

ЗЕЛЕНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ЕКАТЕРИНБУРГА. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПУТИ РАЗВИТИЯ

Гущин Александр Николаевич,

кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры градостроительства и ландшафтной архитектуры,
ФГБОУ ВО «Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова»,
Россия, Екатеринбург,
e-mail: alexanderNG@yandex.ru

Дивакова Марина Николаевна,

кандидат архитектуры,
доцент кафедры градостроительства и ландшафтной архитектуры,
ФГБОУ ВО «Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова»,
Россия, Екатеринбург,
e-mail: fpk-d@yandex.ru

УДК: 711

DOI: 10.47055/1990-4126-2022-4(80)-23

Аннотация

В статье рассматриваются проблемы, связанные с формированием зеленой инфраструктуры крупнейшего растущего города. Для анализа состояния зеленой инфраструктуры используются индекс качества городской среды, данные дистанционного зондирования, прогнозные методы. Сделан вывод о том, что зеленая инфраструктура Екатеринбурга не сформирована: нет выраженных ядер и связей. Анализ Генерального плана в части развития зеленой инфраструктуры показал, что в структуре зеленых насаждений не хватает линейных элементов, а реализация той концепции, которую развивает администрация, приведет к усилению проблем, связанных с микроклиматом города и обеспеченностью его водными ресурсами.

Ключевые слова:

зеленая инфраструктура, система зеленых насаждений, данные дистанционного зондирования, индекс качества городской среды, вегетационный индекс NDVI

THE GREEN INFRASTRUCTURE OF EKATERINBURG. CURRENT STATUS AND DEVELOPMENT TRENDS

Gushchin Alexander N.

PhD. (Physics and Mathematics), Associate Professor,
Planning and Landscape Architecture,
Ural State University of Architecture and Art,
Russia, Yekaterinburg,
e-mail: alexanderNG@yandex.ru

Divakova Marina N.

PhD. (Architecture), Associate Professor,
Planning and Landscape Architecture,
Ural State University of Architecture and Art,
Russia, Yekaterinburg,
e-mail: fpk-d@yandex.ru

УДК: 711

DOI: 10.47055/1990-4126-2022-4(80)-23

Abstract

The article considers issues in the development of the green infrastructure of Ekaterinburg, a large growing city. The green infrastructure is reviewed using the urban environment quality index, remote sensing data, and predictive methods. The conclusion is that Ekaterinburg does not have a well-formed green infrastructure: there are no pronounced cores and connections. An analysis of the Master Plan in relation to the development of the green infrastructure demonstrates that the green spaces lack linear elements, while the implementation of the concept that is being promoted by the city administration will exacerbate the problems associated with the city's microclimate and available water resources.

Keywords:

green infrastructure, system of green spaces, remote sensing data, urban environment quality index, NDVI vegetation index

Введение

Екатеринбург – растущий город. Согласно прогнозам, его население в 2025 г. составит 1,6 млн. чел. [1]. Город уже попадает в категорию сверхкрупных. Обеспечение горожан удобной и здоровой средой обитания в связи с быстрым ростом становится острой задачей. Современное состояние и развитие системы озеленения и благоустройства города в условиях интенсивного роста определяет качество городской среды на ближайшую и среднесрочную перспективу. Целью настоящей статьи является анализ состояния зеленой инфраструктуры города и концепций ее развития.

Понятийный аппарат исследования

Понятие «зеленая инфраструктура» введено в 1999 г. Фондом охраны природы и Министерством сельского хозяйства США, которые сформировали рабочую группу «Green Infrastructure Work Group». Эта рабочая группа определила зеленую инфраструктуру как «естественную систему поддержания жизни, связанную с сетью водных путей, заболоченных мест, лесистых местностей, ареалов обитания диких животных, других естественных областей; зеленых групп, парков и других зон; рабочих ферм, ранчо и лесов; а также дикой местностью и другими открытыми пространствами, которые поддерживают естественные экологические процессы, и способствуют здоровью и качеству жизни людей» [2, с. 6]. Характерные черты зеленой инфраструктуры – связность различных типов пространств (ландшафтов) от диких до окультуренных. Зеленая инфраструктура также предполагает свободное передвижение различных видов растений и животных, живущих в данной местности.

В отечественной школе градостроительного проектирования традиционно используется термин «зеленые насаждения», под которыми в ГОСТ 28329-89 подразумевается «совокупность древесной, кустарниковой и травянистой растительности на определённой территории». Таким образом, понятие зеленой инфраструктуры предполагает не просто растительность, но и

формы организации и функциональные требования к растительности (способствует здоровью и качеству жизни). Особенностью ландшафтных условий территории, на которой возник и развивается Екатеринбург, является большое количество водно-болотных угодий. Традиционно развитие города приводило к захвату этих территорий и их мелиорации. В современной российской и международной градостроительной практике произошла переоценка роли и значения водно-болотных угодий – современные градостроительные проекты стремятся интегрировать водно-болотные угодья в городскую ткань [3]. Наличие водно-болотных угодий слабо учитывается в различных конкурсных проектах и научных исследованиях. В настоящее время в УрГАХУ проводятся исследования и научно-практические разработки, посвященные этой проблеме, что отражено в диссертационных исследованиях, в частности в магистерской диссертации Н.Дерябиной [4]. Проведенное исследование дало возможность подчеркнуть значимость водно-болотных угодий для сохранения экологического баланса города.

