УДК 711.4, 712.2, 502.51(28)

doi: 10.55287/22275398_2026_60_204

МАЛЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ КАК ЧАСТЬ ВОДНО-ЗЕЛЕНОГО КАРКАСА СОВРЕМЕННОГО МЕГАПОЛИСА

Е. М. Девятых
М. А. Торопкина

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург

Аннотация

В условиях интенсивной урбанизации проблема сохранения гидрологической сети становится все более актуальной. Трансформация малых гидрологических объектов приводит к сокращению и фрагментации «синей» составляющей водно-зеленого каркаса. В статье рассматривается характер изменения гидрологической сети на периферийных территориях Санкт-Петербурга на основе сопоставления исторических и современных картографических и аэрофотоматериалов.

Ключевые слова

Водно-зеленый каркас, синяя инфраструктура, серая инфраструктура, малые водотоки, гидрологическая сеть, урбанизация, историко-картографический анализ.

Дата поступления в редакцию
08.10.2026
Дата принятия к печати
09.10.2026

Введение

Современный этап всемирной урбанизации характеризуется значительным антропогенным давлением на природный ландшафт. В условиях роста площади городов и уплотнения застройки традиционные подходы к городскому планированию демонстрируют свою неэффективность. В качестве альтернативного сценария устойчивого развития мегаполисов выступает концепция водно-зеленого каркаса (Blue-Green Infrastructure — BGI).

Согласно определению Ghofrani et al. (2017) водно-зелёный каркас представляет собой взаимосвязанную сеть природных и спроектированных ландшафтных компонентов, включающих в себя водные объекты (синяя инфраструктура), а также зеленые и открытые пространства (зеленая инфраструктура) [3]. Эта система объектов обеспечивает совокупность экологических, гидрологических и социальных функций, называемых экосистемными услугами (Ecosystem Services).

Длительное время фокус внимания исследователей и градостроителей был смещен в сторону «зеленого» компонента BGI. Однако, как отмечает фундаментальное исследование Urban Blue Spaces, именно «синий» каркас является дренажной системой города [1].

Открытые водоемы обладают значительным социально-психологическим и экономическим потенциалом. Присутствие открытой воды в жилой среде снижает уровень стресса и тревожности у горожан [2, 5]. При этом наибольший эффект достигается при их грамотной интеграции в городскую среду.

С экологической точки зрения водные пространства в сочетании с прилегающим озеленением могут выступать естественными фильтрами, улавливающими мелкодисперсную пыль (PM10 и PM2.5, частицы диаметром до 10 и 2,5 мкм соответственно) за счет изменения локальной циркуляции воздуха и сухого осаждения на поверхность воды. Согласно исследоваfнию, проведенному Zhao и Li et al в г. Ухань (Китай), уменьшение концентрации мелкодисперсных частиц наблюдалось в радиусе до 300 м от наблюдаемого водоема [6].

Немаловажную роль играют малые гидрологические объекты, связывающие всю систему воедино. Однако в процессе урбанизации они часто подвергаются значительной трансформации. Подобные процессы изменяют характер взаимодействия городской территории с водным режимом и приводят к сокращению открытой части гидрологической сети.

Целью данной статьи является обращение внимания на значимость «синей» составляющей BGI, которая в российской градостроительной практике зачастую может рассматриваться как вторичная по отношению к «зелёной», и обоснование необходимости ее комплексного рассмотрения. А также выявление характера трансформации гидрологической сети в процессе градостроительного освоения и застройки периферийных территорий Санкт-Петербурга.

Основная часть и проблематика

Одной из проблем формирования водно-зеленого каркаса современных городов является утрата его водной составляющей. Существенные изменения естественной гидрологической сети могут нести за собой следующие последствия и проблемы.

1. **Нарушение гидрологического баланса и риски подтопления**
   Ликвидация открытых водотоков и сопутствующее увеличение водонепроницаемых покрытий влечет за собой запечатывание почв. Блокировка процессов естественной инфильтрации осадков в подземные водоносные горизонты трансформирует водный баланс территории. Происходит сокращение времени добега стока, при котором увеличивается объем поверхностного стока и повышается риск подтоплений. Нарушается естественное дренирования и блокируются пути естественной разгрузки подземных водоносных горизонтов, несущие за собой инженерно-строительные риски [1].
2. **Уменьшение биоразнообразия и экосистемного потенциала**
   В закрытой бетонной трубе без доступа солнечного света и кислорода река теряет способность к биологическому самоочищению за счет водорослей, донных отложений и бактерий. Исчезают места обитания городских птиц, амфибий и околоводной флоры [1].

В процессе градостроительного освоения малые гидрологические объекты могут изменяться несколькими способами. Среди основных форм трансформации можно выделить следующие случаи:

1. Сохранение водного объекта при изменении окружающей территории;
2. Частичная утрата отдельных участков водотока;
3. Изменение русла водотока;
4. Заключение в подземный коллектор;
5. Осушение или изменение рельефа.

