

Е. В. ЩЕРБИНА
И. В. КУЗНЕЦОВ

АНАЛИЗ ПЛОТНОСТИ ЗАСТРОЙКИ НА ТЕРРИТОРИЯХ КРУПНЫХ И КРУПНЕЙШИХ ГОРОДОВ ПОВОЛЖЬЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

GIS-BASED ANALYSIS OF BUILDING DENSITY IN THE TERRITORIES
OF LARGE CITIES AND MEGAPOLISES OF THE VOLGA REGION

Современная градостроительная ситуация характеризуется необходимостью обоснования работ по реорганизации, комплексному развитию и реновации территорий крупных и крупнейших городов Поволжья, что требует разработки новых методических подходов к их решению. В этом аспекте анализ распределения плотности застройки, как одного из значимых градостроительных показателей, даёт возможность создания системного подхода к решению обозначенных градостроительных задач. С использованием предложенной методики, основанной на применении инструментария географических информационных систем, проведена оценка распределения плотности застройки таких городов Поволжья, как Ярославль, Нижний Новгород, Чебоксары, Казань, Ульяновск, Тольятти, Самара, Саратов, Волгоград, Астрахань, проиллюстрированная «мозаичным» распределением этого параметра. Сопоставление данных с результатами, имеющимися в открытых источниках и полученными ранее другими методами, показало, что предложенная методика позволяет достичь необходимую точность измерения и уровень верификации данных.

Ключевые слова: пространственная организация, градостроительная реорганизация, зона планировочного влияния, плотность застройки, коэффициент плотности застройки, геоинформационные системы, ГИС-анализ

Введение. Современная градостроительная ситуация характеризуется необходимостью проведения работ по реорганизации, комплексному развитию и реновации городских территорий, что определяет необходимость разработки новых методических подходов к их решению [1]. В этом аспекте анализ распределения плотности застройки, как одного из значимых градостроительных показателей, с использованием геоинформационных систем (далее – ГИС), определяет актуальность данного исследования [2–4].

Объектом проведённого исследования являются городские территории, в которых наиболее подробно исследованы зоны планиро-

The current urban planning situation is characterised by the need to justify the reorganisation, integrated development and renovation of the territories of the large cities and megapolises of the Volga region, which requires the development of new methodological approaches to their solution. In this aspect, the analysis of building density distribution, as one of the significant urban planning indicators, makes it possible to create a systematic approach to solving the identified urban planning problems. Using the proposed methodology, based on the application of geographic information systems tools, we have assessed the distribution of building density of such cities of the Volga region as Yaroslavl, Nizhny Novgorod, Cheboksary, Kazan, Ulyanovsk, Togliatti, Samara, Saratov, Volgograd and Astrakhan, illustrated by the mosaic distribution of this parameter. Comparison of the data with the results available in open sources and previously obtained by other methods showed that the proposed methodology allows achieving the necessary measurement accuracy and level of data verification.

Keywords: spatial organisation, urban reorganisation, planning influence zone, building density, building density coefficient, geographic information systems, GIS analysis

вочного влияния железнодорожных вокзалов (для удобства авторами для понятия «зона планировочного влияния железнодорожных вокзалов» введена аббревиатура ЗПВ ЖДВ), которые представляют собой ценный территориальный ресурс [5]. Термин введён для дифференциации с понятием полосы отвода железной дороги [6–8] и существующим в отечественной нормативно-правовой базе термином «привокзальная территория» [9], трактующимся как «территория, прилегающая к железнодорожному вокзалу с подъездами и подходами к железнодорожному вокзалу, остановочными пунктами общественного и индивидуального транспорта,

местами парковки, автостоянками, элементами благоустройства»¹. Для целей данного исследования в качестве объекта исследования были взяты более широкие пространственные границы, нежели заложенные в ГОСТе, с целью включить в них гражданскую (жилую и общественную) застройку города [10].

