

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЫСОТНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ НА ТРАНСПОРТНЫЙ КАРКАС ЛИНЕЙНОГО ГОРОДА ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ (НА ПРИМЕРЕ г. ВОЛГОГРАДА)

Н. В. Купчикова, Т. В. Золина, С. С. Рекунов

Купчикова Наталья Викторовна, кандидат технических наук, профессор кафедры промышленного и гражданского строительства, Московский государственный строительный университет; доцент кафедры «Строительные конструкции, здания и сооружения», Российский университет транспорта (РУТ МИИТ), г. Москва, Российская Федерация; ORCID: 0000-0002-2986-4190; e-mail: kupchikova79@mail.ru;

Золина Татьяна Владимировна, доктор технических наук, профессор кафедры промышленного и гражданского строительства, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация; e-mail: zolinatv@yandex.ru;

Рекунов Сергей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Мосты, тоннели и строительные конструкции», Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, г. Москва, Российская Федерация; e-mail: rekunoff@mail.ru

В статье обосновывается применение графоаналитического подхода для оценки данных транспортного и градостроительного планирования, а также для определения наилучших мест размещения объектов инфраструктуры. На примере Волгограда рассматривается реализация системы графоаналитического контроля, которая за счет оптимизации дорожной сети способствует снижению заторов, рациональному использованию бюджетных средств и повышению качества жизни населения благодаря развитой транспортной системе и сокращению вредных выбросов.

Ключевые слова: графоаналитический метод, транспортное планирование, градостроительное планирование, линейный город, Волгоград, изохронный анализ, транспортная доступность.

ASSESSING THE IMPACT OF HIGH-RISE RESIDENTIAL BUILDINGS ON THE TRANSPORTATION FRAMEWORK OF A LINEAR CITY USING GRAPHIC ANALYTICAL METHODS (BY EXAMPLE VOLGOGRAD)

N. V. Kupchikova, T. V. Zolina, S. S. Rekunov

Kupchikova Natalya Viktorovna, Candidate of Technical Sciences, Professor of Industrial and Civil Engineering Department, Moscow State University of Civil Engineering; Associate Professor of Building Structures, Buildings and Facilities Department, Russian University of Transport (RUT MIIT), Moscow, Russian Federation; ORCID: 0000-0002-2986-4190; e-mail: kupchikova79@mail.ru;

Zolina Tatyana Vladimirovna, Doctor of Technical Sciences, Professor of Industrial and Civil Engineering Department, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation; e-mail: zolinatv@yandex.ru;

Rekunov Sergey Sergeyevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Bridges, Tunnels, and Building Structures Department, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russian Federation; e-mail: rekunoff@mail.ru

This article substantiates the use of a graph-analytical approach to assessing transport and urban planning data, as well as to determine the best locations for infrastructure facilities. Using Volgograd as an example, the implementation of a graph-analytical control system is examined. By optimizing the road network, it helps reduce congestion, ensure the rational use of budget funds, and improve the quality of life thanks to a well-developed transport system and reduced harmful emissions.

Keywords: graph-analytical method, transport planning, urban planning, linear city, Volgograd, isochronous analysis, transport accessibility.

Введение

Совершенствование методов планирования транспортной инфраструктуры представляет собой сложную многоплановую проблему. В данном исследовании для ее решения предлагается использовать современный цифровой инструмент – объединенную модель графоаналитического мониторинга. Этот метод, применяемый в рамках существующих нормативов [1, 5, 6, 8] и методик, обеспечивает комплексный анализ данных, моделирование сценариев и интеграцию разрознен-

ной информации для принятия эффективных градостроительных решений. Задача настоящей работы – на примере Волгограда изучить влияние масштабного жилищного строительства на городскую территорию и транспортный каркас. В рамках данного исследования поставлена задача изучения с применением графоаналитического метода градостроительной оценки территории и транспортной сети Волгограда в условиях активного строительства современных высотных и многоквартирных жилых комплексов.

Метод

Изложим методологические аспекты оценки. Временная оценка связи объединенной модели графоаналитического мониторинга за транспортно-планировочным решением имеет сложную структуру и состоит по меньшей мере из следующих элементов:

$T = t_{(п+0) \text{ лин}} + t_{(п+0) \text{ ост}} + t_{ож} + t_{пер} + t_{поезд} = t_{накл} + t_{поезд}$, (1)
где $t_{(п+0)}$ – время подхода к линии (лин) или остановке (ост) плюс время отхода от них; $t_{ож}$ – время ожидания транспорта; $t_{пер}$ – время на пересадку с маршрута на маршрут; $t_{поезд}$ – время поездки в средствах транспорта; $t_{накл}$ – сумма накладных расходов времени.

Представим в виде общей формулы, характеризующей сложность доставки объектов n в заданную точку i в пределах городской черты:

$$T_{i(n)} = \frac{10^3 \cdot \theta_{i(n)} \cdot C_{i(n)}}{V_c} = \frac{337 \cdot \theta_{i(n)} \cdot \chi_{i(n)} \cdot \sqrt{S}}{V_c} = \frac{377 \cdot \sqrt{S}}{V_c} \cdot \alpha_i \cdot \beta_{i(n)} \cdot \gamma_{i(n)} \cdot \mu_{i(n)} \cdot \nu_{i(n)} \cdot \xi_{i(n)} \cdot \pi_{i(n)}. \quad (2)$$

Из выражения следует, что величина трудности сообщения группы объектов с любым пунктом города зависит от:

- а) размеров освоенной территории S , км²;
- б) степени компактности планировочного решения, характеризуемого коэффициентом компактности $\chi_{i(n)}$;
- в) средней скорости сообщения транспортной системы V_c ;
- г) коэффициента накладного времени $\cdot \theta_{i(n)}$, величина которого находится в зависимости от качества транспортного (скорости, интервалов движения, маршрутной сети) и транспортно-планировочного решения (размещения остановочных пунктов, плотности сети и т. п.).

Влияние данного фактора указывает на то, что при разработке оптимального плана городского развития и его транспортной инфраструктуры важно учитывать не только скорость передвижения и транспортные характеристики, но и степень сжатости планировочного решения [2, 3]. Все градостроительные мероприятия следует строго оценивать по этому показателю, а вопросы организации городских коммуникаций рассматривать как часть планировочного процесса.

Согласно методике А. М. Якшина [1], существует пять ситуационных подмоделей при наличии массового пассажирского транспорта для графического построения в виде изохрон.