Подобные процессы приводят к сокращению открытой части гидрологической сети и ее фрагментации [6, 8].

Обозначенная проблематика крайне актуальна для Санкт-Петербурга, а именно для периферийных территорий активного градостроительного освоения. Нивелирование застройщиками элементов гидросети (открытых дренажных каналов, аккумулирующих прудов) приводит к разрушению гидрологического каркаса [9, 10].

Результаты исследования

Для выявления характера трансформации гидрологической сети на окраинах Санкт-Петербурга предлагается анализ на основе сопоставления материалов разных временных периодов (аэроснимков территории, исторических карт).

Исторические карты позволяют определить положение водотоков и водоемов до интенсивного градостроительного освоения. Аэрофотосъемка дает возможность уточнить состояние территории в определенный период. Современные спутниковые снимки используются для определения текущего состояния территории.

Были использованы следующие источники, находящиеся в открытом доступе:

1. Топографическая карта Ленинградской области, 1991 г.;
2. Финская карта окрестностей Ленинграда времён Второй Мировой войны (1939 – 1942);
3. Немецкая аэрофотосъемка 1942 г.;
4. Архивные спутниковые снимки Google Earth.

Методика построения карты включала несколько последовательных этапов. Карты и снимки были наложены на современную карту Санкт-Петербурга с отдельно вынесенными существующими водными объектами. Наложение выполнялось с помощью функции геопривязки слоев в программе QGIS. Существующие водотоки были вынесены на карту из открытых баз данных OpenStreetMaps.

Далее историческая гидрологическая сеть векторизовалась и сопоставлялась с современным землепользованием. Для каждого объекта определялось его современное состояние.

1. Шушары (период активной застройки: 1980-е – 2010-е годы)

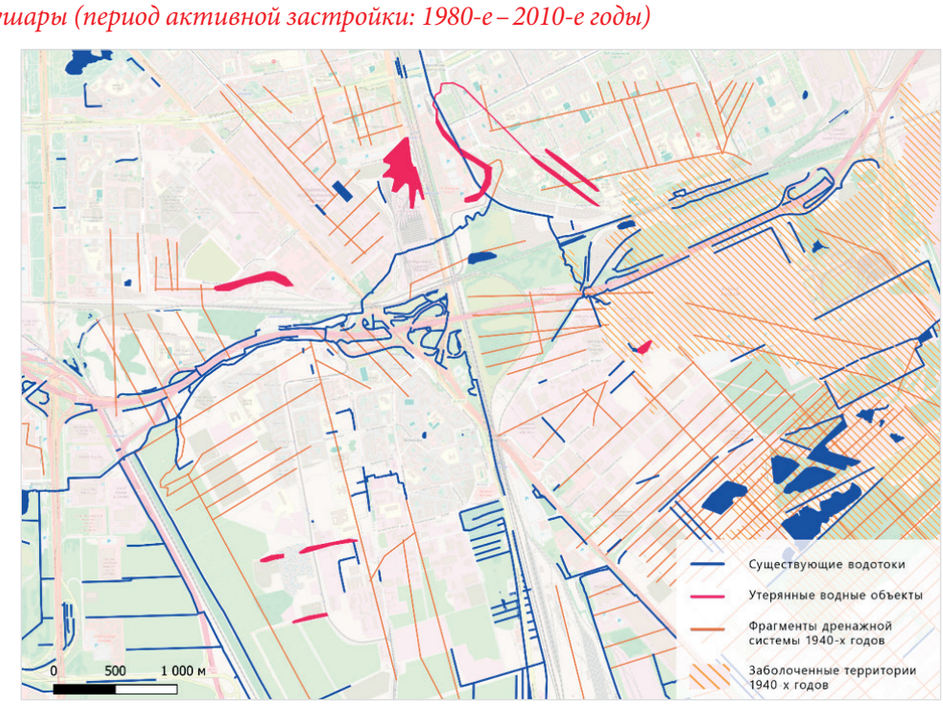

Рис. 1. Схема трансформации гидрологической сети в районе Шушар, Санкт-Петербург

В результате исследования были сформированы совмещенные схемы исторической и современной гидрологической сети, позволяющие определить основные участки ее трансформации. Для изучения были выбраны 3 периферийные территории Санкт-Петербурга, развивавшихся в разные временные периоды.

До интенсивного градостроительного развития территория Шушар имела преимущественно сельскохозяйственное использование. На заболоченных землях также велась добыча торфа. В дальнейшем территория была преобразована под промышленное и транспортное использование. Исторические материалы фиксируют наличие открытых каналов и развитой дренажной и мелиоративной сети, а также значительных площадей заболоченных территорий.