Следующим важным понятием, введенном в теорию и практику градостроительства и оказывающим непосредственное влияние на проектные решения по развитию крупных городов, является понятие каркаса, центральное для разнообразных концепций: зеленый каркас [5], природный каркас [6], экологический каркас [7], водно-зеленый каркас [8] и т.п. С методологической точки зрения все концепции каркасов отражают разновидность структурно-функционального подхода. Анализ отечественных и зарубежных публикаций позволил выделить следующие закономерности: наличие двух подходов в исследованиях – структурно-функциональный и общесистемный. Их различие состоит в том, что, если в системном подходе система состоит из взаимодействующих частей и изучаются основные ее элементы и взаимосвязи между ними, то в структурно-функциональном подходе каждая часть системы отвечает за выполнение определенной функции. К сожалению, большинство исследователей больше сосредоточиваются на описании структуры, чем на описании функции. Зачастую функции уходят на второй план. Общим положением в подходах является то, что в том и другом подходе каркас рассматривается как основной элемент системы, обеспечивающий ее устойчивость. Нет ничего удивительного, что и у зеленой инфраструктуры отыскан свой каркас. Часто каркас зеленой инфраструктуры называется природным [9] или природно-экологическим [10]. На взгляд авторов, данное название не совсем корректно, так как собственно природных территорий, или территорий, не тронутых человеком, осталось очень мало. Было бы лучше использовать терминологию, взятую из нормативной документации – из ГОСТ 17.8.1.01-86*. Указанный ГОСТ определяет общее понятие ландшафта и его виды – природный и антропогенный ландшафты.

По мнению авторов, разнобой и путаница в понятиях стали следствием структурно-функционального подхода, применяемого при выделении каркасов, так как требуется корректно описать и структуру, и системы, и функцию, которую данная структура выполняет. Понятийная неопределенность имеет и практический результат в том, что проектировщики начинают создавать множество схем различных каркасов, входящих как в генеральные планы, так и в варианты для обоснования генеральных планов.

Методы исследования зеленой инфраструктуры

До недавнего времени для исследования зеленой инфраструктуры применялись косвенные методы – картографический и графоаналитический. С развитием космических технологий стали доступны прямые методы – анализ данных дистанционного зондирования. Особый интерес среди данных дистанционного зондирования представляют мультиспектральные космические снимки. При таких исследованиях одна и та же территория снимается в нескольких спектральных каналах. Различные комбинации спектральных каналов позволяют получать новую прямую информацию о состоянии территории и находящейся на ней зеленой инфраструктуры.

Для изучения состояния растительности применяется индекс вегетации NDVI [11], полученный на основе нескольких спектральных каналов. Вегетационный индекс построен так, чтобы выделить ту часть спектра, которая поглощается хлорофиллом растений во время фотосинтеза, в результате чего появляется возможность судить о состоянии растительности. Значения индекса NDVI меняются от -1 до 1. Значения, меньше 0, характеризуют наличие воды, значения от 0 до 0.2 соответствуют наличию снега, воды, песка и пр. Значения индекса от 0.2 до 0.4 соответствуют травяным покровам, значения 0.4 до 1.0 соответствуют древесной растительности, причем значения в диапазоне 0.8–1.0 указывают на наличие густой древесной растительности.

Для территории Екатеринбурга доступны мультиспектральные снимки Европейского космического агентства [12]. Систематическое изучение растительности и зеленой инфраструктуры ряда городов, в том числе Екатеринбурга, изложено в докладе Фонда дикой природы [13]. В работе выделены разные типы зеленых инфраструктур и рассчитан ряд показателей, связанных с инфраструктурой. Заметим, что авторы данной статьи не поддерживают концепцию экосистемных услуг, которой руководствуются авторы указанной работы.

Формирование зеленой инфраструктуры Екатеринбурга

Этапы формирования зеленой инфраструктуры можно проследить по этапам формирования системы зеленых насаждений Свердловска–Екатеринбурга. Т.Б.Сродных выделяет пять этапов становления системы озеленения [14]. Нам будут интересовать следующие периоды:

- 1920–1960 гг. Время системного озеленения, когда складывалась социалистическая система озеленения города в рамках планового ведения городского зеленого строительства.
- 1960–2000 гг. Назван автором периодом экстенсивного озеленения, когда происходит «расширение функций лесных массивов».
- 2000–2009 гг. Современный период.

Система озеленения в советский период выполняла еще одну дополнительную функцию – маскировочную. Согласно А. Водянику, «первый зеленый каркас, еще при Сталине, в 1947 году, был создан с целью маскировки города от вражеской аэрофотосъемки. Он создавался с сугубо утилитарными целями и очень точно рассчитывался» [15]. В пользу этой версии говорит общеизвестный факт, что самолет разведчик U-2 был сбит в 1960 г. именно над территорией Свердловской области [16].

Во время четвертого периода развития системы озеленения (1920–1960) развитие зеленой инфраструктуры подошло к своему пространственному пределу: начали заканчиваться свободные ресурсы территории и в пространственное развитие стали вовлекаться водно-болотные угодья. На рис. 1 показан фрагмент план Свердловска 1947 г. [17] где нанесены контуры Московского и Сухореченского торфяников на карту современной застройки. Рисунок показывает масштаб территориального освоения. В этот же период развития системы озеленения была сформирована система природных парков, окружавших город – зеленый пояс города.

