

Количественное определение показателей качества городской среды



Справка об авторе

Трояновский В.С., директор по территориальному планированию Градостроительного института пространственного моделирования и развития «Мирпроект» (ранее, до 16.12.21 — «Гипрогорпроект»), кандидат физико-математических наук, автор более 30 публикаций по экономической и инвестиционной тематике. tvsv@mirproekt.ru.

Troyanovsky V.S., Territorial Planning Director of the Architecture and Urban Development Bureau "Mirproekt" (until December 16, 2021 — "Giprogorproekt"), Candidate of Physical and Mathematical Sciences, author of more than 30 publications on economic and investment topics. tvsv@mirproekt.ru.

Аннотация

В статье предложены схемы расчетов, позволяющие оценить качество обслуживания социальными объектами в территориальном разрезе.

The article offers calculation schemes that allow assessing the quality of social services in the territorial aspect.

Постановка задачи

В настоящее время наблюдается выраженный общественный интерес к вопросам обеспечения качественной городской среды. При этом само понятие «качество городской среды» является недостаточно четко определенным, и по сути люди часто вкладывают в него собственный смысл, выделяя на первый план те или иные аспекты, в числе которых может быть, например, архитектурная идентичность застройки, разнообразие и насыщенность общественных пространств или более традиционные факторы, такие как уровень обеспеченности объектами социальной или транспортной инфраструктуры.

Методические вопросы оценки качества городской среды приобретают вполне практический характер при разработке и оценке проектов градостроительного развития территорий, прежде всего, генеральных планов или проектов планировки территории. В идеале каждый новый проект должен улучшать качество городской среды, и последствия проекта должны быть оценены до принятия решения о его реализации. Но, к сожалению, нормативной базы и рабочих инструментов для проведения такой оценки крайне недостаточно.

В настоящее время в России утверждены следующие нормативные требования в отношении показателей развития городской среды:

- Региональные нормативы градостроительного проектирования субъекта РФ;
- Местные нормативы градостроительного проектирования муниципального образования;
- Правила землепользования и застройки муниципального образования;
- Своды правил и некоторые другие нормативные технические документы в сфере градостроительной деятельности (основной из них — СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*»);

- Методика формирования индекса качества городской среды (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 марта 2019 г. № 510-р);
- Некоторые другие нормативные технические документы и нормативные правовые акты.

Наиболее комплексными индикаторами являются, по-видимому, индексы качества городской среды [1,2], поскольку они предлагают многокомпонентную оценку по таким составляющим как жилой фонд, общественные пространства, транспортная сеть, озелененные территории общего пользования и пр. Однако применение данных индексов затруднено необходимостью использования крайне обширной информационной базы, которой, как правило, нет в распоряжении муниципальных образований¹. Кроме того, для ряда индексов не выполняется требование «масштабируемости», т.е. независимости индекса от абсолютного размера территории муниципального образования².

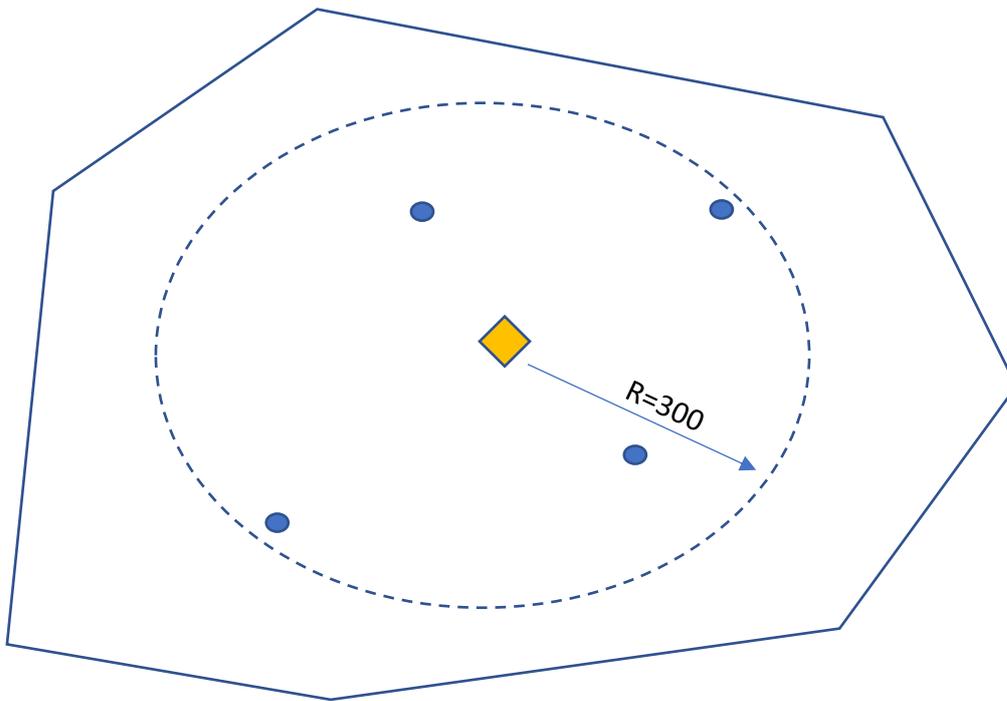
Отметим еще одно важное обстоятельство. Абсолютное большинство количественных показателей качества городской среды относятся ко всему муниципальному образованию и никак не отражают территориальные диспропорции уровней обеспеченности. Часто это важно — например, в Кисловодске, ввиду наличия огромного курортного парка, обеспеченность озелененными территориями общего пользования в целом по городу превышает нормативные требования, и при этом очевидно, что в жилых кварталах наблюдается существенный дефицит.