В современных условиях территории в ЗПВ ЖДВ требуют разработки новых подходов и методик градостроительного анализа для принятия решений по повышению эффективности их использования и реновации [11, 12]. Следует отметить многофакторность поставленной задачи, большое значение среди факторов которой имеет плотность застройки, характеризуемой показателем – коэффициент плотности застройки.

Материалы и методы. Аналитическая работа проводилась с использованием инструментария ГИС QGIS, являющегося эффективным инструментом, применяющимся для «устойчивого» развития городских территорий [3, 13], и баз пространственных данных городов, составляющих географические границы исследования. В работе были использованы данные открытых источников, научно-техническая и нормативная литература, материалы федеральной государственной информационной системы территориального планирования (ФГИС ТП). Коэффициент плотности застройки определяется как «отношение суммарной поэтажной площади зданий и сооружений к площади территории»², а в случае конкретного исследования – к площади участков территории в структуре метрической сетки 200 x 200 м, и рассчитывается по формуле

$$K_{ПЗ} = \frac{S_0}{S_T}, \quad (1)$$

где $K_{ПЗ}$ – коэффициент плотности застройки; S_0 – суммарная поэтажная площадь зданий и сооружений; S_T – площадь территории.

Результаты исследования. В качестве исходных данных были использованы географические данные, полученные из открытых источников, в том числе из OpenStreetMap, и обладающие информацией, в том числе, об этажности застройки анализируемых городов.

Для подсчёта необходимых значений коэффициента плотности застройки было необходимо рассчитать недостающие данные, такие как общая площадь застройки. Для этого был выбран следующий алгоритм работы в QGIS.

¹ ГОСТ 33942-2016. Межгосударственный стандарт. Услуги на железнодорожном транспорте. Обслуживание пассажиров. Термины и определения.

² СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.

В первую очередь с применением формулы (2) с округлением полученных значений до одного знака после запятой была рассчитана общая площадь:

$$\text{round}(\$area * "floors", 1), \quad (2)$$

где $area$ и $floors$ – параметры слоя из атрибутивной таблицы, включающего застройку, обладающие информацией о площади застройки и её этажности.

С помощью инструмента «Create grid» была построена метрическая сетка с шагом 200 м, захватывающая всю застройку города в его границах.

Каждой ячейке метрической сетки с помощью инструмента «Join attributes by location (summary)» в атрибутивной таблице была присвоена информация из слоя, включающего застройку, о её общей площади, расположенной в границах каждой ячейки.

При помощи калькулятора полей был рассчитан коэффициент плотности застройки по формуле (3), соответствующей формуле (1):

$$"area_sum"/\$area, \quad (3)$$

где $area_sum$ и $area$ – параметры слоя из атрибутивной таблицы, включающего застройку, обладающие информацией об общей суммарной площади застройки и о площади ячейки метрической сетки, равной 40 тыс. м².

Последним шагом численные данные при помощи символизации по диапазонам значений были колоризованы и представлены в виде графических схем (рис. 1).

Анализ полученной графической информации показывает, что во всех исследованных городах отмечается «мозаичное» распределение коэффициента плотности застройки, однако за исключением некоторых городов, таких как Казань, прослеживается тенденция его увеличения с приближением к центральному железнодорожному вокзалу. Коэффициент плотности застройки изменялся от 0,2 и ниже (светло-серый) до значений, превышающих 3,0 (тёмно-серый), как представлено на рис. 1. Распределение плотности застройки формировалось в процессе градостроительного развития, а также связано с периодом индустриального строительства многоквартирных жилых домов и новейшим периодом девелопмента [8].