В цитированном интервью А. Водяник, говоря о Екатеринбурге, отмечал, что наряду с утратой водно-болотных угодий как резервуаров водных запасов, город, застраивая эти территории, лишился ветровых коридоров, обеспечивавших возможность правильной циркуляции воздуха, так как водно-болотные угодья были не только водными резервуарами, но и играли роль «легких» города. В настоящее время смог, висящий над городом, стал типичным явлением, как и перегрев территории. Все это негативно сказывается на здоровье горожан и не может соответствовать требованиям комфортной среды.

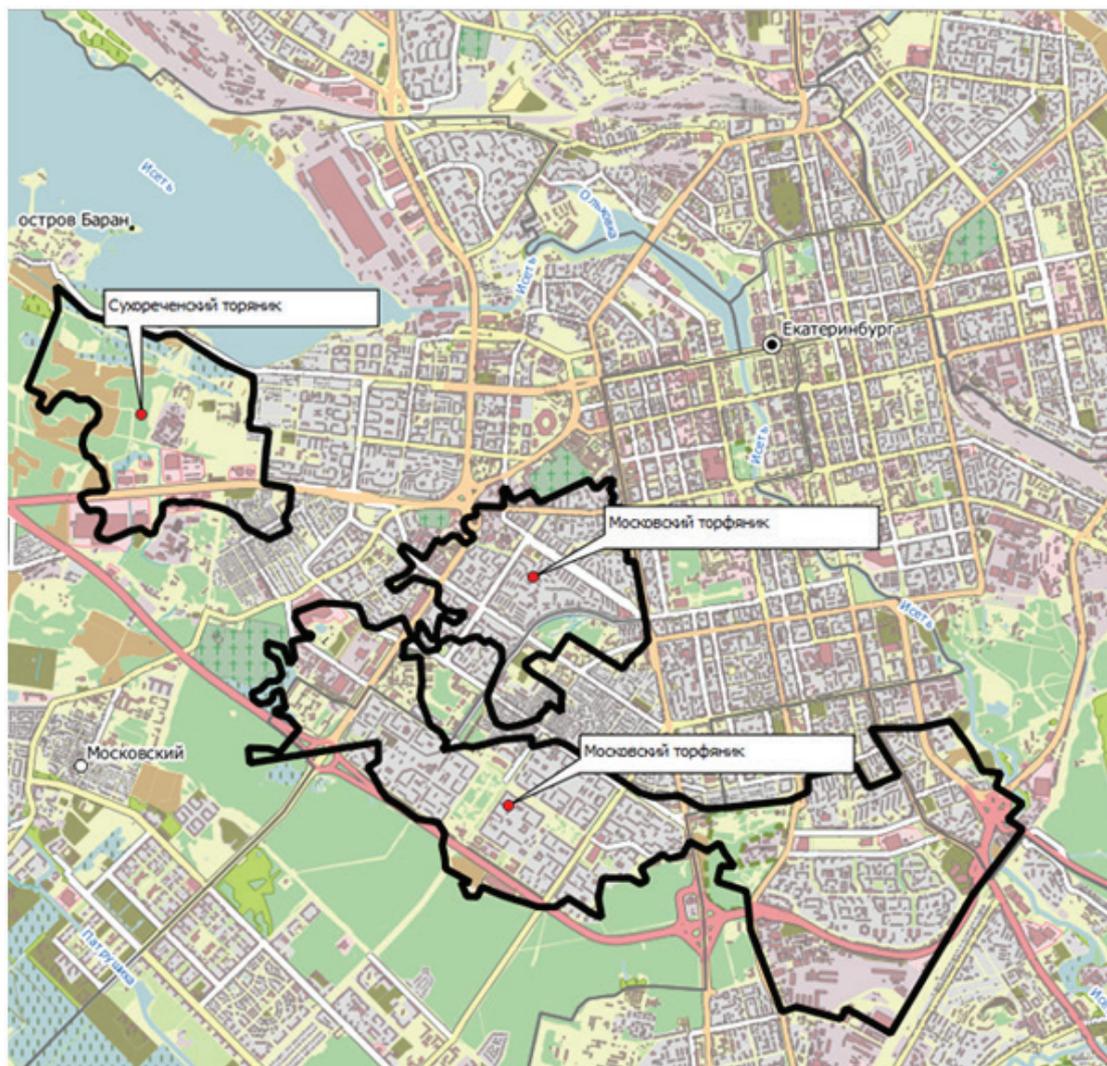


Рис. 1. Фрагмент плана Свердловска 1947, наложенный на современную застройку. Сост. А.Н. Гуцин

Современный период формирования системы зеленых насаждений характеризуется тем, что город настолько разросся, что зеленый пояс уже оказался в городской черте. В результате экстенсивного роста уменьшилась обеспеченность зелеными территориями на одного жителя с $18,6 \text{ м}^2$ в 2006 г. до $16,87 \text{ м}^2$ в 2015 г. [18, с. 164]. Продолжается масштабная застройка заболоченных территорий: примерами являются освоение заболоченных территорий микрорайона Светлый (район аэропорта Кольцово), микрорайона Академический в пойме р. Патрушиха и т.д.