Наиболее употребительными в практике градостроительного проектирования являются показатели, закрепленные в нормативах градостроительного проектирования регионального и местного уровня, поскольку они обязательны к учету в широком спектре проектов, начиная от документов территориального планирования и заканчивая проектами застройки отдельных участков.

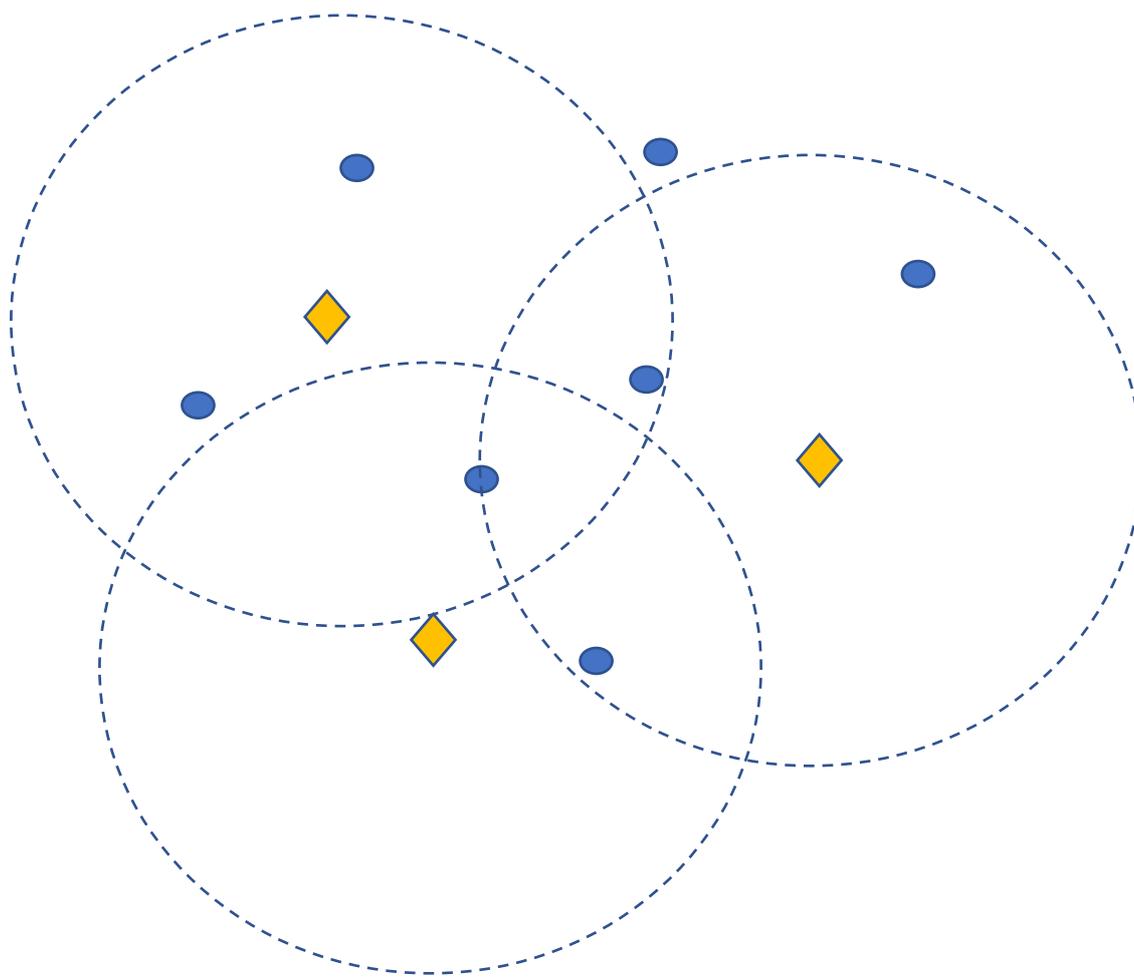
Эти показатели разделены на 2 группы — показатели обеспеченности и показатели территориальной доступности. Данные показатели достаточно просто применяются в случае изолированных элементов планировочной структуры, когда, например, в микрорайоне планируется X жителей и Y мест в детских садах. Если в нормативах прописана минимальная обеспеченность детскими дошкольными учреждениями в размере 55 мест на 1000 жителей, то норматив будет выполнен при условии $Y/X > 55/1000$. С учетом минимального уровня территориальной доступности 300 м следует также проверить, чтобы все жилые объекты были удалены от объектов обслуживания не далее указанного расстояния.