Очевидно, что в большинстве случаев проиллюстрированные в схемах значения коэффициентов плотности застройки не противоречат значениям, приведённым в таблице Б.1 «Показатели плотности застройки функцио-

нальных зон» приложения Б к своду правил СП 42.13330.2016, а именно 3, 0 – для многофункциональной застройки общественно-деловой зоны, 1, 2 – для застройки многоэтажными многоквартирными жилыми зданиями жилой зоны и 0, 8 – для застройки многоквартирными жилыми зданиями малой и средней этажности жилой зоны. Следует также отметить, что, согласно абзацу 3 примечания 1 к таблице Б.1 приложения Б к своду правил СП 42.13330.2016, при комплексном развитии жилой и нежилой застройки коэффициент плотности застройки

в пределах территории допускается увеличивать до 1, 6, что побуждает к уплотнению существующей застройки в рамках комплексного развития территорий, предусмотренного правилами землепользования и застройки избранных для анализа городов Поволжья (рис. 2).

Заключение и обсуждение. В статье представлены промежуточные итоги очередного этапа исследовательской работы, посвящённой исследованию особенностей городских территорий, расположенных в ЗПВ ЖДВ. Иллюстрацией проведённого этапа исследования стало

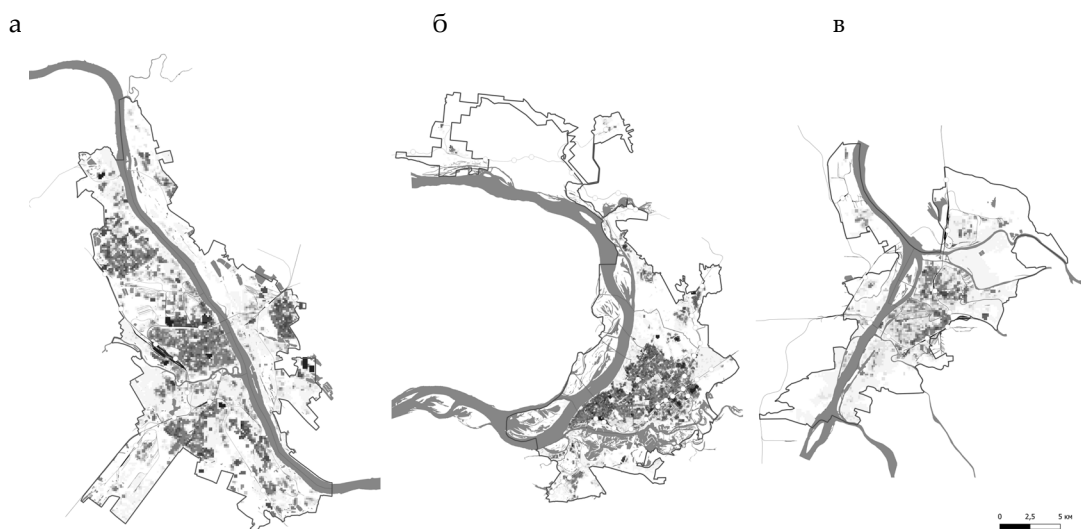


Рис. 1. Показатели коэффициента плотности застройки, рассчитанные в ГИС QGIS по метрической сетке 200 x 200 м (схемы авторов): а – в Ярославле; б – в Самаре; в – в Астрахани

