

Особенности градостроительной модели комплексного планирования и проектирования береговых территорий малых рек в крупных городах

Н.В. Данилина¹, Е.В. Котлярова²

¹Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет, Москва

²Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Статья посвящена разработке градостроительной модели комплексного планирования и проектирования береговых территорий малых рек в крупных городах, которая бы включала в себя группы экологических, экономических, социальных и функциональных факторов и их взаимосвязь, элементы базовой модели структурной организации компонентов и типов застройки поселений региона, а также планируемые к расчету экологические, экономические, социальные и функциональные критерии. При этом отмечено, что вопрос комплексного планирования и проектирования береговых территорий малых рек в общей структуре городской среды обусловлен тем, что, в отличие от других территориальных зон, они являются одновременно частью природно-экологического каркаса и неотъемлемым элементом транспортно-планировочного, что графически представлено в статье. В результате авторы разработали градостроительную модель, в которой различные группы факторов графически связаны с элементами природно-экологического и транспортно-планировочного каркасов, а также системами инженерного обеспечения и функциональными зонами города. Также в модели отображено объединение факторов в эколого-функциональную и социально-экономическую группы. Взаимосвязь между группами факторов и элементами функциональной структуры города основана на базовой модели структурной организации компонентов и типов застройки поселений региона. На следующем этапе авторами запланирована разработка методологии комплексного территориального планирования и проектирования береговых территорий городских (малых) рек на основании многокритериального анализа.

Ключевые слова: водно-зеленый каркас, городская среда, градостроительная модель, береговые территории, малые реки, урбанизированные территории

В настоящее время для крупных городов Российской Федерации существует проблема грамотного научно-обоснованного использования береговых территорий малых рек, а также нормативно закреплённый порядок учета групп факторов, характеризующих подобные пространства. Научная работа на тему градостроительного планирования и проектирования береговых территорий малых рек с учетом социально-экономических и эколого-функциональных факторов позволит представить соответствующие рекомендации с возможностью их дальнейшего практического применения.

На ранее выполненных этапах исследования были установлены противоречия между существующим в градостроительстве подходом и необходимостью изменений и внедрения комплексного этапного подхода для их планирования и проектирования [1]. Также нами было установлено, что применяемые сейчас аспекты территориального планирования и проектирования береговых территорий малых рек не основаны на комплексном этапном подходе, что препятствует повсеместному созданию непрерывных линейных объектов вдоль малых рек крупных городов [2].

Актуальность исследования подтверждает растущий интерес профессионального сообщества к цифровизации строительной отрасли через модели для прогнозирования решений на различных уровнях – от проектирования отдельных объектов капитального строительства [3, 4] до расчета ветрового режима [5] и мониторинга влияния городских морфологических характеристик на возникновение «тепловых островов» [6, 7]. Кроме того, широкое распространение получает использование различных методов факторного анализа с учетом социальных характеристик городских сообществ на пути к формированию устойчивого «умного» города [8].

Кроме того, своевременность тематики комплексного планирования и проектирования подтверждается связанностью со стратегическими задачами нашей страны и действующими Федеральными проектами, а также некоторыми пунктами новой Стратегии пространственного развития РФ на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года. Таким образом, становится недопустимым отсутствие комплексного подхода к освоению береговых территорий малых рек крупных городов, количество которых также подтверждено проведенными исследованиями [2].

Возникновение вопроса комплексного планирования и проектирования береговых территорий малых рек в общей структуре городской среды

обусловлено тем, что, в отличие от других территориальных зон, они являются одновременно частью природно-экологического каркаса и неотъемлемым элементом транспортно-планировочного (см. Рис. 1). Природно-экологический каркас представляет собой непрерывное взаимодействие компонентов окружающей среды с антропогенными элементами, а береговые территории малых рек являются неотъемлемой его частью. Транспортно-планировочный каркас отличается антропогенным происхождением и включает в себя аспекты функционального зонирования при линейной взаимосвязи между отдельными элементами городской среды как в виде транспортных потоков, так и в качестве составляющих инженерной инфраструктуры. Идея непрерывных парков при этом становится очевидным преимуществом для формирования дополнительных транспортных артерий и пешеходных коммуникаций в городской среде.