¹ В качестве примера — «индекс пешеходной доступности»: для каждого жилого дома рассчитывается среднее значение величин, полученных по результатам расчета отношения длины кратчайшего пешеходного маршрута к длине предельного маршрута до точек притяжения в пределах 800-метровой зоны с учетом топологии улично-дорожной сети, далее вычисляется среднее значение для всего города

² Как пример, для Верещагинского городского округа Пермского края произошло снижение ряда индексов качества городской среды в 2020 г. в сравнении с 2019 годом только вследствие включения в пределы городского округа новых территорий (<https://xn----dtbcccdtsypabxk.xn--p1ai/#/cities/3449>).



Но все резко усложняется в случаях, когда несколько зон от разных объектов обслуживания частично пересекаются, и несколько мест пребывания потребителей (например, жилых домов) находятся в пределах допустимой территориальной доступности нескольких объектов обслуживания одновременно. В данной ситуации представляется необходимой оценка того, каким образом распределяется спрос одной группы потребителей между двумя и более объектами обслуживания. Без такой оценки сложно определить степень загрузки каждого отдельного объекта обслуживания (особенно, планируемого к размещению), что затрудняет принятие решения об оптимальном размещении объектов.



И другой существенный фактор, который следует принимать во внимание — это ограниченная мощность объектов обслуживания. Например, сам факт наличия детского сада в радиусе 300 метров никак не гарантирует качество обслуживания, если его проектная мощность (единовременная вместимость) меньше реальной потребности. Последняя, в свою очередь, зависит от плотности расселения жителей, а также наличия по соседству иных объектов обслуживания.

Таким образом, актуальна задача определения и расчета показателей обеспеченности, сводящих воедино мощностные и территориальные аспекты, и способных характеризовать не только город в целом, но и отдельные территории.

1 Определение показателей

Для количественного определения показателей развития городской среды потребуется математическое описание объектов анализа. Введем несколько понятий:

Объект для обслуживания — объект, в котором находятся люди, нуждающиеся в обслуживании (потребители услуг). Как правило, в качестве объекта обслуживания выступает жилой дом, но это может быть и гостиница, деловой центр и пр.

Объект обслуживания — объект, обеспечивающий предоставление услуг потребителям, которым для получения услуги необходимо посетить данный объект.

В широком смысле объекты обслуживания являются объектами инфраструктуры для жизнедеятельности человека. Основные сферы, к которым относятся объекты

обслуживания: образование, здравоохранение, культура, спорт и физическая культура, торговля, общественное питание, бытовые услуги, рекреация, транспорт, коммунальная инфраструктура и др. Специфическим объектом обслуживания, предоставляющим рабочие места, являются по сути все хозяйствующие субъекты города.

Обязательными атрибутами как объекта, подлежащего обслуживанию, так и объекта обслуживания являются географические координаты объекта³, а также мощность объекта (как правило, это единовременная вместимость объекта).

Территориальная доступность объекта обслуживания — показатель расстояния или времени, отражающий удаленность объекта обслуживания от мест пребывания потребителей.

Отметим, что в ряде случаев один и тот же объект может выступать и в качестве объекта обслуживания, и в качестве объекта, подлежащего обслуживанию.

Показатель объекта — некоторая количественная характеристика конкретного объекта. Показатель может быть «привязан» как к объекту, подлежащему обслуживанию, так и к объекту обслуживания.

В качестве примера показателя приведем количество детей дошкольного возраста, обеспеченных услугами детского сада в нормативной территориальной доступности, либо среднее расстояние до ближайшего детского сада.

Показатели объекта устанавливаются в результате цифрового моделирования распределения субъектов обслуживания (потребителей услуг) по объектам обслуживания. Алгоритмы такого моделирования будут описаны далее, здесь же отметим, что на выходе алгоритма формируются 2 группы данных по объектам, подлежащим обслуживанию, и объектам обслуживания соответственно:

| | |
|------------------------|---|
| 1_ПодлежитОбслуживанию | Общее число людей, требующих обслуживания. Например — 85% от количества детей детсадовского возраста, проживающих в доме. |
| 1_Обслужено | Количество лиц, получивших обслуживание. Например — число детей в данном доме, зачисленных в детский сад. |
| 1_НеОбслужено | Количество лиц, не получивших обслуживание. Например — число детей, подлежащих обслуживанию, но не зачисленных в детский сад (по причине заполненности, либо превышения радиуса территориальной доступности). |
| 1_Человекометры | Сумма расстояний до объектов обслуживания для лиц, получивших обслуживание. Данный показатель вычисляется для обеспечения возможности оценки среднего радиуса доступа до обслуживающего объекта: $R_{ср} = 1_Человекометры / 1_Обслужено$. |
| 2_Емкость | Мощность объекта обслуживания. Для детского сада это — максимальная вместимость, детей. |