Современное состояние зеленой инфраструктуры

Современное состояние зеленой инфраструктуры косвенно можно оценить с помощью индекса качества городской среды, утвержденного Правительством РФ [19]. Согласно методике, индекс качества городской среды состоит из шести блоков, в каждый из которых входит по шесть показателей, в том числе блок показателей «Озелененные пространства». Результаты мониторинга индекса качества находятся на портале «Индекс качества городской среды» [20]. Авторы сделали выборку баллов по блоку показателей, характеризующих систему озеленения крупнейших городов России. Результаты представлены на рис. 2, из которого следует, что Екатеринбург занимает второе с конца по качеству озеленения среди крупнейших городов России. Авторы полагают, что низкое качество системы озеленения в Екатеринбурге стало следствием

отсутствия инфраструктурного подхода к системе озеленения, отсутствием необходимого для инфраструктуры каркаса, устаревшими приемами ухода и поддержания зеленых насаждений города.

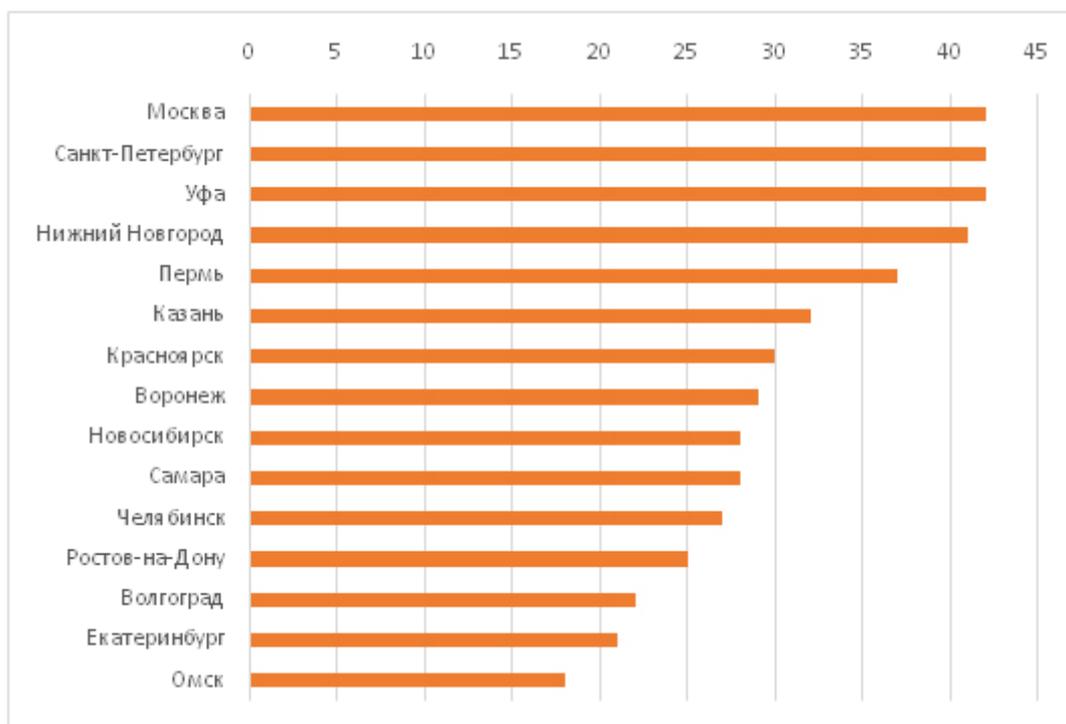


Рис. 2. Оценка по блоку показателей «система озеленения» крупнейших городов России за 2021 г. Сост. А.Н. Гушин

Чтобы детализировать состояние зеленой инфраструктуры, на рис. 3 приведены данные дистанционного зондирования территории – значения вегетационного индекса NDVI для территории г. Екатеринбурга – мультиспектральная съемка в каналах, соответствующих значениям вегетационного индекса NDVI. На схеме пунктиром показано русло р. Исеть, которое, согласно концепциям водно-зеленого диаметра, должно его образовывать. На снимке хорошо видно, что мощности растительности недостаточно для того, чтобы выполнять функцию водно-зеленого диаметра. Также на снимке видны обширные «пустые» пространства – пространства с низким значением вегетационного индекса, соответствующего отсутствию растительного покрова. Возвращаясь к определению зеленой инфраструктуры, отметить, что зеленые насаждения Екатеринбурга не отвечают требованиям зеленой инфраструктуры в силу отсутствия связности между ядрами зеленой инфраструктуры и с природными ландшафтами, окружающими город.

Еще более отчетливыми проблемы с обеспечением устойчивости системы зеленых насаждений (зеленой инфраструктуры) становятся благодаря возможности дистанционного зондирования в течение года. На рис. 4 представлены результаты дистанционного зондирования той же самой территории, что и на рис. 3, но выполненные в январе (14.01.2021 г.). Рис. 4 еще более явно демонстрирует наличие зеленых ядер в системе зеленых насаждений, отсутствие связей между ядрами и тем более – связей с окружающими город природными ландшафтами.