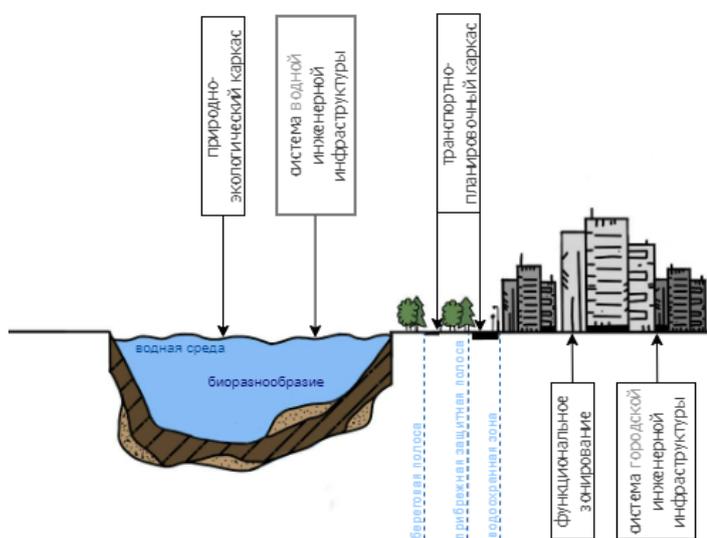


Рис. 1. Береговые территории малых рек в городской среде

На структурной схеме береговых территорий городских (малых) рек крупных городов, представленной на рисунке 2, графически отображено их взаимодействие с такими элементами функциональной структуры города, как функциональные зоны, элементы природно-экологическим и транспортно-

планировочным каркасами а также системой инженерного обеспечения, включающей в себя систему поверхностного водоотвода, электроснабжение, городское освещение, сети связи, а также водоснабжение в виде системы полива.



Рис. 2. Структурная схема береговых территорий городских (малых) рек крупных городов в городе

Разработка теоретических подходов в градостроительстве, представляющих город как сложный динамический объект, непрерывно развивающийся в пространстве и времени и включающий в себя социальные факторы, началась еще несколько десятилетий назад [9]. С развитием технологий пространственные модели поселений стали дополняться данными геоинформационных систем и пространственного анализа, а также учитывать в них основные климатические параметры, в частности, площадь растительного покрова относительно площади застройки [10, 11]. Важным аспектом является также возможность подключать искусственный интеллект на этапе анализа данных и проработки дальнейших решений [12-14], поэтому

искомая градостроительная модель должна быть максимально содержательной.

Таким образом, реализация задач в рамках системного подхода при градостроительном планировании и проектировании береговых территорий возможна только с учетом экологических, экономических, социальных и функциональных факторов по соответствующим группам:

- *экологические факторы*, характеризующие территориальное размещение соответствующих водных объектов; наличие источников антропогенного загрязнения на прилегающей к ним территории; проведение мониторинга и программ по очистке, сохранению биоразнообразия и берегоукреплению; наличие и состояние зеленых насаждений; объем поступающих в водный объект поверхностных сточных вод, а также информация по биоразнообразию, мониторингу качества воды и донных отложений;

- *экономические факторы*, характеризующие платежи, отчисления и иные выплаты в городской бюджет; обязательства инвестиционного характера, направленные на развитие социальной сферы и экономическое развитие города; арендная плата; эколого-экономический ущерб от отсутствия береговых территорий малых рек в структуре хозяйственно-экономической деятельности города;

- *социальные факторы*, характеризующие инфраструктуру территории сейчас и в перспективе; комфортность условий жизнедеятельности населения прилегающих территорий; благоустроенность соответствующих общественных пространств; уровень индекса качества городской среды; участие территорий в федеральных проектах и программах;

- *функциональные факторы*, характеризующие инженерно-геодезические условия береговых территорий (рельеф и т.д.), инженерно-геологические и гидрогеологические, определяющие наличие и характер

гидротехнических сооружений на водном объекте, а также изменение условий использования территорий. При этом, большое значение имеет специфика инженерных изысканий, а именно что должно быть выявлено в результате, влияющее на методы комплексного инженерного благоустройства. Если рассматривать малую реку, как инженерно-гидрологический объект, то необходимо понимать, как функционирует в городе система водоотведения и как она на нее влияет, какие гидросооружения присутствуют на реке и какие функции они несут, возможно ли построение гидрологической модели.