Подмодель П-1. Применяется, когда в городе имеется сеть одного вида транспорта, средняя скорость сообщения которого V_c , км/ч, показатель, характеризующий эти условия – минимальная трудность сообщения, может быть определен без специальных графических построений, если известна пешеходная трудность сообщения $C_{i(n)}$:

$$P_{i(n)} = \frac{60 \cdot C_{i(n)}}{V_c} \text{ мин.} \quad (3)$$

Подмодель П-2. При наличии массового пассажирского транспорта скорость сообщения не может быть одинаковой по зонам города, участкам сети и отдельным магистралям. Для построения подмодели П-2 применяются допущения непрерывной по времени и всем направлениям скорости. Полученный при этих допущениях показатель трудности сообщения $Q_{i(n)}$ при данной плотности и форме начертания сети сообщения предполагает, как и в предыдущей модели № 1, графическое построение соответствующих зон времени – изохрон первого рода, поскольку учитываются факторы пространственного характера (рис. 1).

По определению изохрона первого рода строится с учетом только скорости сообщения транспорта V_c и скорости пешехода $V_{пеш}$. Изохрона $V_{пеш}$ имеет треугольный характер. Определение $Q_{i(n)}$ осуществляется по формуле:

$$Q_{i(n)} = \frac{\sum_j n_j t_{ij}}{N} \text{ мин,} \quad (4)$$

где n_j – число объектов n в зоне j ; t_{ij} – средняя трудность сообщения зоны j с пунктом i ; N – общее число объектов n в городе.

Разумеется, трудность сообщения, определенная по изохронограмме первого рода, будет больше минимальной трудности сообщения $P_{0(n)}$. Их отношение, которое больше единицы, можно рассматривать как меру плотности и конфигурации начертания транспортной сети. Назовем его коэффициентом подхода к транспортным линиям [1]:

$$\frac{Q_{i(n)}}{P_{i(n)}} = \mu_{i(n)}, \quad (5)$$

где η – по-прежнему, может быть a , b , c или p , а i определяет положение центра исследования.

Разность $Q_{i(n)} - P_{i(n)}$ можно рассматривать как абсолютную поправку в минутах к минимальной трудности сообщения за счет подходов к транспортной линии и исследуемому пункту из той зоны, где транспорт не дает никакой экономии времени [1]:

$$Q_{i(n)} - P_{i(n)} = t_{i(n)(п+0) \text{ мин.}} \quad (6)$$

Подмодель П-3. При использовании массового транспорта нет возможности воспользоваться им тотчас при подходе к транспортной линии, как это было принято при определении трудности сообщения типа $Q_{i(n)}$. Прерывность работы реальных транспортных систем заставляет затрачивать дополнительное время на ожидание транспорта. Учет этого фактора отличает подмодель П-3 от предыдущей. Допущения о непрерывности самого движения и отсутствии маршрутов сохраняются. Показатель трудности сообщения $R_{0(n)}$, найденный по этой модели, требует для своего определения построения соответствующей изохронограммы. Пример конкретной изохронограммы второго рода дан на рисунке 1. Определение $R_{i(n)}$ аналогично предыдущим. Разумеется, $R_{i(n)}$ будет всегда больше по величине, чем предыдущая группа показателей трудности сообщения $Q_{i(n)}$ [1].

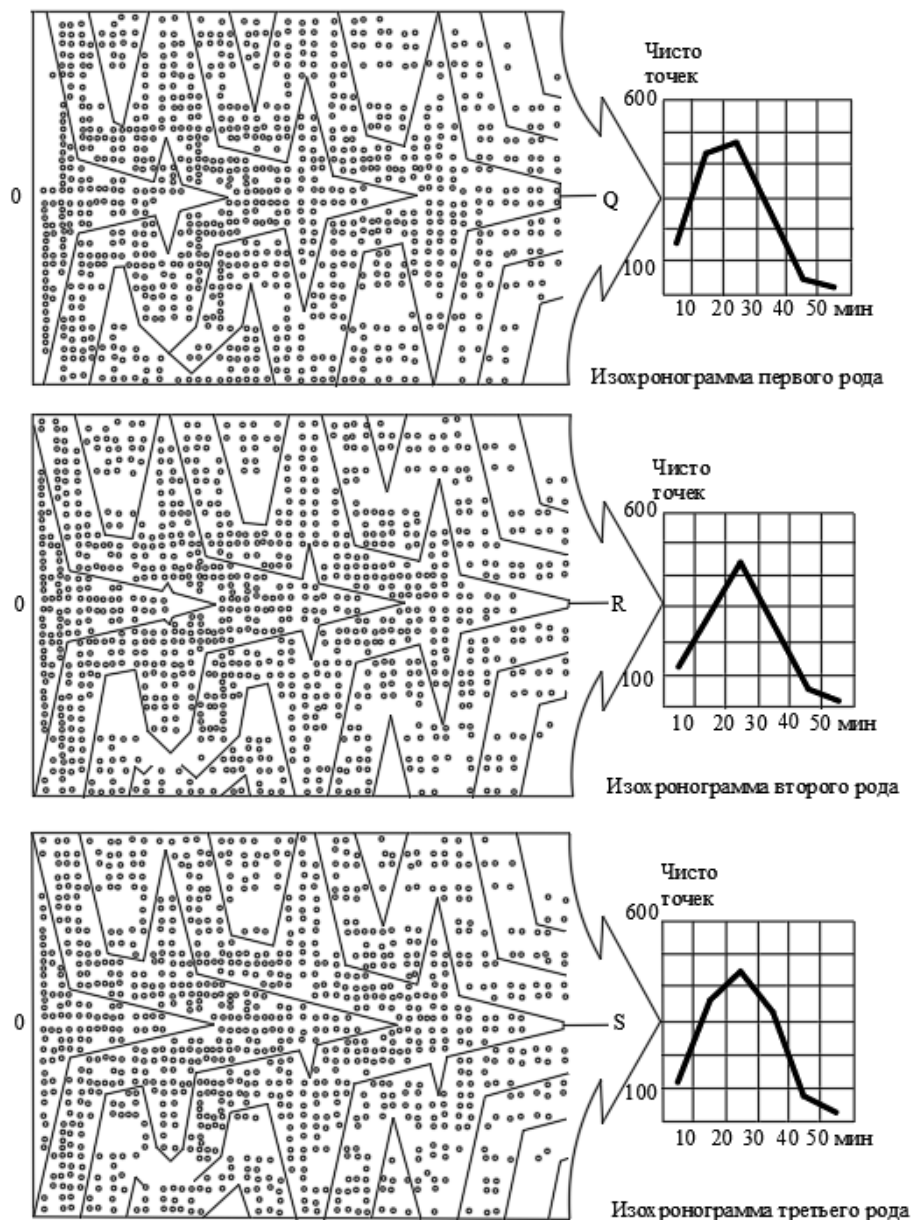


Рис. 1. Изохронограммы первого, второго и третьего рода (иллюстрации А. М. Якшина [1])
Fig. 1. Isochronograms of the first, second, and third kind (illustrations by A. M. Yakshin [1])

Их отношение также больше единицы, оно характеризует коэффициент ожидания транспорта – увеличение трудности сообщения за счет времени ожидания:

$$\frac{R_{i(n)}}{Q_{i(n)}} = v_{i(n)}. \quad (7)$$

Их разность – средняя трудность ожидания для объектов n с центром i :

$$R_{i(n)} - Q_{i(n)} = t_{i(n)ож}. \quad (8)$$

Фактически прежде, чем ожидать транспорт, приходится подойти к его остановке, но эту необходимость с точки зрения графического построения изохронограммы удобнее учесть в последнюю очередь.