В целом можно заключить, что в настоящее время система зеленых насаждений Екатеринбурга не образует зеленой инфраструктуры в соответствии с теми определениями, которые в это понятие вкладываются. Напомним, что зеленая инфраструктура должна обеспечивать свободное перемещение растений и животных в данной местности. Для этого необходим каркас, который обеспечивает связность. В.В. Владимиров еще в 80-е гг. писал об экологическом каркасе: «...Каркас должен представлять собой не случайную мозаику различных по назначению



Рис. 3. Величины индекса вегетации NDVI для центральной часть Екатеринбурга.
Дата съемки 30.08.2022. Спутник Sentinel-2



Рис. 4. Величины индекса NDVI для центральной части Екатеринбурга.
Дата съемки 14.01.2021. Спутник Sentinel-2

городских зеленых насаждений, а, скорее сетку экологических осей, на пересечении которых целесообразно формировать сравнительно крупные массивы зелени – центры экологической активности» [21]. На рис. 3 и 4 видно, что современная система озеленения Екатеринбурга мозаична, фрагментирована и не имеет полноценного каркаса, обеспечивающего ее устойчивость. Низкое качество системы озеленения отражается количественно: в баллах по показателю «система озеленения» индекса качества городской среды. Далее рассмотрим концепции развития системы озеленения.

Критический анализ концепций развития зеленой инфраструктуры

Концепция развития зеленой инфраструктуры Екатеринбурга подготовлена администрацией Екатеринбурга. На рис. 5 представлен фрагмент Генерального плана развития Екатеринбурга. Согласно плану, к зонам с особыми условиями использования территорий относится и лесопарковый пояс – зоны выделены штриховкой.

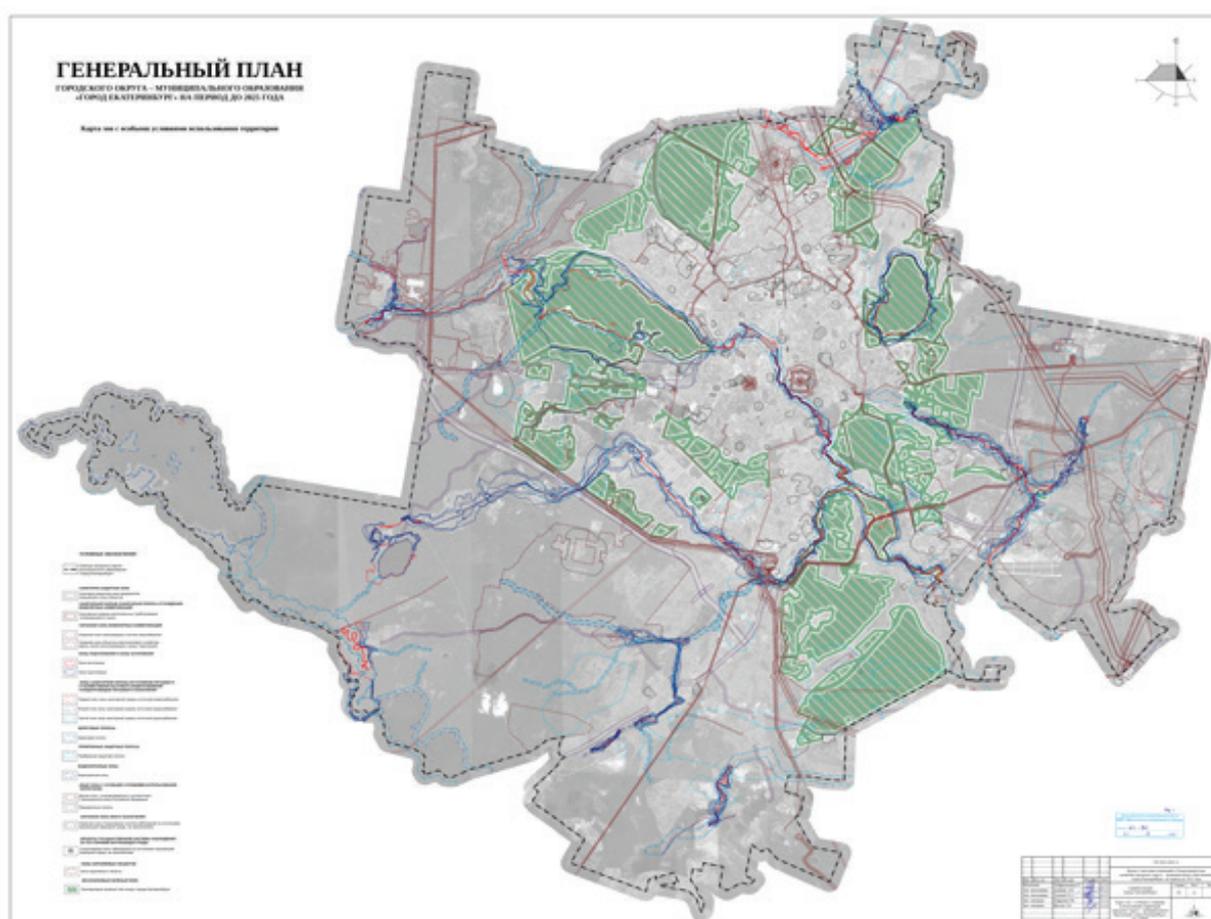


Рис. 5. Генеральный план Екатеринбурга. Карта зон с особыми условиями использования территории [1]

Из рис. 5 видно, что территории лесопаркового пояса образуют диффузную структуру со слабой связностью между ядрами структуры. Зоны образуют замкнутый природно-экологический каркас эллипсовидной формы. Связность с окружающими природными ландшафтами слабая. Геометрическая конфигурация каркаса и есть главная проблема, так как замкнутость геометрической формы не предполагает способности к синхронному развитию с пространственным ростом города. Для развития необходимы линейные элементы – либо в форме лесных клиньев, либо в форме водно-зеленого диаметра, либо в виде их комбинации. Масштабируемость

(способность к пространственному росту) зеленой системы города достигается только за счет линейных элементов, зеленых клиньев и подобных квазиодномерных структур. На важность линейных элементов в планировочной организации системы зеленых насаждений указывал в свое время В.В. Владимиров [21].