На схеме видно, что на бывших сельскохозяйственных территориях сохранились лишь фрагменты исторической сети дренажных каналов. Часть прудов и озёр была утрачена в процессе освоения территории, в том числе в связи со строительством транспортной сети и жилой застройки [10].

2. Север Фрунзенского района. Река Волковка. (период активной застройки 1960-е – 1970-е г.)

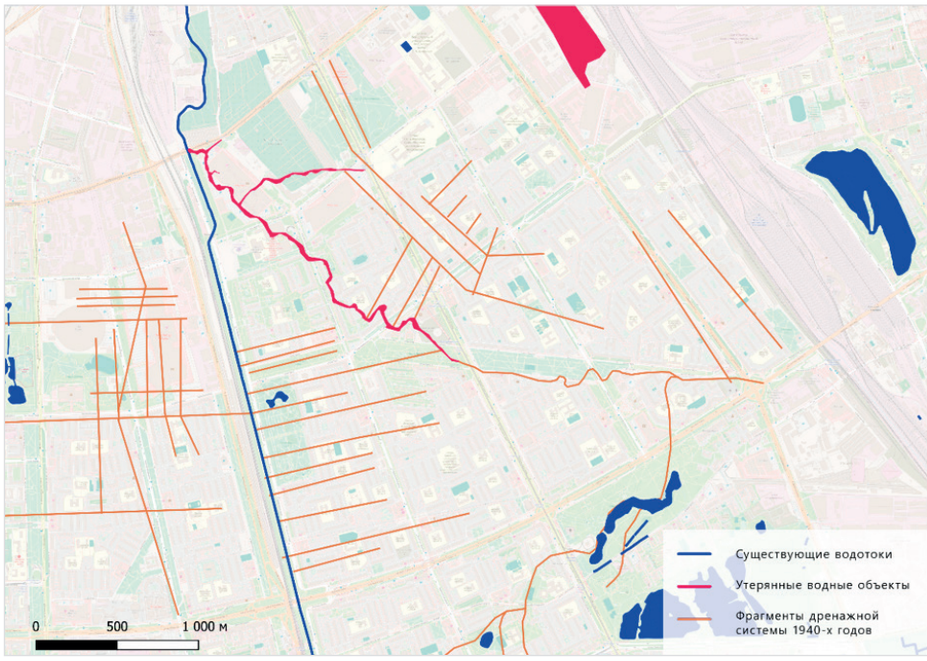

Рис. 2. Схема трансформации гидрологической сети в северной части Фрунзенского района Санкт-Петербурга

Другой характер трансформации гидрологической сети наблюдается на севере Фрунзенского района. До преобразований река Волковка (ранее Чёрная речка) проходила по естественному извилистому руслу. В 1960 – 1970-е гг. произошла масштабная трансформация территории. На исторических картах наблюдается естественное русло Волковки, впоследствии оно исчезает, и вместо него формируется спрямлённый Волковский канал. В1972 – 1973 гг. большая часть русла Волковки в северном Купчине была засыпана; сохранившиеся фрагменты старого русла впоследствии проявились в виде стариц и заболоченных участков [7].

Данный случай является примером изменения направления русла малой реки для освобождения места для застройки и транспортной инфраструктуры.

3. Пулковское шоссе (Период активной застройки 2020 – 2024 г.)



Рис. 3. Схема трансформации гидрологической сети в контексте новой застройки вдоль Пулковского шоссе, Санкт-Петербург

Территория исторически использовалась в сельскохозяйственных целях и была связана системой мелиорации. В 1951 году на реке Пулковке построили плотину и создали Пулковское водохранилище для орошения сельскохозяйственных полей.

На схеме прослеживаются фрагменты исторической мелиоративной системы. Пулковское водохранилище является наиболее крупным сохранившимся элементом. Гидрологическая система территории сохранилась крайне фрагментарно и постепенно вытесняется новой жилой застройкой.

Заключение

Проведенное исследование показывает, что трансформация малых гидрологических объектов является одним из факторов изменения водно-зеленого каркаса периферийных территорий Санкт-Петербурга. Реализация проектов массового жилищного строительства на месте бывших агропромышленных комплексов сопровождается деградацией исторически сформированных мелиоративных систем. Этот процесс является частью более масштабной проблемы сокращения природных территорий: по данным UN-Habitat, темпы роста потребления земель городами составляют 4,84% в год при росте городского населения на 2,18%, а к 2030 году может быть утрачено около 290 тыс. км² естественных местообитаний [4].

Сопоставление исторических и современных материалов позволило выявить различные формы преобразования гидрологической сети: частичную утрату ее фрагментов, изменение русел, заключение водотоков в коллекторы и исчезновение отдельных объектов.