Подмодель П-4. Усложнение этой подмодели по сравнению с предыдущей связано с учетом фактора прерывности движения по направлениям, определяемым конкретным построением

маршрутной сети и заставляющим затрачивать дополнительное время на пересадку при сообщении с исследуемым пунктом. По-прежнему сохраняется допущение о непрерывности линейного движения (остановок транспорта нет, это тип маршрутного конвейера).

Изохронограмма третьего рода в связи с отсутствием остановок сохраняет треугольный вид. При ее построении учитываются V_c , $V_{пеш}$, $t_{(п+0) лин}$, $t_{ож}$, $t_{пер}$ [1, 5, 6].

Пример конкретного построения изохронограммы третьего рода приведен на рисунке 2. В общем случае величина трудности сообщения, полученная из анализа подобной изохронограммы $S_{0(n)}$ будет больше предыдущей $R_{0(n)}$ за счет абсолютной поправки на время пересадки. Их отношение характеризует коэффициент пересадки [1]:

$$\frac{S_{i(n)}}{R_{i(n)}} = \xi_{i(n)}. \quad (9)$$

Их разность – средняя трудность пересадки для объектов n с центром i :

$$S_{i(n)} - R_{i(n)} = t_{i(n)\text{пер}} \text{ мин.} \quad (10)$$

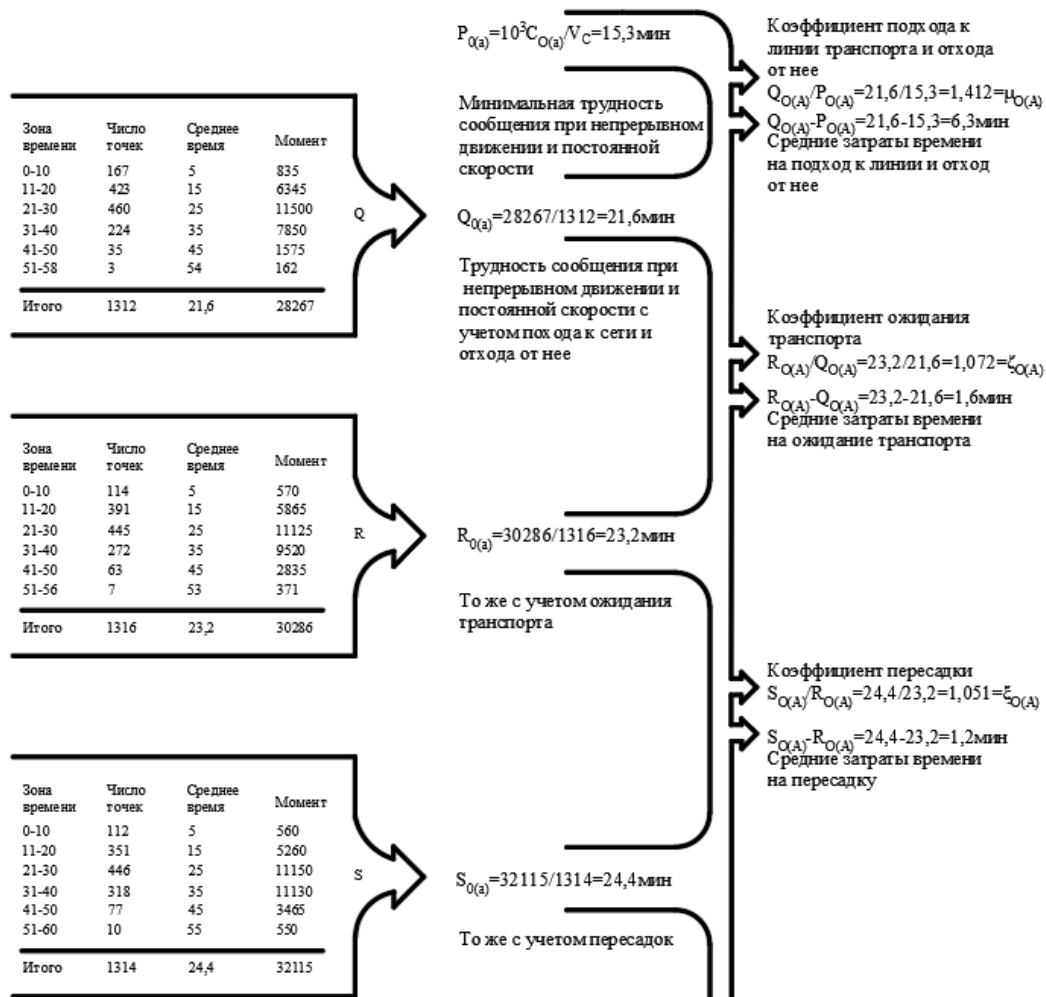


Рис. 2. Примеры анализа распределения населения по изохронограммам (иллюстрации А. М. Якишина [1])
Fig. 2. Examples of population distribution analysis using isochronograms (illustrations by A. M. Yakshin [1])

Подмодель П-5. Конечная в цепочке модели П. Все параметры транспортного решения учитываются в этой подмодели. Изохронограмма четвертого рода, уже не треугольная, а совмещенная с частными километрограммами относительно каждого остановочного пункта, хорошо известна многим градостроителям. Трудность сообщения $T_{i(n)}$, полученная в результате построения изохронограммы четвертого рода, может быть сопоставлена с предыдущим значением $S_{i(n)}$. Их отношение характеризует коэффициент размещения остановочных пунктов [1]:

$$\frac{T_{i(n)}}{S_{i(n)}} = \pi_{i(n)}. \quad (11)$$

Их разность – это дополнительное время подхода к остановочным пунктам и отхода от них [1, 5]:

$$T_{i(n)} - S_{i(n)} = t_{i(n)(\Pi+O)\text{остр}} \text{ мин.} \quad (12)$$

Графическое построение четырех типов изохронограмм и их обработка так же, как и в случае планировочной модели, приводят к аналитическому выражению [1]:

$$T_{i(n)} = \frac{60 C_{i(n)}}{V_c} \mu_{i(n)} v_{i(n)} \xi_{i(n)} \pi_{i(n)}, \text{ мин.} \quad (13)$$

Как и в случае разложения показателей планировочного решения, этим приемом создается возможность оценить характер влияния каждого из формирующих параметров и принять соответствующие меры к изменению определенных элементов транспортного решения для целенаправленного формирования градостроительной ситуации.