Рассмотрим подробнее концепции, связанные с линейными элементами в зеленой инфраструктуре. К таким концепциям относится концепция водно-зеленого диаметра – ее авторы описали ранее [22]. На рис. 5 видно, что водно-зеленый диаметр мог бы играть важнейшую роль в зеленой инфраструктуре города, служить опорным элементом каркаса – связующим звеном между лесопарковыми зонами. Другая концепция – концепция зеленых клиньев – относится ко второй половине XX в. Она возникла как решение общей проблемы: проблемы создания города, единого с природой. В крупных городах Европы и США стали создаваться зеленые коридоры как средство борьбы с монотонностью, фрагментацией и экологической нецелесообразностью городского ландшафта. Путем введения объединяющих элементов архитекторы пытались повысить связность системы зеленых насаждений и создать устойчивый каркас системы. «Зеленые коридоры создавались в мире на протяжении нескольких основных волн: в конце XIX – начале XX века, середине XX века, а также с 1980–1990-х и до нашего времени, несколько отличаясь в целях и методах. Основными функциями зеленых коридоров на первом этапе являлись аэрация жилых районов (естественная вентиляция), разрежение застройки города, обрамление важных общественных зданий и площадей, а также обеспечение связи города с природой» [23]. По мнению М.Мягкова с соавторами, именно зеленые клинья в зеленой инфраструктуре Москвы обеспечивают вентиляцию и микроклимат города в целом [24]. Кроме того, именно зеленые крылья (зеленые коридоры) обеспечивают беспрепятственное перемещение растений и животных, про которое говорилось в определении понятия зеленой инфраструктуры, и тем самым создают ее.

Последствия формирования замкнутого каркаса зеленой инфраструктуры, показанного на рис. 5, можно оценить с климатической точки зрения. Климатическая проблема актуальна для Екатеринбурга. Все абсолютные минимумы температуры в Екатеринбурге по месяцам были зарегистрированы в XIX–XX вв. (до 1979 г.), в то время как на XXI столетие приходится уже 3 абсолютных максимума. На 90-е гг. XX в. приходится 5 абсолютных максимумов по месяцам [25].

Правильная планировочная организация зеленой инфраструктуры играет важную роль в решении локальных климатических проблем. Известно, что большие по размеру участки зеленой инфраструктуры оказывают охлаждающий эффект. Так, в центре зеленых массивов большого размера (более 500 га) температура может быть до 5 градусов ниже, чем на прилегающих застроенных территориях [26]. Эффект объясняется тем, что альbedo – поглощающая способность растительности выше, чем у неорганических материалов: дорожного покрытия, бетона и пр. [24]. У растений солнечная энергия используется для фотосинтеза, в время как для неорганических материалов просто рассеивается и нагревает окружающий воздух. Пространственный размер зоны охлаждения разные исследователи оценивают по-разному от 500 м до 1500 м [26, 27]. Пониженная температура вблизи зеленых массивов есть повышенная температура на удалении от них. Замкнутая эллипсоидная конфигурация зеленых массивов будет усиливать эффект теплового острова. Понятие «остров тепла» относится к застроенной части города, где за счет особенностей теплообмена с атмосферой создается повышенная по сравнению с прилегающими незастроенными районами температура воздуха [28].

Ситуация с тепловым островом будет усугубляться недостаточностью и фрагментацией растительности в центральных районах города – рис. 3. Прогноз конфигурации теплового острова показан на рис. 6. Разница температур в центре острова и на его окраинах может быть существенной и достигать 5 градусов. Наличие теплового острова в сочетании высокой степенью автомобилизации приведет к дальнейшим отрицательным эффектам: загазованности центра, смогу.



Рис. 6. Прогнозируемая пространственная конфигурация теплового острова. Сост. А.Н. Гуцин

Заключение

В статье рассмотрены проблемы формирования зеленой инфраструктуры на примере крупнейшего города. Ранее обсуждалась терминологическая разница между зеленой инфраструктурой и системой озеленения. Отмечалось, что концепция зеленой инфраструктуры больше связана с экологией, так как предполагает и связность зеленой системы, и наличие возможностей для миграции растений, и животных. Безусловно, такому крупнейшему городу, как Екатеринбург, стоит задуматься о формировании именно зеленой инфраструктуры. Сейчас этой проблеме уделяется недостаточно внимания. Создание полноценной зеленой инфраструктуры и ее мониторинг современными методами сделают городскую среду комфортной для горожан. При этом все методики, с помощью которых проводился анализ, вполне применимы к другим городам и допускают соответствующий перенос.