Выявленные участки и характер их трансформации могут быть использованы в дальнейшем анали-

зе для определения потенциальных территорий восстановления отдельных гидрологических объектов с целью формирования более целостной гидрологической структуры в районах новой застройки.

Библиографический список

1. *Bell S., Fleming L. E., Grellier J., Kuhlmann F., Nieuwenhuijsen M. J., White M. P.* Urban Blue Spaces: Planning and Design for Water, Health and Well-Being. — 1-е изд. — London: Routledge, 2022. — 507 с.
2. *Gascon M., Zijlema W., Vert C., White M. P., Nieuwenhuijsen M. J.* Outdoor blue spaces, human health and well-being: A systematic review of quantitative studies // International Journal of Hygiene and Environmental Health. — 2017. — № 220. — С. 1207 – 1221.
3. *Ghofrani Z., Sposito V., Faggian R.* A Comprehensive Review of Blue-Green Infrastructure Concepts // International Journal of Environment and Sustainability. — 2017. — № 1. — С. 15 – 36.
4. UN-Habitat. Biodiverse and resilient cities: mainstreaming biodiversity and ecosystem services into urban and territorial planning [Электронный ресурс]. URL: https://unhabitat.org/sites/default/files/2024/11/hsp-eb-2024-inf-16-_biodiverse_resilient_cities-_res_2-4.pdf (дата обращения: 23.09.2026).
5. *Völker S., Kistemann T.* "I'm always entirely happy when I'm here!" Urban blue enhancing human health and well-being in Cologne and Düsseldorf, Germany // Social Science & Medicine. — 2013. — № 78. — С. 113 – 124.
6. *Zhao L., Li T., Przybysz A., Guan Y., Ji P., Ren B., Zhu C.* Effect of urban lake wetlands and neighboring urban greenery on air PM10 and PM2.5 mitigation // Building and Environment. — 2021. — № 206.
7. Волковка, которой нет // Купчино. Исторический район [Электронный ресурс]. URL: https://www.kupsilla.ru/volkovka_no.htm (дата обращения: 18.09.2026).
8. *Курочкина В. А.* Водные объекты как основа организации открытых общественных пространств и инструмент трансформации урбосистем // Вестник Евразийской науки. — 2020. — № 5.
9. *Садикова И. Б., Павловский А. А.* О водно-зеленом каркасе Санкт-Петербурга // Окружающая среда Санкт-Петербурга. — 2024. — № 4 (34). — С. 12 – 14.
10. *Юшковский В.* Город в сети водостоков. Как в Петербурге укрощают подземные воды // Санкт-Петербургские ведомости [Электронный ресурс]. URL: https://spbvedomosti.ru/news/gorod/gorod-v-seti-vodostokov-kak-v-peterburge-ukroshchayut-podzemnye-vody/ (дата обращения: 15.09.2026).
11. *Соловьева А. Ю., Торопкина М. А.* Устойчивое управление ливневыми стоками: потенциал зеленой инфраструктуры мегаполиса на примере г. Санкт-Петербурга // Системные технологии. 2025. № 4 (57).
12. *Гарголина К. В., Качаев А. Е.* Прогнозирование устойчивости берегового укрепления в период половодья методом математического планирования эксперимента // Системные технологии. 2026. № 3 (60). С. 74 – 85.
13. *Сальков Н. А., Дмитриев И. К., Мельник О. В.* Вопросы комплексного использования водных ресурсов СССР в 60-х годах XX века // Системные технологии. 2026. № 59. С. 40 – 46.
14. *Житнухина А. П., Коржемпо Я. А.* Архитектура венских газометров: сохранение истории через модернизацию // Системные технологии. 2025. № 4 (57). С. 108 – 115. DOI: 10.48612/dnitii/2025_57_108-115.

SMALL HYDROLOGICAL FEATURES AS PART OF THE BLUE-GREEN INFRASTRUCTURE OF A MODERN CITY

E. M. Deviatykh
M. A. Toropkina

St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint-Petersburg

Abstract

Under conditions of intensive urbanization, the problem of preserving the hydrological network is becoming increasingly relevant. The transformation of small hydrological features leads to the reduction and fragmentation of the "blue" component of the blue-green infrastructure. The article examines changes in the hydrological network in the peripheral areas of Saint Petersburg based on a comparison of historical and contemporary cartographic and aerial photographic materials.

The Keywords

Blue-green infrastructure, blue infrastructure, grey infrastructure, small hydrological features, hydrological network, urbanization, historical and cartographic analysis.

Date of receipt in edition

08.10.2026

Date of acceptance for printing

09.10.2026

Ссылка для цитирования:

Е. М. Девятых, М. А. Торопкина. Малые гидрологические объекты как часть водно-зеленого каркаса современного мегаполиса. — Системные технологии. — 2026. — № 3 (60). — С. 204 – 210.