Сохранение устойчивости транспортно-планировочной ситуации в городе возможно за счет совершенствования его транспортных сетей. Для поддержания приемлемого уровня транспортной связанности необходимо, чтобы скорость перемещения жителей к ключевому транспортному центру постоянно увеличивалась [4, 7, 8]. Темпы этого роста должны быть достаточными, чтобы минимизировать негативное влияние на транспортную доступность. Однако в дей-

ствительности это не всегда происходит. В крупных городах, начиная с внедрения общественного транспорта, скорость значительно возросла: в 1926 году, когда массовый транспорт только начинал развиваться, средняя скорость передвижения была лишь немного выше пешеходной.

К 1970 году она увеличилась в 1,8 раза, но этого оказалось недостаточно, учитывая заметное ухудшение транспортной доступности [9–11].

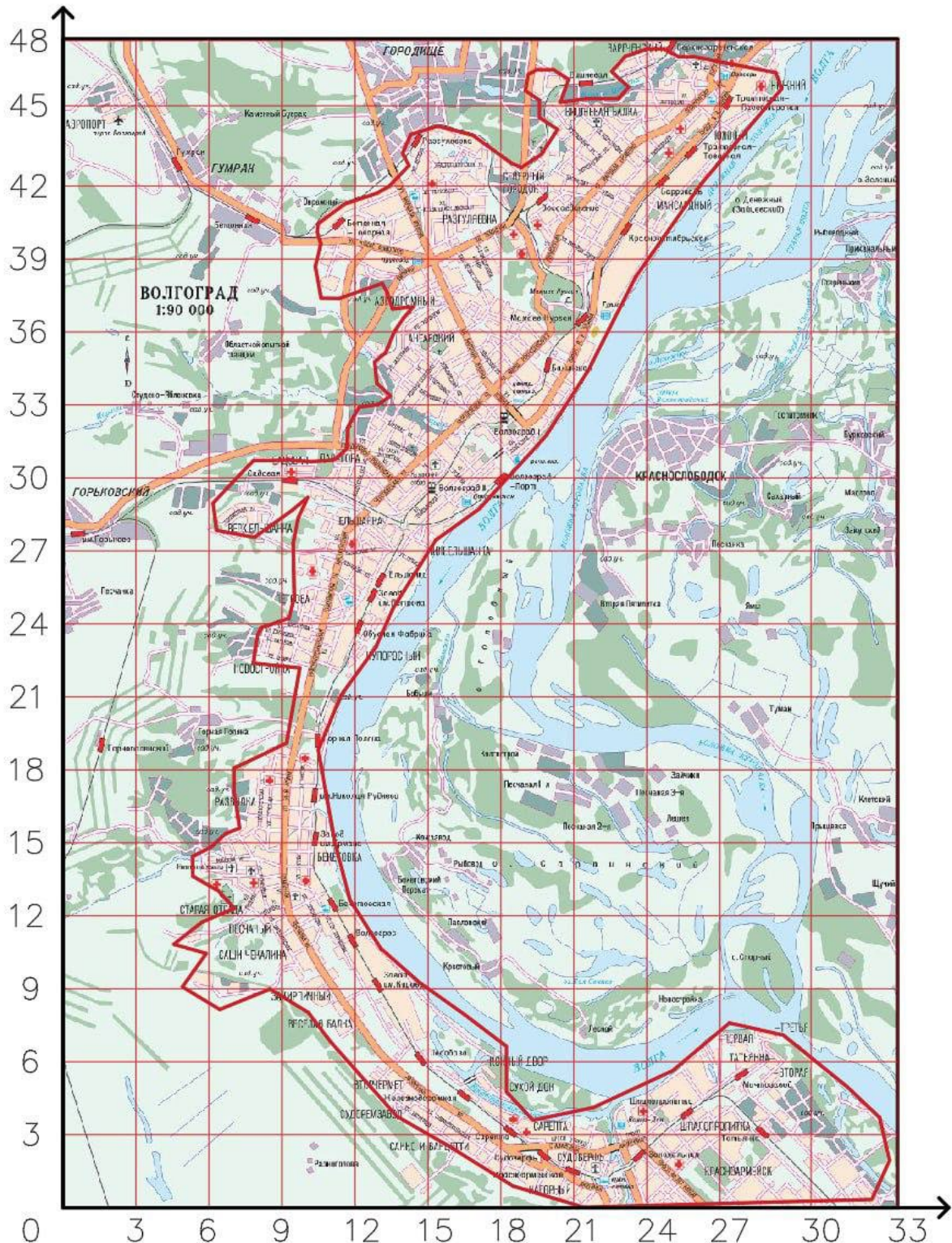


Рис. 3. Модель графоаналитической оценки компактности планирования территории города Волгограда (иллюстрация автора)

Fig. 3. Graph-Analytical Assessment Model of the Compactness of the Volgograd Territory Planning (illustration by the authors)