Примечание

*ГОСТ 17.8.1.01-86 Охрана природы. Ландшафты. Термины и определения. Дата введения 1987-07-01

Библиография

1. Официальный портал Екатеринбург.рф Генеральный план (Территориальное планирование). Екатеринбург.рф – URL: <https://екатеринбург.рф/дляработы/гиз/градостроительство/документация/гп>
2. Benedict, M. A. Green infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century / Mark A. Benedict. Edward McMahon. – Washington. D. C.: IslandPress. 2006. – 303 s.
3. Bianca Maria Rinaldi, Puay Yok Tan (eds.) Urban Landscapes in High-Density Cities. – Basel: Birkhäuser, 2020. – 297 p.
4. Дерябина, Н. Водно-зелёный каркас города: архитектурно-ландшафтная реконструкция северного берега Верх-Исетского пруда / Н. Дерябина. – Екатеринбург, 2020.
5. Пименова, Г.И., Коптяев, Д.Л. Формирование зеленого каркаса города / Г.И. Пименова, Д.Л. Коптяев // Наука и мир. – 2014. – №. 8 (12). – С. 64.
6. Струк, М.И., Живнач, С.Г. Методика эколого-географического обоснования организации внешнего природного каркаса города / М.И. Струк, С.Г. Живнач // Природопользование. – 2016. – №. 30. – С. 86–95.
7. Пономарев, А.А. Экологический каркас: анализ понятий / А.А. Пономарев, Э.И. Байбаков, В.А. Рубцов // Учен. зап. Казан. ун-та. Серия Естественные науки. – 2012. – Т. 154. – №. 3. – С. 228–238.
8. Лисакова, О.А. Водно-зеленый каркас: основные понятия // Молодые исследователи за устойчивое развитие. – 2022. – С. 125-130.
9. Кравчук, Л.А. Природный каркас как основа зеленой инфраструктуры урбанизированной территории / Л.А. Кравчук // Эколого-географические проблемы перехода к зеленой экономике. – 2019. – С. 116–131.
10. Верженюк, Н.С., Янковская, Ю.С. Природно-экологический каркас: от серого к зеленому / Н.С. Верженюк., Ю.С. Янковская // Проблемы «зеленой» архитектуры и устойчивого развития городов. – 2018. – С. 39–44.
11. Вегетационные индексы. GISLab. Географические информационные системы и дистанционное зондирование [Электронный ресурс]. – URL: <https://gis-lab.info/qa/vi.html>
12. EObrowser [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sentinel-hub.com/>
13. Экосистемные услуги России. Прототип национального доклада. Т. 3. Зелёная инфраструктура и экосистемные услуги крупнейших городов России. – М., 2021.
14. Сродных, Т.Б. Становление системы озеленения г. Екатеринбурга / Т.Б. Сродных // Леса России и хозяйство в них. – 2009. – №. 4 (34). – С. 48–53.
15. Водяник, А. В теле города должны быть легкие, и они должны работать [Электронный ресурс] / А. Водяник // УралПолит.ru – URL: <https://uralpolit.ru/article/urfo/26-11-2019/188598>
16. Он не подорвал себя вместе с самолетом. Как советская ПВО ловила Пауэрса [Электронный ресурс] // ТАСС. – URL: <https://tass.ru/armiya-i-opk/8366353>
17. RetroMap [Электронный ресурс] – URL: http://retromap.ru/1419471_56.83764,60.59891
18. Стратегия пространственного развития Екатеринбурга: концепция (коллектив авторов) – Екатеринбург: ТАТЛИН, 2017. – 312 с.
19. Распоряжение Правительства Российской Федерации № 3673-р. от 30 дек. 2020 г.
20. Индекс качества городской среды [Электронный ресурс] – URL: <https://индекс-городов.рф/#/>
21. Владимиров, В.В. Экологические основы методологии расселения и районной планировки: дис. ... д-ра архитектуры / В.В. Владимиров. – М., 1986.
22. Гушин, А.Н., Дивакова, М.Н. Водно-зеленый каркас Екатеринбурга: история, проблемы, будущее [Электронный ресурс] / А.Н. Гушин, М.Н. Дивакова // Архитектон: известия вузов. – 2022. – №2(78). – URL: http://archvuz.ru/2022_2/21/ – doi: 10.47055/1990-4126-2022-2(78)-21

23. Csepely-Knorr, L. The birth of the theory of urban green systems in Britain and Hungary. Correspondence between Thomas H. Mawson and Béla Rerrich concerning Urban Design Principles / L. Csepely-Knorr // *Agriculture and Environment*. – 2011. – Т. 41. – С. 53.
24. Мягков, М.С. Город, архитектура, человек и климат / М.С. Мягков. – 2007.
25. Климат Екатеринбурга. Погода и климат [Электронный ресурс] – URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/climate/28440.htm> (Дата обращения: 25 декабря 2010)
26. Von Stulpnagel, A., Horbert, M., Sukopp, H. The importance of vegetation for the urban climate / A. Von Stulpnagel, M. Horbert, H. Sukopp // *Urban Ecology. Plants and Plant Communities in Urban Environments*. SPB Academic Publication, The Hague. – 1990. – С. 175–193.
27. Cohen, D.A. et al. Parks and physical activity: why are some parks used more than others? / D.A. Cohen // *Preventive medicine*. – 2010. – Т. 50. – С. S9–S12.
28. Tyrväinen L. et al. Benefits and uses of urban forests and trees / L. Tyrväinen // *Urban forests and trees*. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2005. – С. 81–114.