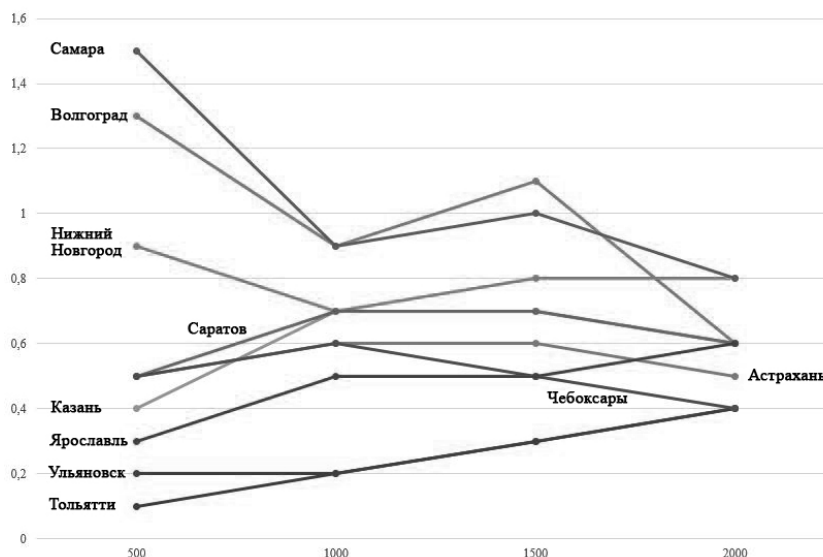


Рис. 2. Сравнительный график значений коэффициентов плотности застройки на расстоянии 500, 1000, 1500 и 2000 м от центрального железнодорожного вокзала крупных и крупнейших городов Поволжья (график авторов)

сравнение показателей коэффициентов плотности застройки, характерных для территорий в ЗПВ ЖДВ, а также зависимость плотности застройки от расстояния до железнодорожного вокзала (см. рис. 2).

Следует отметить, что существует резерв для уплотнения существующей застройки в рамках комплексного развития территорий (которое является одним из ключевых направлений «устойчивого» градостроительного развития поселений, которое осуществляется для повышения эффективности использования территорий и градостроительной реорганизации застроенных территорий), позволяющий вносить рекомендации по корректировке градостроительных регламентов отдельных территориальных зон и подзон на уровне градостроительного зонирования крупных и крупнейших городов [11, 14].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахмедова Е.А., Кудеров Л.Л., Ахмедов Х.А. Проблемы пространственной реорганизации промышленных зон в крупнейших городах (на примере города Самары) // Вестник Волжского регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. 2018. № 21. С. 111–117.
2. Каракова Т.В. Проектные задачи с использованием математических методов // Математические методы в архитектуре и дизайне: материалы межвузовской научной конференции, 15 мая 2012 года. Самара: СГАСУ, 2013. С. 19–22.
3. Коробейникова А.Е. Использование геоинформационных технологий для решения задач городского планирования // Устойчивое развитие территорий: сборник докладов V Международной научно-практической конференции. М.: МИСИ-МГСУ, 2023. С. 82–87.
4. Семенов А.С. Анализ градостроительных характеристик жилых кварталов города Молодечно с помощью ГИС-технологий // Геодезия, картография, кадастр, ГИС – проблемы и перспективы развития: материалы Международной научно-технической конференции: в 2ч. Новополюк: Полоцкий государственный университет, 2016. Ч. 2. С. 68–78.
5. Кузнецов И.В., Щербина Е.В. Методические подходы по определению границ зоны планировочного влияния железнодорожных вокзалов // Устойчивое развитие территорий: сборник докладов IV Международной научно-практической конференции. М.: МИСИ-МГСУ, 2022. С. 161–165.
6. Лутченко С.И., Босак В.В. Развитие пространственно-рекреационного каркаса в густонаселенных жилых районах мегаполиса // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 2(47). С. 168–174. DOI: 10.17673/10.17673/Vestnik.2022.02.21.
7. Попов А.В., Никитина А.А. Архитектурно-градостроительная трансформация полосы отвода железной дороги и прилегающей санитарно-защитной зоны // Экология урбанизированных территорий. 2022. № 4. С. 78–84. DOI: 10.24412/1816-1863-2022-4-78-84.
8. Никитина А.А. Пути развития полосы отвода железной дороги и прилегающей санитарно-защитной зоны // Дни студенческой науки: сб. докладов. М.: Издательство МИСИ-МГСУ, 2022. С. 221–223.
9. Огнева М.А., Кулачковский В.Н. Железнодорожная сеть в структуре города и ее влияние на организацию пассажирского транспортного терминала // Архитектура, строительство, транспорт. 2023. № 2(104). С. 6–15. DOI: 10.31660/2782-232X-2023-2-6-15.
10. Щербина Е.В., Кузнецов И.В. Особенности территорий, расположенных в зоне планировочного влияния железнодорожных вокзальных комплексов. На примере крупнейших поволжских городов // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и градостроительство: сб. статей. Самара: СамГТУ, 2022. С. 323–330.
11. Кузнецов И.В. Некоторые вопросы градостроительной реорганизации территорий в зоне планировочного влияния железнодорожных вокзалов / науч. рук. Е.В. Щербина // Наука, образование и экспериментальное проектирование: тезисы докладов: в 2 т. М.: МАрХИ, 2023. Т. 1. С. 313.
12. Барковский А.М., Трягова А.Н. Архитектурный анализ доступности среды железнодорожных вокзалов на примере станции Кинель Куйбышевской железной дороги // Градостроительство и архитектура. 2016. №3(24). С. 91–95. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.03.15.
13. Черкасов А.А., Махмудов Р.К., Соннев Н.В. Пространственный анализ городов и агломераций: интеграция технологий ГИС и Big Data // Наука. Инновации. Технологии. 2021. № 4. С. 95–112. DOI: 10.37493/2308-4758.2021.4.6.
14. Кузнецов И.В., Щербина Е.В. Задачи градостроительной реорганизации зоны планировочного влияния железнодорожных вокзалов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2022. № 11(767). С. 72–84. DOI: 10.32683/0536-1052-2022-767-11-72-84.