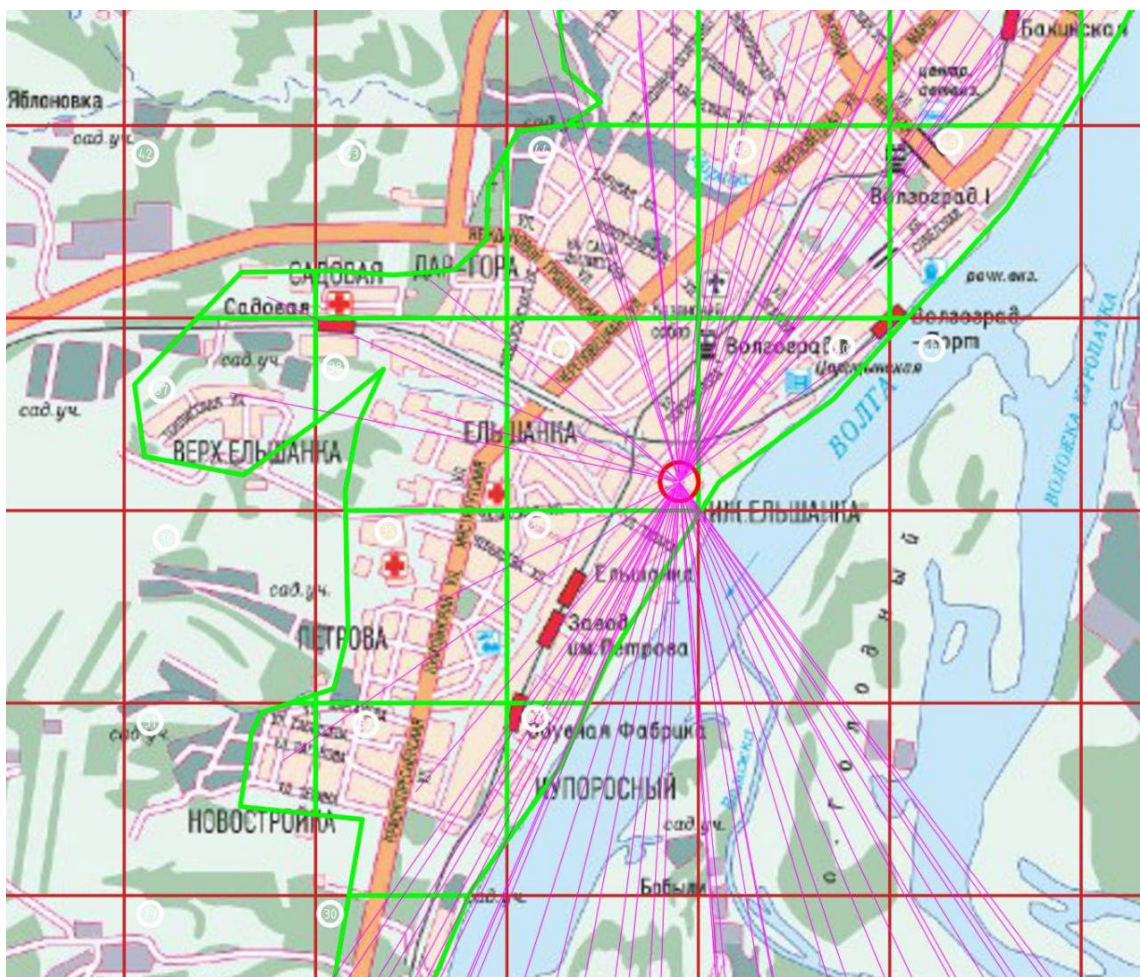


Рис. 4. Фрагмент модели графоаналитической оценки компактности планирования центра города Волгограда
(иллюстрация автора)

Fig. 4. Fragment of the graph-analytical assessment model of the compactness of the planning of the city center of Volgograd (illustration by the authors)

Результаты и обсуждения

Волгоград – значимый транспортный центр Поволжья, обладающий разветвленной сетью транспортных маршрутов, включающей в себя международные и внутренние железнодорожные, автомобильные, водные и авиалинии, а также городскую транспортную систему. Благодаря этому, данный город играет ключевую роль в качестве одного из важнейших транспортных центров России, обеспечивающих связь в рамках перспективных международных коридоров между Европой и Азией, а также в рамках сети «Транссиба».

Территория транспортного и планировочного каркаса Волгограда имеет линейно-вытянутую (меридиональную) форму, обусловленную уникальной географией города. Особенности формы каркаса рассматриваемого города: вытянутость вдоль Волги; многоядерная структура с узлами – «точками роста»; прерывистость из-за природных барьеров; несимметричность [12–14].

Развитие транспортной инфраструктуры Волгограда стимулирует экономическое процветание области и обеспечивает более тесное взаимодействие ее районов. Перевозки осуществляются

по наиболее прямым маршрутам, что гарантирует небольшие расстояния: $S = 436,41 \text{ км}^2$:

$$\Delta_s = 0,377 * \sqrt{S} = 0,377 * \sqrt{436,41} = 7,88 \text{ км}, \quad (14)$$

где S – площадь территории города, км².

Границы города обладают определенной формой. Для удобства анализа предположим, что исследуемая точка находится в геометрическом центре всей территории. Координаты центра масс для плоской фигуры задаются значениями $X_{цт}$ и $Y_{цт}$. Территория города разбивается на участки примерно одинаковой площади, для каждого из которых вычисляется центр масс. Затем, используя статические моменты, определяются координаты $X_{цт}$ и $Y_{цт}$ по следующим формулам:

$$\begin{aligned} X_{IT} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i * S_i}{S} \\ Y_{IT} &= \frac{\sum_{i=1}^n y_i * S_i}{S} \end{aligned} \quad (15)$$

Суммированием определяем площадь и статические моменты всей заданной фигуры (рис. 3, 4).

Координаты центра тяжести имеют следующие значения:

$$X_{\text{цт}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot S_i}{S} = \frac{20844,17}{436,41} = 47,76 \text{ км}; \quad (16)$$

$$Y_{\text{цт}} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot S_i}{S} = \frac{4546,32}{436,41} = 11,41 \text{ км}. \quad (17)$$

Минимальное расстояние от рассматриваемой территории до центра масс объекта рассчитывается по следующей формуле:

$$A_{\text{цт}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot l_{oi}}{\sum_{i=1}^n S_i}, \quad (18)$$

где S_i – площадь элемента территории; l_{oi} – воздушное расстояние от центра тяжести территории O до ее отдельного элемента.

$$A_{\text{цт}} = \frac{22814,04}{436,41} = 52,27 \text{ км}. \quad (19)$$

Коэффициент формы территории:

$$a_{\text{цт}} = \frac{A_{\text{цт}}}{\Delta S} = \frac{52,27}{7,88} = 6,63. \quad (20)$$

Воздушное расстояние определяет коэффициент непрямолинейности (y), который рассчитывается как отношение среднего расстояния по транспортной сети от всех жителей города до исследуемого центра к среднему расстоянию по прямой. Среднее расстояние по сети вычисляется следующим образом: $V_{\text{тр}} = 57825,90/1090 = 53,05 \text{ км}$.

Коэффициент непрямолинейности транспортной сети равен: $y = 53,05/52,27 = 1,02$.

Значение параметра $y < 1,20$, не превышающее 1,20, позволяет утверждать, что транспортная инфраструктура исследуемого города спроектирована эффективно.

Анализ генерального плана города с точки зрения потребности в транспорте

Интенсивное возведение многофункциональных жилых комплексов в Волгограде, сосредоточенное на компактных участках, приводит не только к росту плотности населения, но и к усилению функциональной насыщенности центра за счет сочетания различных видов деятельности. Увеличение этажности зданий, сокращение расстояний между объектами и освоение подземного пространства провоцируют рост транспортной нагрузки. При разработке новых моделей городской структуры используются градостроительные подходы, в том числе методы пространственной организации, которые учитывают взаимное расположение ключевых функциональных зон и основываются на анализе поведения жителей. Площадь города оценивается двумя параметрами: общей величиной застроенной территории и ее соотношением с численностью населения. Относительная площадь (s) на одного жителя составляет:

$$s = \frac{10^6 \cdot 436,41}{1018898} = 428,32.$$

Волгоград классифицируется как город I группы по уровню освоенности территорий с характеристикой «очень большая». Существующая градация разделяет освоенные территории городов на пять категорий: от I («очень большая») до V группы («очень малая»), включая промежуточные варианты – «большая», «умеренная» и «малая» (табл. 1).

Таблица 1

Классификация освоенных территорий по группам городов

N п/п	Группа городов	Характеристика освоения территории	Относительная величина освоенной территории, S , м ² на жителя
1	2	3	4
2	I	Очень большая	Более 400
3	II	Большая	400–200
4	III	Умеренная	200–100
5	IV	Малая	100–50
6	V	Очень малая	50–33

Компактность формы освоенной территории

Показатель плотности застройки играет важнейшую роль при оценке градостроительных решений. При этом все параметры рассматриваются относительно центральной транспортной зоны или городского центра. Центральная транспортная зона определяется как место пересечения ключевых транспортных артерий, расположенное вблизи районов с оптимальной доступностью к местам работы, жилым и рекреационным зонам.