Разработанная нами градостроительная модель комплексного планирования и проектирования береговых территорий малых рек крупных городов на рис. 3 графически показывает взаимосвязь между группами факторов и элементами функциональной структуры города с учетом базовой модели структурной организации компонентов и типов застройки поселений региона, представленной в работе [15]. Путем объединения этих сведений с полученными ранее в рамках работы по повышению экологической безопасности урбанизированных территорий [16] была составлена представленная ниже модель.

Так, *экологические* факторы в представленной нами модели представлены преимущественно при взаимодействии с элементами природно-экологического каркаса и функциональными зонами города, *функциональные* – с элементами природно-экологического каркаса и системы инженерного обеспечения, *экономические* – с элементами транспортно-планировочного каркаса и системы инженерного обеспечения, а *социальные* – с элементами транспортно-планировочного каркаса и функциональными зонами.

Кроме того, градостроительная модель на рис. 3 графически отображает факт объединения факторов в эколого-функциональную и социально-

последующего включения их в многокритериальный анализ с последующим выбором сценариев использования.

Хотя проблема территориального планирования и проектирования городских территорий становится все более актуальной в научных работах, включая предложения по составлению гибридных моделей с акцентом на группы объектов, в которых технологии по восполнению природы и взаимодействию с водными элементами и осадками стабилизируют структуру природно-инженерного каркаса города [17], можно утверждать о становлении этого научного направления в контексте береговых территорий городских (малых) рек и начале формирования для него соответствующего методологического обеспечения.

В этой связи для дальнейшего совершенствования методологии территориального планирования и проектирования береговых территорий городских (малых) рек становится необходимой разработка методики принятия решений на основании многокритериального анализа, включающей в себя анализ места расположения объекта отдельно по группам экологических, экономических, социальных и функциональных факторов с последующей систематизацией полученных данных, сопоставление их с исходными параметрами для конкретных условий, структурирование полученных данных по группам эколого-функциональных факторов в качестве ограничений и социально-экономических как оснований для выбора сценариев. После этого может быть выполнен переход от факторов к критериям для планирования и проведения проектного эксперимента.

Таким образом, было установлено, что возникновение вопроса комплексного планирования и проектирования береговых территорий малых рек в общей структуре городской среды обусловлено тем, что, в отличие от других территориальных зон, они являются одновременно частью природно-экологического каркаса и неотъемлемым элементом транспортно-

планировочного, а также была обоснована актуальность необходимости построения градостроительной модели комплексного планирования и проектирования береговых территорий городских (малых) рек.

По результатам исследования была предложена градостроительная модель комплексного планирования и проектирования береговых территорий городских (малых) рек, включающая в себя группы факторов и их взаимосвязь, элементы базовой модели структурной организации компонентов и типов застройки поселений региона, а также планируемые к расчету экологические, экономические, социальные и функциональные критерии.

На следующем этапе мы планируем разработать и представить методологию комплексного территориального планирования и проектирования береговых территорий городских (малых) рек на основании многокритериального анализа, которая будет способствовать повсеместному включению береговых территорий малых рек в хозяйственно-экономическую деятельность крупных городов и внедрять актуальные социально-ориентированные приемы градостроительной практики [18-20].

Литература

1. Kotlyarova E., Oleynikova P., Basistaya S. Coastal territories of small rivers in the context of the modern landscape architecture development // E3S Web Conf. Innovative Technologies for Environmental Science and Energetics (ITESE-2024). Volume 583, 2024. DOI: 10.1051/e3sconf/202458302008
2. Котлярова Е. В., Басистая С.П. Проблемы территориального планирования и проектирования береговых территорий малых рек крупных городов // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2024. - №4 (48). – С. 41-51. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.4.41-51
3. Зубарев К. П., Бородулина А.И., Галлямова А.Р. Теоретические и экспериментальные методы определения сопротивления теплопередаче.