References

1. Official portal Ekaterinburg.ru. Master Plan (Territorial Zoning). Available from: <https://ekaterinburg.rf/дляработы/гиз/градостроительство/документация/гп> (in Russian)
2. Benedict, M. A. and McMahon, E. (2006) *Green infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century*. Washington. D.C.: IslandPress. (in Russian)
3. Rinaldi, B.M., Puay Yok Tan (eds.) (2020) *Urban Landscapes in High-Density Cities*. Basel: Birkhäuser.
4. Deryabina, N. (2020) Water and landscape framework of the city: architectural and landscape reconstruction of the northern shore of the Verkh-Isetsy Reservoir. Ekaterinburg. (in Russian)
5. Pimenova, G.I., Koptyaev, D.L. (2014) Development of a city's green framework. *Science and the World*, No. 8 (12), pp. 64. (in Russian)
6. Struk, M.I., Zhivnach, S.G. (2016) Methods of ecological and geographical feasibility study for setting up the external natural framework of the city. *Nature Use Management*, No. 30, pp. 86–95. (in Russian)
7. Ponomarev, A.A., Baibakov, E.I. and Rubtsov, V.A. (2012) Ecological framework: analysis of concepts. *Transactions of Kazan University. Series: Natural Sciences*, Vol. 154, No. 3, pp.228–238. (in Russian)
8. Lisakova, O.A. (2022) Water and landscape framework: basic concepts. *Young Researchers for Sustainable Development*, pp.125-130. (in Russian)
9. Kravchuk, L.A. (2019) Natural framework as the basis of the green infrastructure of an urbanized area. *Ecological and Geographical Issues of Transition to Green Economy*, pp.116–131. (in Russian)
10. Verzhenyuk, N.S., Yankovskaya, Yu.S. (2018) Natural-ecological frame: from gray to green. *Problems of «Green» Architecture and Sustainable Development of Cities*, pp.39–44. (in Russian)
11. Vegetation indices. GISLab. Geographic information systems and remote sensing [Online]. Available from: <https://gis-lab.info/qa/vi.html>
12. EObrowser [Online]. Available from: <https://www.sentinel-hub.com/>
13. Ecosystem services in Russia. Prototype of the national report. Vol. 3. Green infrastructure and ecosystem services of Russia's largest cities. Moscow, 2021. (in Russian)
14. Srodnykh, T.B. (2009) Formation of the landscaping system in Ekaterinburg. *Forests of Russia and Their Economy*, No. 4 (34), pp.48–53. (in Russian)
15. Vodyanik, A. There must be lungs in the body of the city, and they must work [Online]. *UralPolit.ru*. Available from: <https://uralpolit.ru/article/urfo/26-11-2019/188598> (in Russian)

16. He did not blow himself up together with the plane. How Soviet air defense caught Powers [Online]. TASS. Available from: <https://tass.ru/armiya-i-opk/8366353> (in Russian)
17. RetroMap [Online]. Available from: http://retromap.ru/1419471_56.83764,60.59891 (in Russian)
18. Spatial development strategy of Ekaterinburg: concept (group of authors). (2017) Ekaterinburg: TATLIN. (in Russian)
19. Decree of the Government of the Russian Federation, No. 3673-p of 30 Dec. 2020. (in Russian)
20. Urban environment quality index [Online]. Available from: <https://index-gorodov.rf/#/> (in Russian)
21. Vladimirov, V.V. (1986) Ecological foundations of the resettlement and regional planning methodology. Doctor of Architecture dissertation. Moscow. (in Russian)
22. Gushchin, A.N., Divakova, M.N. Water and landscaping framework of Ekaterinburg: history, problems, future [Online]. Architecton: Proceedings of Higher Education, No.2(78). Available from: http://archvuz.ru/en/2022_2/21/ – doi: 10.47055/1990-4126-2022-2(78)-21. (in Russian)
23. Csepely-Knorr, L. (2011) The birth of the theory of urban green systems in Britain and Hungary. Correspondence between Thomas H. Mawson and Béla Rerrich concerning Urban Design Principles. Agriculture and Environment, Vol. 41, pp.53.
24. Myagkov, M.S. (2007) City, architecture, man, and climate. (in Russian)
25. Weather and climate. Climate of Yekaterinburg. [Online]. Available from: <http://www.pogodaiklimat.ru/climate/28440.htm> (Date of access: December 25, 2010) (in Russian)
26. Von Stulpnagel, A., Horbert, M., Sukopp, H. (1990) The importance of vegetation for the urban climate. Urban Ecology. Plants and Plant Communities in Urban Environments. The Hague: SPB Academic Publication, pp.175–193.
27. Cohen, D.A. et al. (2010) Parks and physical activity: why are some parks used more than others? Preventive Medicine, Vol. 50, pp.9–12.
28. Tyrväinen, L. et al. (2005) Benefits and uses of urban forests and trees. Urban Forests and Trees. Berlin, Heidelberg: Springer, pp.81–114.



Лицензия Creative Commons

Это произведение доступно по лицензии Creative Commons «Attribution-ShareAlike» («Атрибуция - на тех же условиях»).
4.0 Всемирная

Дата поступления: 09.11.2022