Коэффициент компактности застройки (α_0) отражает степень сбалансированности формы освоенной территории и вычисляется по формуле:

$$\alpha_0 = \frac{A_0}{\Delta_s}, \quad (21)$$

где A_0 – воздушная удаленность освоенной территории от главного транспортного узла; Δ_s – воздушная удаленность территории той же площади, но имеющая форму круга, от центра круга, км, определяемая по формуле [1]:

$$\Delta_s = \frac{2}{3} R = 0,377 \sqrt{S_{\text{осв}}},$$

$$\Delta_s = 0,377 \sqrt{436,41} = 7,88. \quad (22)$$

Для оценки степени удаленности городской застройки от ее ядра, на карте города нужно провести ряд вложенных кругов с радиусом в 1 км, отсчитываемых от ключевого транспортного узла или центральной точки. После этого следует



вычислить площадь каждой из этих зон, находящихся в пределах застроенной территории. Иллюстрация схемы с кольцевыми областями, расходящимися от центра, представлена на рисунке 3. Величина A_0 определяется по формуле:

$$A_0 = \frac{\sum S_{i-(i+1)}(L_i - L_{i+1})}{2S_{осв}}, \quad (23)$$

где $S_{i-(i+1)}$ – площадь кольцевой зоны между двумя смежными окружностями в границах освоенной территории; L_i, L_{i+1} – радиусы смежных окружностей (табл. 2).

Таблица 2

К расчету средней удаленности и площадей кольцевых зон

№ п/п	Номер кольцевой зоны	Границы кольцевой зоны, км	Площадь освоенной территории, км ² , $S_{i-(i+1)}$	Средняя удаленность кольцевой зоны, км, $(L_i + L_{i+1})/2$	Произведение площади зоны на среднюю удаленность, $S_{i-(i+1)} * (L_i + L_{i+1})/2$
1	2	3	4	5	6
1	1	0–3	3,99	1,50	5,98
2	2	3–6	10,36	4,50	46,61
3	3	6–9	13,37	7,50	100,29
4	4	9–12	142,73	10,50	1498,61
5	5	12–15	13,93	13,50	188,04
6	6	15–18	10,35	16,50	170,71
7	Всего	–	194,71	–	2010,24

Волгоград классифицируется как город VI группы с территорией, имеющей показатель «крайне низкой компактности». Такая оценка формы городской застройки является исключи-

тельным случаем в практике градостроительного анализа. Нормативные данные по классификации территорий содержатся в таблице 3, а алгоритм вычисления коэффициента компактности (α_0) – в таблице 2.

Таблица 3

Классификация формы освоения территории по группе городов

№ п/п	Группа городов	Характеристика формы освоения территории	Значение коэффициента α_0 для главного транспортного узла города
1	2	3	4
1	I	Весьма компактная	1.00–1.10
2	II	Компактная	1.101–1.20
3	III	Умеренно компактная	1.201–1.40
4	IV	Малокомпактная	1.401–1.70
5	V	Некомпактная	1.701–2.10
6	VI	Совсем некомпактная	Более 2.10

Учитывая, что идеальное распределение людей по всей территории нереально реализовать как в технологическом, так и в финансовом плане, визуализируем реальное их размещение посредством точечных диаграмм. Каждая точка на диаграмме представляет собой 100 жителей. На ее основе разрабатывается модель, учитывающая удаленность от центра города, которая объединяет визуализацию расселения с зонами застройки многофункциональных жилых комплексов (рис. 5). Оставляем в силе допущение о наименьшем возможном расстоянии между точками, то есть вновь применяем концентрическую модель. Расстояние от мест проживания до центра определяется следующим образом:

$$\bar{B}_i(n) = \frac{\sum n_j l_{ij}}{N}, \quad (24)$$

где n_j – число точек планограммы в зоне j относительно пункта « i »; l_{ij} – среднее расстояние зоны j до пункта « i »; N – общее число точек планограммы.

Воздушную удаленность от пункта « i » населения Волгограда находим, используя [1], и по расчетным данным строим график определения минимальной средней и воздушной удаленности (рис. 6). Вычисляем коэффициент концентрации населения относительно пункта « i » с учетом воздушной удаленности мест проживания:

$$\bar{B}_i(n) = \frac{6750}{910} = 7,42 \text{ км},$$

$$\beta_i(n) = \frac{B_i(n)}{A_i} = \frac{7,42}{2,3} = 3,23. \quad (25)$$

Согласно классификации городов по степени удаленности населения концентрацию в Волгограде можно считать умеренной.