Обзор литературы // Строительные материалы. – 2021. – № 6. – С. 9-14.
DOI: 10.31659/0585-430X-2021-792-6-9-14

4. Зубарев К. П. Использование дискретно-континуального подхода к решению уравнения нестационарного влагопереноса в многослойных стенах зданий // Международный журнал по расчету гражданских и строительных конструкций. – 2021. – Том 17. – № 2 – С. 50-57. DOI:10.22337/2587-9618-2021-17-2-50-57

5. Blocken B., Stathopoulos T., Van Beeck J.P.A.J. Pedestrian-level wind conditions around buildings: Review of wind-tunnel and CFD techniques and their accuracy for wind comfort assessment / Building and Environment. 100, 50–81 (2016). DOI:10.1016/j.buildenv.2016.02.004

6. Yang Jun, Yang Yuxin, Sun Dongqi, Jin Cui, Xiao Xiangming. Influence of urban morphological characteristics on thermal environment / Sustainable Cities and Society, 72, 103045 (2021). DOI:10.1016/j.scs.2021.103045

7. Le Minh Tuan, Bakaeva Natalia, Danilina Nina and Hoang Thi Van Anh. Method of identifying urban heat islands by remote sensing based on big data / E3S Web of Conferences, 05007 (2023). DOI:10.1051/e3sconf/202340305007

8. Danilina Nina, Majorzadehzahiri Alireza. Impact of smart city on formation of a sustainable social smart city / AIP Conference Proceedings, 2791, 050025 (2023) DOI: 10.1063/5.0143458

9. Береговских А. Н. Методологические основы для разработки инновационных инструментов градостроительного планирования // Академический Вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН. – 2025. - № 1(64). – С. 15-21. DOI: 10.25628/UNIIP.2025.64.1.020

10. Tian Yunzhi, Jiang Yi. Research on urban landscape accessibility assessment model based on GIS and spatial analysis // GeoJournal. Spatially integrated social Sciences and Humanities. – 2025. – Vol. 90. – No. 67. DOI: 10.1007/s10708-025-11310-y

11. Smith Pamela, Blanco Estela, Sarricolea Pablo, Peralta Orlando, Thomas Felipe. Urban climate simulation model to support climate-sensitive planning decision making at local scale // Journal of Urban Management. – 2025. – Vol. 14. – No. 1. DOI: 10.1016/j.jum.2024.11.003

12. Anwar Muhammad Rehan, Sakti Lintang Dwi. Integrating Artificial Intelligence and Environmental Science for Sustainable Urban Planning // IAIC Transactions on Sustainable Digital Innovation. – 2024. – Vol. 5. – No. 2. DOI: 10.34306/itsdi.v5i2.666

13. Xiang Xiaojun, Li Qiong, Khan Shahnawaz, Khalaf Osamah Ibrahim. Urban water resource management for sustainable environment planning using artificial intelligence techniques / Environmental Impact Assessment Review, 86, 106515 (2021). DOI: 10.1016/j.eiar.2020.106515

14. Peng Zhong-Ren, Lu Kai-Fa, Zhai Wei. The Pathway of Urban Planning AI: From Planning Support to Plan-Making // Journal of Planning Education and Research. – 2023. – Vol. 44. – No. 4. DOI: 10.1177/0739456X231180568

15. Алексеев Ю. В. Единая методологическая база профессиональной деятельности в строительной отрасли: монография. – Москва: Издательство АСВ. – 2025. – 630 с.

16. Kotlyarova E. Basic scientific principles of improving the methodology for the assessment of the level of environmental safety of urbanized territories // AIP Conference Proceedings, 2560, 020010 (2023) DOI: 10.1063/5.0124786

17. Зайкова Е. Ю. Гибридные модели в структуре природно-инженерного каркаса города. Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2024. – 26(4). DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-4-44-61

18. Bickler G., Morton S., Menne B. Health and sustainable development: An analysis of 20 European voluntary national reviews. *Public Health*, 180, 180–184 (2020). DOI: 10.1016/j.puhe.2019.10.020

19. Lin Tao, Qian Wenhao, Wang Hongwei, Feng Yu. Air Pollution and Workplace Choice: Evidence from China / *Environmental Research and Public Health*, 19 (14), 8732 (2022). DOI: 10.3390/ijerph19148732

20. Lu Da, Lu Yihe, Gao Guangyao. A landscape persistence-based methodological framework for assessing ecological stability / *Environmental Science and Ecotechnology*, 17, 100300 (2024). DOI: 10.1016/j.es.2023.100300