³ В зависимости от детализации анализа это могут быть координаты центроида объекта, либо координаты точек входа/выхода.

| | |
|-----------------|--|
| 2_Занято | Количество лиц, получивших обслуживание в данном объекта. |
| 2_Свободно | Количество свободных мест (в случае превышения мощности объекта над фактической потребностью). |
| 2_Человекометры | Сумма произведений расстояний до объектов, подлежащих обслуживанию на количество лиц, обслуженных из данных объектов. Показатель вычисляется для оценки эффективности размещения объекта обслуживания в указанном месте. Пересчет показателя в средний радиус доступности: $R_{ср} = 2_Человекометры / 2_Занято$. |

Территориальное сглаживание показателя — процедура пространственного усреднения показателей единичных объектов путем вычисления плотностных характеристик по узлам полигональной сетки, либо по элементам планировочной структуры.

Процедура пространственного сглаживания обусловлена необходимостью адекватной интерпретации результатов пообъектного моделирования показателей обслуживания. Первичных объектов, подлежащих обслуживанию, даже в городе небольшого размера, насчитывается несколько тысяч, поэтому даже простой просмотр выходных данных со столь высокой детализацией оказывается невозможным.

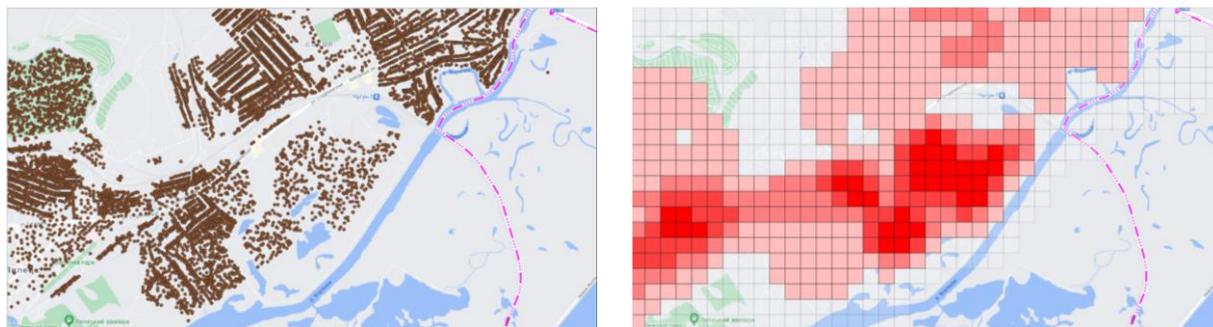


Рисунок 1. Первичные и сглаженные данные по плотности расселения

Отметим, что если показатели объектов измеряются в абсолютных единицах (чел.), то сглаженные показатели плотности измеряются в удельных показателях (чел/га).

2 Информационная база

Для количественного определения большинства показателей требуются данные о локализации и состоянии жилого фонда, а также о существующих и планируемых объектах различного уровня и функционала.

Сайт **Реформа ЖКХ** (<https://www.reformagkh.ru/>) — ведет Государственная корпорация — Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства. Ресурс содержит подробные сведения о многоквартирном жилом фонде, включая данные об этажности, времени постройки, оснащении коммунальными услугами, принадлежности к аварийному/ветхому фонду и пр.

Сайт **Государственная информационная система жилищно-коммунального хозяйства** (ГИС ЖКХ <https://dom.gosuslugi.ru/>) — содержит сведения о жилом фонде, в том числе, об объектах ИЖС. В части ИЖС мощностные параметры, как правило, отсутствуют, имеется только почтовый адрес.

Документы территориального планирования (генеральный план, СТП региона/района) — содержат сведения о планируемых объектах капитального строительства. Географическая локализация — обычно с точностью до микрорайона. Мощностные характеристики могут быть представлены только для части объектов.

Программы комплексного развития социальной инфраструктуры. Как правило, содержат адресные перечни планируемых объектов с указанием параметров, но могут быть не синхронизированы с решениями документов территориального планирования.