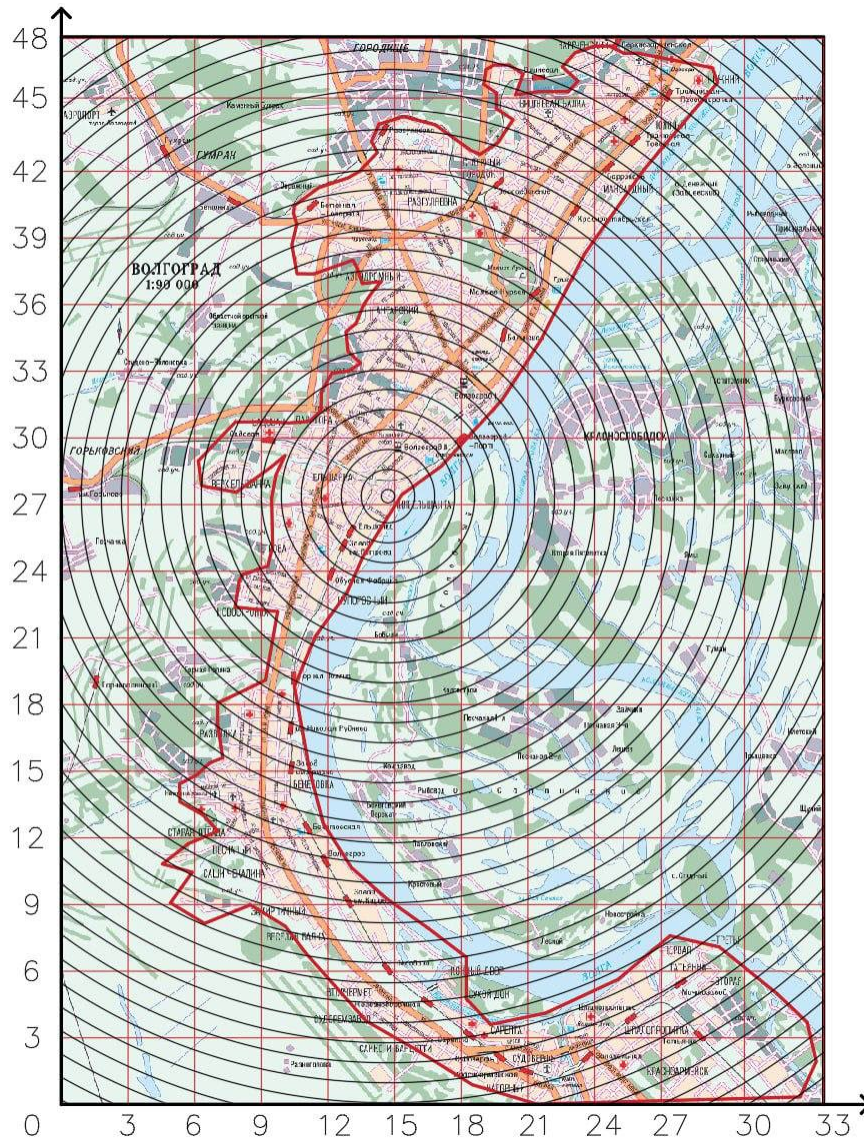


Рис. 5. Модель построения кольцевых зон километрограммы (иллюстрация авторов)
Fig. 5. Model for constructing circular zones of a kilogramme (illustration by the authors)

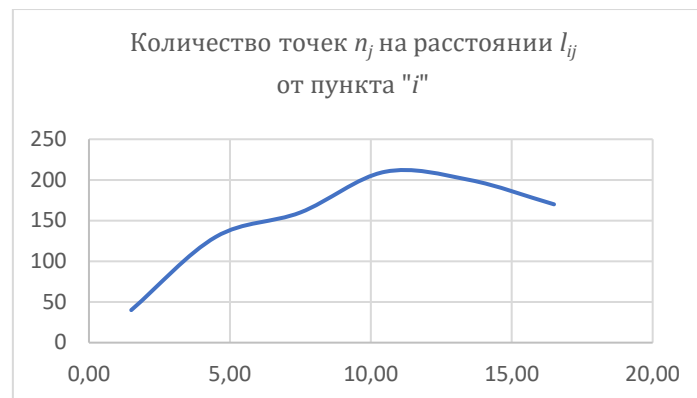


Рис. 6. График определения минимальной средней и воздушной удаленности (иллюстрации авторов)
Fig. 6. Graph of determining the minimum average and air distance (illustrations by the authors)

Заключение

Графоаналитический мониторинг транспортного планирования (на примере Волгограда) позволяет эффективно решать ключевые городские проблемы: снижать загруженность дорог через

оптимизацию инфраструктуры, рационально распределять бюджетные средства и повышать качество жизни населения за счет развития экологичного транспорта и сокращения вредных выбросов [17–19].

Проведенный анализ показал, что:

1) рассмотренные модели демонстрируют сходные результаты, но различаются степенью детализации – вторая модель охватывает все параметры первой, дополняя их особенностями транспортной сети и специфическими условиями;

2) методика особенно эффективна при проектировании новых автобусных маршрутов в районах активной застройки, что сильно влияет на существующую транспортную систему.

Ключевые преимущества подхода базируются на интеграции планировочных и транспортных

решений; учете особенностей территориального зонирования и возможности применения для прогнозирования развития городской среды. В Волгограде данный метод позволил оптимально распределить функциональные зоны; эффективно связать их транспортной инфраструктурой; учитывать концентрацию населения в центре и размещение промышленных объектов на периферии.

Такой подход обеспечивает комплексное решение задач городского планирования с учетом современных требований к устойчивому развитию территорий.

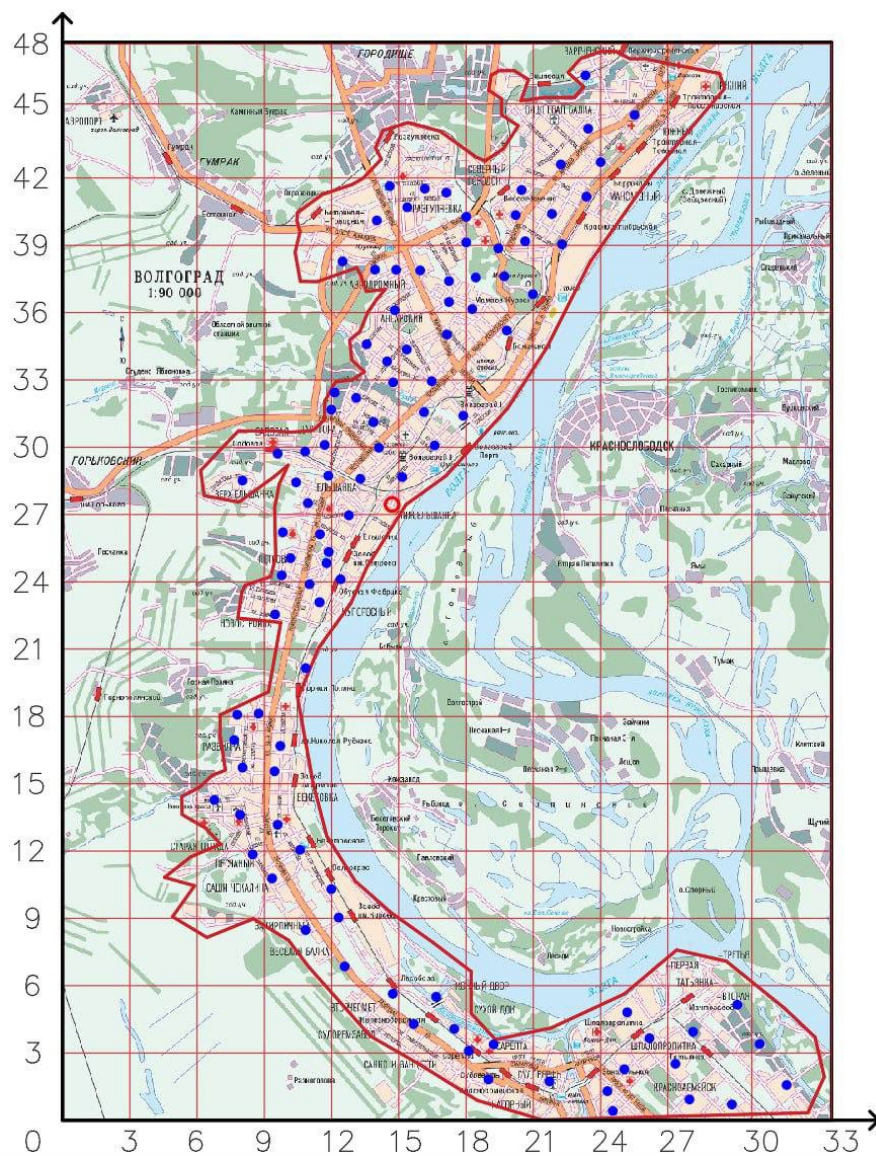


Рис. 7. График определения минимальной средней и воздушной удаленности (иллюстрации авторов)
Fig. 7. Graph for determining the minimum average and air distance (illustrations by the authors)