REFERENCES

1. Akhmedova E.A., Kuderov L.L., Akhmedov Kh.A. Problems of spatial reorganisation of industrial zones in the largest cities (on the example of the city of Samara). *Vestnik Volzhskogo regional'nogo otdelenija Rossijskoj akademii arhitektury i stroitel'nyh nauk* [Bulletin of the Volga regional branch of the Russian academy of architecture and construction sciences], 2018, no. 21, pp. 111–117. (in Russian)
2. Karakova T.V. Design problems using mathematical methods. *Matematicheskie metody v arhitekture i dizajne: materialy mezhvuzovskoj nauchnoj konferencii* [Mathematical methods in architecture and design: proceedings of the interuniversity scientific conference]. Samara, Samara State University of Architecture and Civil Engineering, 2013, pp. 19–22. (In Russian).
3. Korobeynikova A.E. Use of geoinformation technologies for solving urban planning problems. *Ustojchi-*

voe razvitie territorij: sbornik dokladov V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii [Sustainable development of territories: collection of reports of the V International scientific and practical conference]. Moscow, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), 2023, pp. 82–87. (In Russian).

4. Semenyuk A.S. Analysis of urban characteristics of residential blocks of Molodechno city with help of GIS-technologies. *Geodezija, kartografija, kadastr, GIS – problemy i perspektivy razvitija: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii* [Geodesy, cartography, cadastre, GIS – problems and prospects of development: proceedings of the international scientific and technical conference]. Novopolotsk: Euphrosyne Polotsk State University, 2016, part 2, pp. 68–78. (In Russian).

5. Kuznetsov I.V., Shcherbina E.V. Methodological approaches to determine the boundaries of the planning influence zone of railway stations. *Ustojchivoe razvitie territorij: sbornik dokladov IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii* [Sustainable development of territories: collection of reports of the International scientific and practical conference]. Moscow, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), 2022, pp. 161–165. (In Russian).

6. Lutchenko S.I., Bosak V.V. Development of spatial-recreational frame in dense residential areas of megapolis. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban construction and architecture], 2022, vol. 12, no. 2(47), pp. 168–174. (in Russian) DOI: 10.17673/10.17673/Vestnik.2022.02.21

7. Popov A.V., Nikitina A.A. Architectural and urban planning transformation of the railway right-of-way and adjacent sanitary protection zone. *Jekologija urbanizirovannyh territorij* [Ecology of urban areas], 2022, no. 4, pp. 78–84. (in Russian) DOI: 10.24412/1816-1863-2022-4-78-84

8. Nikitina A.A. Ways to develop the railway right-of-way and the adjacent sanitary protection zone. *Dni studentcheskoj nauki: sbornik dokladov nauchno-tehnicheskoy konferencii po itogam NIR studentov ISA NIU MGSU* [Days of student science: collection of reports of the scientific and technical conference on the results of research and development of students of ISA MSUCE (NRU)]. Moscow, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), 2022, pp. 221–223. (In Russian).