Базы данных хозяйствующих субъектов. Пример — <https://spark-interfax.ru/>

Подготовка и обработка информационной базы — обычно наиболее трудоемкий и продолжительный этап. Включает в себя следующие стадии:

- Сбор данных из различных источников
- Удаление повторяющихся данных
- Исправление ошибок (например, если указан несуществующий адрес)
- Сверка интегральных показателей с данными статистики, восстановление отсутствующих данных (чаще всего – калибровка площади жилого фонда, относящегося к ИЖС).
- Геокодирование (определение географических координат объектов по их адресам). Существует множество сервисов по геокодированию, в том числе бесплатных (в ограниченных объемах)⁴.

3 Алгоритмы

3.1 Типы показателей

Совокупность показателей можно условно распределить на 3 группы:

- Унарные показатели — показатели, полностью определяемые характеристиками одного типа объектов, вне зависимости от наличия, территориальной близости или мощности объектов иного типа. В качестве примеров унарных показателей можно привести плотность жилого фонда (кв.м./га), плотность жителей (чел/га), плотность рабочих мест (раб. мест/га). Показатели данного типа рассчитываются путем пространственного усреднения мощностных характеристик отдельных объектов. Эти показатели, как правило, не характеризуют уровень обслуживания, но являются поддерживающими инструментами для пространственного анализа систем расселения и обслуживания⁵.
- Бинарные показатели, учитывающие факт наличия в заданном радиусе объектов обслуживания; примером показателей подобного типа является плотность детей, проживающих вне радиуса доступности детских садов. Данные показатели в наибольшей степени соответствуют требованиям нормативов градостроительного проектирования и обеспечивают контроль их выполнения. Но, как было отмечено ранее, показатели не учитывают фактические мощности объектов обслуживания, и вследствие этого могут давать искаженную картину. Алгоритм расчета аналогичен расчету показателей унарного типа, но учитываются только пары объектов, удаленных друг от друга не более заданного предельного радиуса.

⁴ Например: Яндекс, Дадата, Google, Graphhopper, MapBox, OSM, Here

⁵ Отметим, что в ряде случаев показатели подобного типа позволяют судить о соблюдении ПЗЗ или нормативов градостроительного проектирования в части предельных параметров плотности застройки, если эти показатели нормируются в конкретном регионе.

- Бинарные показатели, учитывающие мощность объектов обслуживания. Для подсчета показателей такого типа следует решить задачу распределения потребителей услуг между различными объектами обслуживания. На последнем моменте остановимся более подробно.

3.2 Алгоритм расчета бинарных показателей, учитывающих предельную мощность объектов обслуживания

В математическом плане задача сводится к поиску оптимального распределения:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M C_{ij} * F_{ij} = \min$$

$$\sum_{j=1}^M c_{ij} \leq a_i \quad i \in (1, N)$$

$$\sum_{i=1}^N c_{ij} \leq b_j \quad j \in (1, M)$$

Где

a_i – количество лиц, подлежащих обслуживанию в объекте i

b_j – емкость объекта j

F_{ij} – весовая функция (например, квадрат расстояния между объектами i и j)

C_{ij} – количество лиц объекта i , обслуженных объектом j (подлежит определению)

N – количество объектов, подлежащих обслуживанию

M – количество объектов обслуживания

По порядку величины (даже для города среднего размера) N – несколько тысяч, M – несколько сотен. Поэтому речь идет о задаче оптимизации $10^5 - 10^6$ переменных, что является проблемой для самых мощных компьютеров. Кроме того, очевидно, что точный вид весовой функции является неизвестным, что ставит под сомнение целесообразность использования трудоемких вычислительных алгоритмов.

В качестве более реалистичной вычислительной альтернативы предлагается использовать метод, близкий к имитационному, и воспроизводящий реальные сценарии последовательного заполнения объектов обслуживания.

Будем далее рассматривать реализацию алгоритма на примере распределение детей детсадовского возраста по детским садам. Алгоритм заключается в поиске ближайшей по расстоянию пары объектов «дом» и «сад», при условии, что в доме остались необслуженными дети, а в саду – свободные места. Далее, если число детей меньше числа свободных мест, все дети данного дома «зачисляются» в сад. Детей, подлежащих обслуживанию в данном доме, не остается, а в саду, соответственно, сокращается число свободных мест. Если соотношение между количеством детей и количеством свободных мест в саду обратное – зачисляем часть детей в сад и приравниваем к нулю число свободных мест в саду.

Таким образом, на каждом цикле сокращается на единицу число домов или число садов, и в итоге итерационный процесс закончится, когда все дети будут зачислены в сады, либо когда свободных мест в садах не останется.

Данный метод работает также и в случае заданных предельных радиусов территориальной доступности — пара «дом-сад» не рассматривается, если расстояние между объектами превышает заданный порог.

