129–138.

Сорокина Е.А., Локощенко М.А. Острова холода в Москве // Труды 5-го Международного экологического конгресса ELPIT-2015. – Самара; Тольятти, 2015. – С. 16–20.
Тетиор А. Н. Городская экология. – М.: Академия, 2006. – 336 с.
Харитонова Т.И., Мерекалова К.А., Моисеев А.И. и др. Оценка ландшафтных функций урбогеосистем г. Тюмени // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: Материалы XIII Междунар. ландшафтной конф., Воронеж, 14–17 мая 2018 г.: В 2 т. / Ред.: В.Б. Михно [и др.]. Т. 1. – Воронеж: Истоки, 2018. – С. 275–277.
Экологический атлас России. – М.: Феория, 2017. – 510 с.
Экономические аспекты экосистем и биоразнообразия, промежуточный отчёт ЮНЕП, 2010.
Экосистемные услуги России: прототип национального доклада. Т. 1. Услуги наземных экосистем / Ред.-сост.: Е.Н. Букварёва, Д.Г. Замолодчиков. – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2016. – 148 с.
Экосистемные услуги России: прототип национального доклада. Т. 2. Биоразнообразие и экосистемные услуги: принципы учёта в Российской Федерации / Ред.-сост.: Е.Н. Букварёва, Т.В. Свиридова. – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2020. – 220 с.

Bixler, R. D., Floyd, M. F. (1997). Nature is scary, disgusting, and uncomfortable. Environment and Behavior, 29(4), 443–467. (https://doi.org/10.1177/001391659702900401).
Bolund, P., Hunhammer, S. (1999) Ecosystem Services in Urban Areas. Ecological Economics, 29, 293–301. (http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00013-0).
Chaparro, L., Terradas J. (2009). Report on Ecological services of urban forest in Barcelona. Barcelona: Barcelona City Council, Department of Environment.
Folke, C., Holling, C. S., Perrings, C. A. (1996) Biological diversity, ecosystems and the human scale. Ecological Applications, 6, 1018–1024.
Folke, C., Jansson, Å., Larsson, J., Costanza, R. (1997) Ecosystem appropriation by cities. Ambio, 26, 167–172.
Forman, R. T. (2014). Urban ecology: science of cities. Cambridge: Cambridge University Press.
Geron, C. D., Pierce, T. E., Guenther, A. B. (1995). Reassessment of biogenic volatile organic compound emissions in the Atlanta area. Atmospheric Environment, 29, 13.
Gill, S., Handley, J. F., Ennos, R., Pauleit, S. (2007). Adapting Cities for Climate Change: The Role of the Green Infrastructure. Built Environment, 33, 115–133.
Gómez-Baggethun, E., Barton, D.N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. Ecological Economics, 86, 235–245.
Gómez-Baggethun, E., Gren, D., Barton, J., Langemeyer, T., McPhearson, P., O'Farrell, E., Andersson, Z. (2013). Urban ecosystem services in urbanization. Challenges and Opportunities. Springer: Biodiversity and Ecosystem Services. (ISBN 978-94-007-7087-4).
Green infrastructure and territorial cohesion: The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems (2012). EEA Technical report. No 18. (https://www.eea.europa.eu/publications/green-infrastructure-and-territorial-cohesion).
Grimm, N., Faeth, S., Golubiewski, N., Redman, C., Wu, J., Bai, X., Briggs, J. (2008). Global Change and the Ecology of Cities. New York: Science.
Grimmond, C., Roth, M., Oke, T., Au, Y.C., Best, M., Betts, R., Carmichael, G., Cleugh, H., Dabberdt, W., Emmanuel, R., Freitas, E. (2010). Climate and More Sustainable Cities: Climate Information for Improved Planning and Management of Cities (Producers/Capabilities Perspective). Procedia Environmental Sciences, 1, 247–274.
Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina A., Thau, D., Stehman, S. V., Goetz, S. J., Loveland, T. R., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C. O., Townshend J. R. G. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. Science, 342, 850–53.
Höppe P. The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment // Int. J. Biometeorol. 1999 Oct; 43(2): 71–5. doi: 10.1007/s004840050118. PMID: 10552310.
Lafortezza, R., Davies, C., Sanesi, G., Konijnendijk, C. C. (2013). Green infrastructure as a tool to support spatial planning in European urban regions. iForest – Biogeosciences and Forestry, 6, 3, 102–108 (https://doi.org/10.3832/ifor0723-006).
Lyytimäki, J., Sipilä, M. (2009). Hopping on one leg – The challenge of ecosystem disservices for urban green management. Urban Forestry & Urban Greening, 8, 309–315.

Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis – MEA (2005). Washington DC: Island Press.

Marsh, W.M. (2010) Landscape Planning Environmental Applications. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Mayring, P. (2014) Qualitative content analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solution. Klagenfurt. (https://www.researchgate.net/publication/266859800_Qualitative_content_analysis_-_theoretical_foundation_basic_procedures_and_software_solution).

Meerow, S., Newell, J. P. (2017). Spatial planning for multifunctional green infrastructure: Growing resilience in Detroit. Landscape and Urban Planning, 159, 62–75.

Meffe, G., Nielsen, L. (2012). Ecosystem management: adaptive, community-based conservation. New York: Island Press.

Nowak, D. J., Crane, D. E., Stevens, J. C. (2016). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. Urban forestry & urban greening, 4, 3, 115–123.

Nowak, D. J., Hirabayashi, S., Doyle, M., McGovern, M., Pasher, J. (2018). Air pollution removal by urban forests in Canada and its effect on air quality and human health // Urban Forestry and Urban Greening, 29, 40–48.

Pickett, S.T.A., Cadenasso, M., Grove, M., Nilon, C., Pouyat, R., Zipperer, W., Costanza, R. (2003). Urban Ecological Systems: Linking Terrestrial Ecological, Physical, and Socioeconomic Components of Metropolitan Areas. Annual Review of Ecology and Systematics. 32. (https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114012).

Rees, W. (1992). Ecological Footprints and Appropriated Carrying Capacity: What Urban Economics Leaves Out. Environment and Urbanization, 4, 121–130. (https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/095624789200400212).

Rees, W., Wackernagel, M. (1996). Urban ecological footprints: Why cities cannot be sustainable – and why they are a key to sustainability. Environmental Impact Assessment Review, 16(4–6), 223–248.

Rutledge, D. (2003). Landscape indices as measures of the effects of fragmentation: can pattern reflect process? DOC Science Internal Series, 98. (https://www.researchgate.net/publication/253148128_Landscape_indices_as_measures_of_the_effects_of_fragmentation_can_pattern_reflect_process).

Seppelt, R., Dormann, C., Eppink, F., Lautenbach, S., Schmidt, S. (2011). A quantitative review of ecosystem service studies: Approaches, shortcomings and the road ahead. Journal of Applied Ecology, 48, 630–636. (https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2664.2010.01952.x).

Slätmo, E., Nilsson, K., Turunen, E. (2019). Implementing Green Infrastructure in Spatial Planning in Europe. Land, 8, 4, 62.

Shlomo, A., Parent, J., Civco, D., Blei, A. M. (2012) Atlas of Urban Expansion. Cambridge MA: Lincoln Institute of Lang Policy. (http://www.atlasofurbanexpansion.org/data).

TEEB. The economics of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations. (2010). London: Earthscan. (http://teebweb.org/publications/teeb-for/research-and-academia/).

TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers – Summary: Responding to the Value of Nature. (2009). / Пер. В.Э. Скворцова. – М.: Центр охраны дикой природы. – 67 р.

Tyrväinen, L., Pauleit, S., Seeland, K., De Vries, S. (2005). Benefits and uses of urban forests and trees. Urban Forests and Trees: A Reference Book (81–114), Berlin: Springer Heidelberg. (https://doi.org/10.1007/3-540-27684-X_5 UN, 2018)

Urban Atlas Mapping Guide. (2011). European Union. (https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas/mapping-guide/urban_atlas_2006_mapping_guide_v2_final.pdf).