Список литературы

1. Яшкин А. М. Графоаналитический метод в градостроительных исследованиях и проектировании / А. М. Яшкин, Т. М. Говоренкова, М. И. Каган и др. – Москва : Стройиздат, 1979. – 204 с.
2. Титов В. П. Территориально-пространственное развитие трамвайной транспортной инфраструктуры Москвы и ее влияние на существующую застройку / В. П. Титов, В. И. Гришин, Н. В. Купчикова, Ю. В. Лазуткин // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2024. – № 3 (49). – С. 40–49. – DOI 10.52684/2312-3702-2024-49-3-40-49.
3. Патент № 2777637 С1 Российская Федерация, МПК E01C 1/00. Планировочная структура вновь создаваемых городов: № 2021127271: заявл. 15.09.2021: опубл. 08.08.2022 / Н. В. Купчикова, Р. И. Шаяхмедов, Т. В. Золина ; заявитель Астраханский государственный архитектурно-строительный университет.

4. Купчикова Н. В. Основы технологии сноса, демонтажа и переработки строительных материалов в системе реновации районов : электронное учебное пособие / Н. В. Купчикова. – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. – 134 с. – ISBN 978-5-93026-139-4.
5. Купчикова Н. В. Градостроительная оценка с помощью графоаналитических методов в проектировании территориального пространства Астрахани / Н. В. Купчикова, К. Е. Джантазаева, Е. С. Иванова // Инновационное развитие регионов: потенциал науки и современного образования : материалы IV Национальной научно-практической конференции, г. Астрахань, 08 февраля 2021 года / под общ. ред. Т. В. Золиной. – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. – С. 302–307.
6. Купчикова Н. В. Графоаналитическая оценка территориальных зон и транспортной динамики при реализации инвестиционно-строительных проектов Астрахани / Н. В. Купчикова, Д. Р. Шарафутдинова, Д. Р. Асланов // Инновационное развитие регионов: потенциал науки и современного образования : материалы IV Национальной научно-практической конференции, г. Астрахань, 08 февраля 2021 года / под общ. ред. Т. В. Золиной. – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. – С. 308–314.
7. Zolina T. Monitoring of the collapse of the shores of reservoirs and the technology of their surface and deep fixing / T. Zolina, S. Strelkov, N. Kupchikova, K. Kondrashin // E3S Web of Conferences: Key Trends in Transportation Innovation, KTTI 2019, Khabarovsk, 24–26 октября 2019 года. – Khabarovsk : EDP Sciences, 2020. – Vol. 157. – P. 02011. – DOI 10.1051/e3sconf/202015702011.
8. Солнцев Е. А. Методические основы территориально-пространственного развития объектов олимпийских поселений (на примере транспортной инфраструктуры олимпийских объектов г. Сочи) : дисс. ... канд. техн. наук / Е. А. Солнцев. – Москва, 2010. – 225 с.
9. Азаренкова З. В. Транспортная составляющая социально-экономических связей / З. В. Азаренкова // Градостроительство. – 2016. – № 2 (42). – С. 56–62.
10. Zhabytay B. N. The development of the capital city infrastructure within the agglomeration / B. N. Zhabytay, A. Asanova // Scientific Researches in the Kirghiz Republic. – 2019. – Vol. 4. – P. 22–32.
11. Купчикова Н. В. Территориально-пространственное развитие селитебных зон города Нижневартовска с учетом биосферной совместимости / Н. В. Купчикова, Л. К. Аверина // Потенциал интеллектуально одаренной молодежи - развитию науки и образования : материалы IX Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников, Астрахань, 28–29 апреля 2020 года / под общ. ред. Т. В. Золиной. – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. – С. 504–510.
12. Веретенникова К. В. Градостроительное планирование при аэропортовых территориях крупнейших городов России / К. В. Веретенникова // Вестник евразийской науки. – 2019. – Т. 11, № 4. – С. 28.
13. Крапивко М. А. Градостроительные аспекты развития рельсового общественного транспорта в городе Томске / М. А. Крапивко, В. И. Коренев // Избранные доклады 69-й Университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых, Томск, 20 апреля 2023 года. – Томск : Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2023. – С. 452–456.
14. Купчикова Н. В. Проектирование радиальных коммуникационных тоннелей при редевелопменте территорий / Н. В. Купчикова, Ю. В. Лазуткин, Е. Е. Купчиков // Инновационное развитие регионов: потенциал науки и современного образования : материалы VII Национальной научно-практической конференции с международным участием, приуроченной ко Дню российской науки, Астрахань, 09 февраля 2024 года. – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2024. – С. 70–78.
15. Шаяхмедов Р. И. Оценка степени риска по проекту экспертным методом в реализации инвестиционно-строительного проекта коттеджного поселка «Радужный» / Р. И. Шаяхмедов, Е. Е. Купчиков, Е. С. Иванова // Инновационное развитие регионов: потенциал науки и современного образования : материалы V Национальной научно-практической конференции с международным участием, приуроченной ко Дню российской науки, Астрахань, 08–09 февраля 2022 года. – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2022. – С. 175–181.
16. Деточенко Л. В. Исторические и перспективные изменения форм пространственной организации города Волгограда и Волгоградской агломерации / Л. В. Деточенко // Тенденции пространственного развития современной России и приоритеты его регулирования : материалы Международной научной конференции (XIII Ежегодная научная Ассамблея АРГО), Тюмень, 12–17 сентября 2022 года. – Тюмень : ТюмГУ-Press, 2022. – С. 539–545.
17. Брылев В. А. Волгоградская область / В. А. Брылев, Л. В. Деточенко, Н. А. Лобанова // Современная Россия: географическое описание нашего Отечества. Европейская Россия и Урал. – Москва : Русское географическое общество, 2021. – С. 439–447.
18. Исследование элементов улично-дорожной инфраструктуры Центрального района Г. Волгограда / Ю. С. Калашникова, И. Р. Ястребов, Н. С. Богородская, В. С. Кутарев // Перспективы развития строительного комплекса : материалы XIV Международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов, Астрахань, 22–23 октября 2020 года. – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. – С. 399–404.
19. Калашникова Ю. С. Особенности построения транспортных инфраструктур в составе линейно-протяженных градостроительных образований (на примере г. Волгограда) : автореф. дисс. канд. техн. наук / Ю. С. Калашникова. – Волгоград, 2012. – 23 с.

© Н. В. Купчикова, Т. В. Золина, С. С. Рекунов

Ссылка для цитирования:

Купчикова Н. В., Золина Т. В., Рекунов С. С. Оценка влияния высотной жилой застройки на транспортный каркас линейного города графоаналитическими методами (на примере г. Волгограда) // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГБОУ АО ВО «АГАСУ», 2025. № 3 (53). С. 53–63.