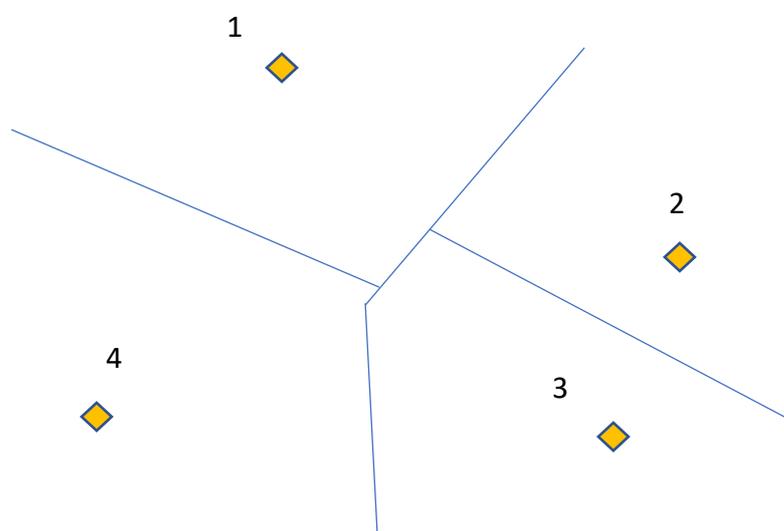
Данный алгоритм является точным, если весовая функция F_{ij} резко убывает с расстоянием. В иных случаях метод является приближенным, поскольку назначает бесконечно высокий приоритет фактору взаимного расстояния между объектами.

В практическом плане описанный алгоритм работает достаточно быстро для городов небольшого размера (10-30 тыс. чел.). Но для крупных городов (100 тыс. +) каждый вычислительный цикл занимает 20-40 мин., что затрудняет вариативные расчеты широкого спектра показателей.

Вследствие этого, может быть предложен оптимизированный вариант итерационной процедуры, основанный на формировании локальных зон обслуживания для каждого объекта обслуживания.

Суть метода состоит в том, чтобы на каждом этапе итерационной процедуры определить для каждого свободного (частично свободного) объекта обслуживания зону влияния, т.е. совокупность обслуживаемых объектов, для которых данный объект обслуживания является ближайшим.

Геометрически это можно представить как разделения пространства на многоугольники срединными перпендикулярами для каждой пары объектов обслуживания.



Далее, для каждой зоны обслуживания вычисляется суммарное число детей, еще не зачисленных в сад, которое сравнивается со свободной емкостью сада. Если емкости сада достаточно, то все дети из данной зоны зачисляются в сад, в противном случае — зачисляется в сад часть детей, и обнуляется число свободных мест в саду.

После каждого итерационного цикла сокращается либо число свободных объектов обслуживания, либо число лиц, подлежащих обслуживанию.

В сравнении с предыдущим методом, вычислительная процедура оказывается достаточно быстрой (порядка 5-7 сек для города численностью 500 тыс. жителей).

При этом смысловая нагрузка данной методики мало отличается от предыдущей и сводится по сути к приравниванию вероятности зачисления детей в сад для всех домов, тяготеющих в данному объекту обслуживания.

3.3 Алгоритм пространственного сглаживания

Алгоритм пространственного сглаживания предназначен для того, чтобы превратить большие массивы исходных (пообъектных) пространственных данных в доступные для человеческого восприятия и интерпретации сглаженные плотности распределения.

Алгоритм заимствован из статистической физики, где, например, плотность вещества пересчитывается на основе данных о распределении молекул по формуле:

$$P(\vec{r}) = \sum_i m_i \delta(\vec{r} - \vec{r}_i)$$

Где m_i – масса i -й молекулы, \vec{r}_i – координата молекулы, δ – дельта-функция Дирака.

В вычислительных алгоритмах дельта-функция чаще всего аппроксимируется гауссовской функцией, и плотность распределения пространственно заданной величины $f_i(\vec{r}_i)$ вычисляется как

$$F(\vec{r}) = \frac{1}{\pi * D^2} * \sum_i f_i(\vec{r}_i) * \exp\left(-\frac{(\vec{r} - \vec{r}_i)^2}{2 * D^2}\right)$$

где D – радиус сглаживания.

Величина D выбирается исходя из целевого масштаба отображения и требуемого уровня детализации. Для очень малых D (<20 м) сглаженное отображение будет фактически повторять исходное распределение, и, наоборот, при больших значениях D картинка станет полностью размытой. На практике для условий городской застройки можно рекомендовать устанавливать радиус сглаживания порядка 100 м, что примерно соответствует протяженности типичного домостроения.

Плотность распределения пространственно заданной величины может быть рассчитана для любой точки пространства, однако в большинстве случаев достаточно рассчитать сглаженные показатели в узлах фиксированной пространственной сетки, неизменной для вывода различных показателей. В этом случае расчетный алгоритм может быть существенно оптимизирован, путем предварительного расчета коэффициентов сглаживания для всех пар объектов и узлов сетки, при этом очень малые коэффициенты (при взаимном расстоянии, превышающем, например, $5D$) могут быть отброшены.