Центр охраны дикой природы

Благотворительный фонд «Центр охраны дикой природы» (ЦОДП) – российская негосударственная профессиональная природоохранная организация, основанная в 1992 г. группой представителей Движения дружин по охране природы и учреждённая Социально-экологическим союзом.

Центр охраны дикой природы занимается решением природоохранных задач на территории России и сопредельных стран: разрабатывает и осуществляет природоохранные проекты в Северной Евразии; оказывает поддержку заповедникам, национальным паркам и другим охраняемым природным территориям (ООПТ); разрабатывает инновационные технологии сохранения живой природы; оказывает информационную, методическую и консультационную поддержку природоохранным инициативам и способствует координации их действий.

Основные программы и проекты ЦОДП ориентированы на достижение практических результатов в решении социально значимых экологических проблем: «Экосистемные услуги (TEEB Россия)», «Совершенствование управления ООПТ», «Марш парков», «Фонд имени Ф.Р. Штильмарка», «Наука и искусство – экологическому образованию», «Фонд возрождения лесов», «Сеть дикой природы», «Информационное обеспечение природоохранной деятельности», «ООПТ России: информационно-справочная система», «Окский каньон», «Командоры», «Морские побережья», «Усынови заказник», «Устойчивое жизнеобеспечение населения на ООПТ», «Состояние природных сообществ: дистанционный анализ», «Сохраним русскую выхухоль!», «Грызуны Северной Евразии: природоохранные приоритеты», «Информационное обеспечение сохранения сайгака» и др.

Адрес: Москва 117312, ул. Вавилова, д. 41, офис 2
Тел./факс: +7 (499) 124 71 78
Электронная почта: biodivers@biodiversity.ru
Интернет: www.biodiversity.ru; www.oopt.info

Институт экологического территориального развития им. Лейбница

Leibniz Institute of Ecological Urban and Regional Development

Институт экологического территориального развития им. Лейбница (Дрезден) основан 1 января 1992 г. Финансируется Федеральным правительством Германии и Правительством Саксонии. Более 100 сотрудников института участвуют в формировании научных основ устойчивого развития городов и регионов с особым вниманием к экологическим проблемам.

Основные направления исследований и проектных разработок института: анализ изменений ландшафтов в городах и регионах с учётом экосистемных услуг; методы повышения эффективности зданий и инфраструктуры при использовании земельных, энергетических и других материальных ресурсов; оценка рисков для городского и регионального развития от стихийных бедствий, изменений климата и формирование инструментов для их предотвращения; методы обследования, мониторинга и прогнозирования состояния землепользования; прогнозные методики для формирования требований к застройке как важной движущей силе в городском и региональном развитии; анализ взаимосвязей между экономическими, институциональными и правовыми механизмами и поведением субъектов в контексте экологического городского и регионального развития.

Результаты работы института доступны для общества и органов власти.

Адрес: Weberplatz 1, 01217 Dresden
Тел./факс: +49 (0)351 46 79 210 / +49 (0)351 46 79 212
Интернет: www.ioer.de

ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ РОССИИ

ПРОТОТИП НАЦИОНАЛЬНОГО ДОКЛАДА

Том 3
Зелёная инфраструктура и экосистемные услуги крупнейших городов России

Редактор *О.А. Климанова*

Авторский коллектив:
К.А. Александрийская, К.В. Авилова, О.А. Илларионова,
О.А. Климанова, Е.Ю. Колбовский, К.А. Мерекалова,
Л.Д. Сулкарнаева, Т.И. Харитонова

Корректор *Н.И. Маркелова*
Компьютерная вёрстка: *Е.Н. Букварёва*

Подписано в печать 7.06.2021. Формат 60x84/8.
Гарнитура «Calibri». Усл. печ. л. 13,0.

Благотворительный фонд «Центр охраны дикой природы»
117312 Москва, ул. Вавилова, д. 41, офис 2
Тел./факс: 8 (499) 124–71–78
biodivers@biodiversity.ru
www.biodiversity.ru

ISBN 978-5-93699-104-2