9. Ogneva M.A., Kulachkovskiy V.N. Railway network in the structure of the city and its role in organization of the passenger terminal. *Arhitektura, stroitel'stvo, transport* [Architecture, construction, transport], 2023, no. 2(104), pp. 6–15. (in Russian) DOI: 10.31660/2782-232X-2023-2-6-15

10. Shcherbina E.V., Kuznetsov I.V. Features of the territories located in the area of planning influence of railway station complexes (on the example of the megapolises of the Volga Region). *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Arhitektura i gradostroitel'stvo: sbornik statej 79-oj vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii* [Traditions and innovations in construction and architecture. Architecture and urban planning: collection of articles of the 79th all-Russian scientific and technical conference]. Samara, Samara State Technical University, 2022, pp. 323–330. (In Russian).

11. Kuznetsov I.V. Some issues of urban planning reorganisation of territories in the zone of planning influence of railway terminals. *Nauka, obrazovanie i jeksperimental'noe proektirovanie: tezis dokladov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, molodyh uchjonyh i studentov* [Science, education and experimental design: abstracts of the international scientific and practical conference of the faculty, young scientists and students]. Москва: Moscow Institute of Architecture (State Academy), 2023, vol. 1, p. 313. (In Russian).

12. Barkovsky A.M., Teryagova A.N. Architectural analysis of the accessibility of the environment of railway stations on the example of the Kinel station of the Kuibyshev railway. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban construction and architecture], 2016, no. 3(24), pp. 91–95. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2016.03.15

13. Cherkasov A.A., Maxmudov R.K., Sopnev N.V. Spatial analysis of cities and agglomerations: integration of GIS and Big Data technologies. *Nauka. Innovacii. Tehnologii* [Science. Innovation. Technologies], 2021, no. 4, pp. 95–112. (in Russian) DOI: 10.37493/2308-4758.2021.4.6

14. Kuznetsov I.V., Shcherbina E.V. Challenges for the urban reorganisation of the planning impact zone of railway stations. *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Stroitel'stvo* [News of higher educational institutions. Construction], 2022, no. 11(767), pp. 72–84. (in Russian) DOI: 10.32683/0536-1052-2022-767-11-72-84

Об авторах:

ЩЕРБИНА Елена Витальевна

доктор технических наук, профессор, профессор
кафедры градостроительства
Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет
129337, Россия, г. Москва, Ярославское ш., 26
E-mail: ScherbinaEV@mgsu.ru

КУЗНЕЦОВ Илья Вячеславович

аспирант кафедры градостроительства, преподаватель
кафедры градостроительства
Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет
129337, Россия, г. Москва, Ярославское ш., 26
E-mail: elias96@mail.ru

SHCHERBINA Elena V.

Doctor of Engineering Science, Professor, Professor
of the Urban Planning Chair
Moscow State University of Civil Engineering
(National Research University)
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe sh., 26
E-mail: ScherbinaEV@mgsu.ru

KUZNETSOV Ilya V.

Postgraduate Student of the Urban Planning Chair,
Lecturer of the Urban Planning Chair
Moscow State University of Civil Engineering
(National Research University)
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe sh., 26
E-mail: elias96@mail.ru

Для цитирования: Щербина Е.В., Кузнецов И.В. Анализ плотности застройки на территориях крупных и крупнейших городов Поволжья с применением геоинформационных систем // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 2. С. 143–148. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.02.18.

For citation: Shcherbina E.V., Kuznetsov I.V. GIS-based analysis of building density in the territories of large cities and megalopolises of the volga region. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 2, pp. 143–148. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.02.18.