Отметим, что большинство современных геоинформационных систем имеют встроенные алгоритмы сглаживания и визуализации распределенных пространственных данных, тем не менее, очень часто возникает потребность более детальной и управляемой настройки выходных картограмм.

4 Примеры расчетов

В качестве примера представим результаты расчета уровня обеспеченности по нескольким показателям, нормируемым в рамках региональных и местных нормативов градостроительного проектирования г. Липецка. Материалы подготовлены в рамках разработки проекта генерального плана г. Липецка, 2021-2022 гг.

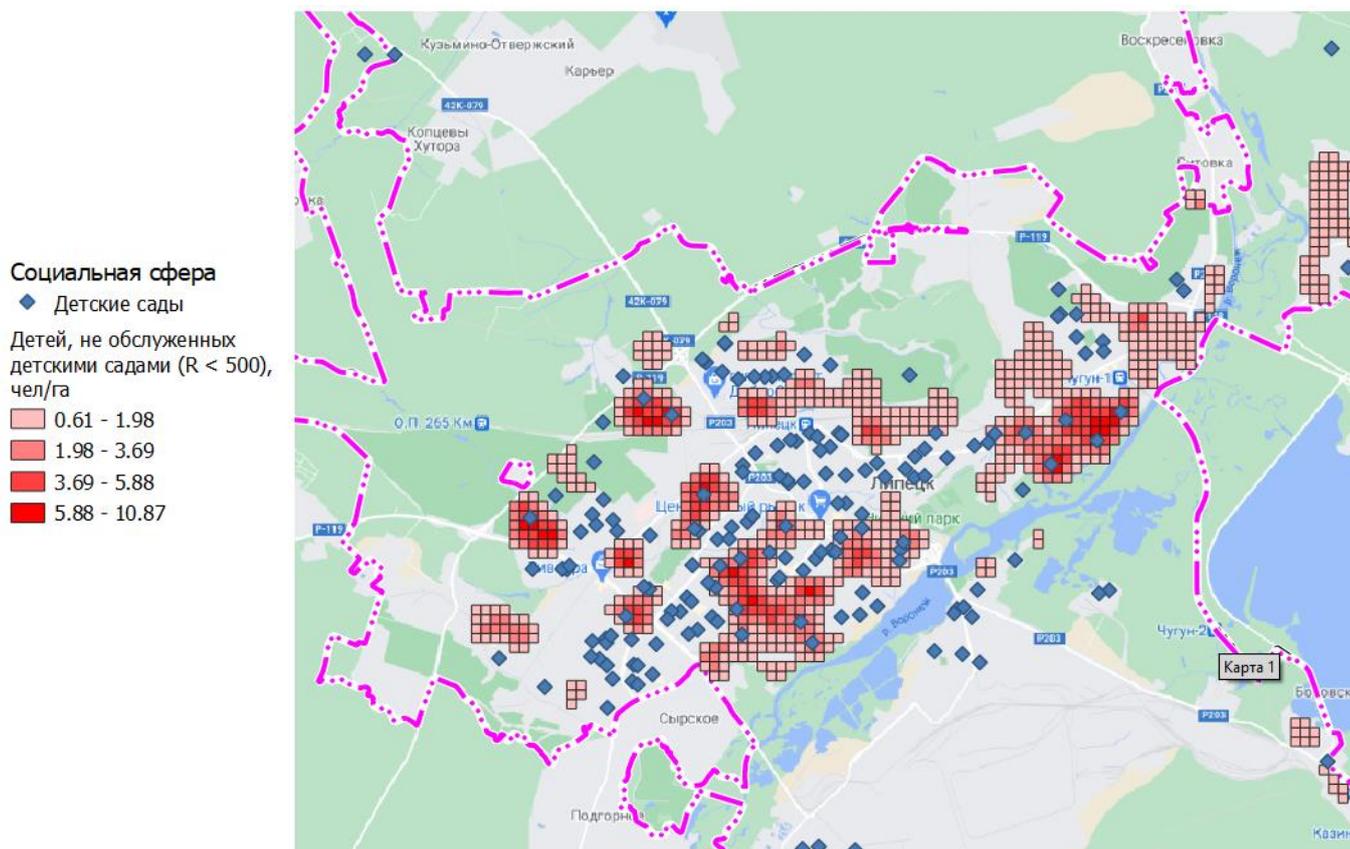


Рисунок 2. Дефицит обслуживания детскими дошкольными учреждениями.