References

1. Kotlyarova E., Oleynikova P., Basistaya S. E3S Web Conf. Innovative Technologies for Environmental Science and Energetics (ITESE-2024). Volume 583, 2024. DOI: 10.1051/e3sconf/202458302008

2. Kotlyarova E. V., Basistaya S.P. Biosfernaya sovместimost': chelovek, region, texnologii. 2024. №4 (48). pp. 41-51. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.4.41-51

3. Zubarev K. P., Borodulina A.I., Gallyamova A.R. Stroitel'ny'e materialy`. 2021. № 6. pp. 9-14. DOI: 10.31659/0585-430X-2021-792-6-9-14

4. Zubarev K. P. Mezhdunarodny`j zhurnal po raschetu grazhdanskix i stroitel'ny`x konstrukcij. 2021. Tom 17. № 2. pp. 50-57. DOI:10.22337/2587-9618-2021-17-2-50-57

5. Blocken B., Stathopoulos T., Van Beeck J.P.A.J. *Building and Environment*. 100, 50–81 (2016). DOI:10.1016/j.buildenv.2016.02.004

6. Yang Jun, Yang Yuxin, Sun Dongqi, Jin Cui, Xiao Xiangming. *Sustainable Cities and Society*, 72, 103045 (2021). DOI:10.1016/j.scs.2021.103045

7. Le Minh Tuan, Bakaeva Natalia, Danilina Nina and Hoang Thi Van Anh. Method of identifying urban heat islands by remote sensing based on big data / *E3S Web of Conferences*, 05007 (2023). DOI:10.1051/e3sconf/202340305007

8. Danilina Nina AIP Conference Proceedings, 2791, 050025 (2023). DOI: 10.1063/5.0143458
 9. Beregovskix A. NAKademicheskij Vestnik URALNIIPROEKT RAASN. 2025. № 1(64). pp. 15-21. DOI: 10.25628/UNIIP.2025.64.1.020
 10. Tian Yunzhi, Jiang Yi. GeoJournal. Spatially integrated social Sciences and Humanities. 2025. Vol. 90. No. 67. DOI: 10.1007/s10708-025-11310-y
 11. Smith Pamela, Blanco Estela, Sarricolea Pablo, Peralta Orlando, Thomas Felipe. Journal of Urban Management. 2025. Vol. 14. No. 1. DOI: 10.1016/j.jum.2024.11.003
 12. Anwar Muhammad Rehan, Sakti Lintang Dwi. IAIC Transactions on Sustainable Digital Innovation. 2024. Vol. 5. No. 2. DOI: 10.34306/itsdi.v5i2.666
 13. Xiang Xiaojun, Li Qiong, Khan Shahnawaz, Khalaf Osamah Ibrahim. Environmental Imract Assessment Review, 86, 106515 (2021). DOI: 10.1016/j.eiar.2020.106515
 14. Peng Zhong-Ren, Lu Kai-Fa, Zhai Wei. Journal of Planning Education and Research. 2023. Vol. 44. No. 4. DOI: 10.1177/0739456X231180568
 15. Alekseev Yu. V. Edinaya metodologicheskaya baza professional'noj deyatel'nosti v stroitel'noj otrasli: monografiya. [Unified methodological base of professional activity in the construction industry: monograph]. Moskva: Izdatel'stvo ASV. 2025. 630 p.
 16. Kotlyarova E. AIP Conference Proceedings, 2560, 020010 (2023). DOI: 10.1063/5.0124786
 17. Zajkova E. Yu. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arxitekturno-stroitel'nogo universiteta. 2024. 26(4). DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-4-44-61
 18. Bickler G., Morton S., Menne B. Public Health, 180, 180–184 (2020). DOI: 10.1016/j.puhe.2019.10.020
-



19. Lin Tao, Qian Wenhao, Wang Hongwei, Feng Yu. Environmental Research and Public Health, 19 (14), 8732 (2022). DOI: 10.3390/ijerph19148732

20. Lu Da, Lu Yihe, Gao Guangyao. Environmental Science and Ecotechnology, 17, 100300 (2024). DOI: 10.1016/j.ese.2023.100300.

Дата поступления: 1.08.2025

Дата публикации: 25.09.2025