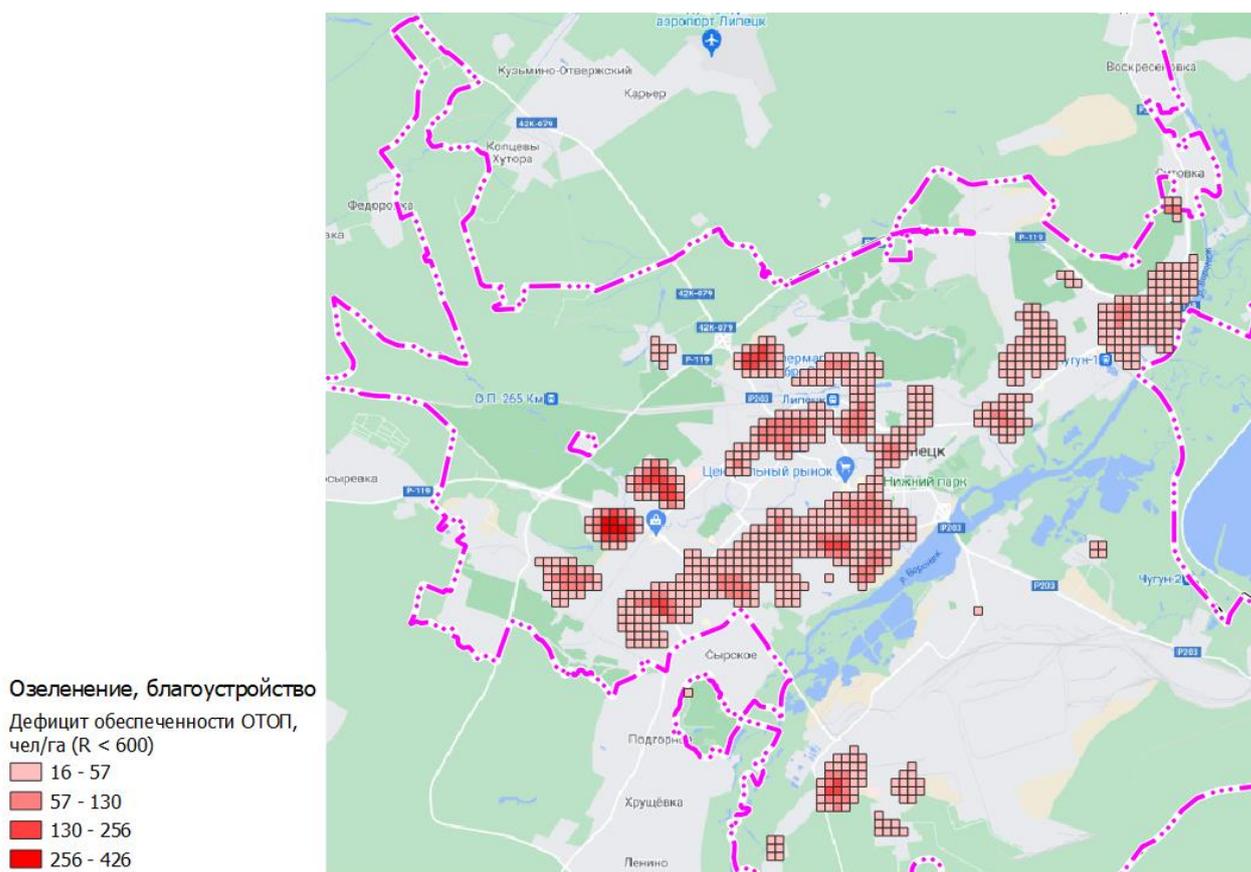


Рисунок 3. Дефицит обеспеченности озелененными территориями общего пользования

Дефицит обслуживания возникает как вследствие удаленности мест проживания от объектов обслуживания, так и вследствие недостаточной мощности объектов обслуживания.

Представленный анализ уровня обеспеченности основными социальными, общественными услугами проводится, как правило, на концептуальной фазе разработки генерального плана, и является аналитической базой для обоснования размещения новых или реконструкции существующих объектов.

Заметим, что в случае городов «сельского типа» с преимущественно малоэтажной застройкой и низкой плотностью населения часто наблюдается картина, когда уровень обеспеченности социальными услугами оказывается неудовлетворительным, несмотря на значительное число социальных объектов и их достаточную вместимость. Это связано с тем, что в нормативном радиусе доступности от социального объекта число людей, нуждающихся в обслуживании, оказывается меньше мощности объекта обслуживания. Решением могло бы стать изменение стратегии строительства социальных объектов — более частое их размещение на территории с одновременным уменьшением средней вместимости. Но, понятно, что такая стратегия приведет к неоправданному повышению муниципальных расходов на содержание социальной сферы.

Из приведенного анализа могут вытекать и предложения по внесению изменений в нормативы градостроительного проектирования. Например, нормативный радиус доступности детских дошкольных учреждений для городов с низкой плотностью населения может быть установлен на том же уровне, что и для сельской местности.

5 Моделирование прогнозных показателей

Описанные выше алгоритмы относятся к анализу уровня обеспеченности по существующему положению, что помогает выработать предложения по размещению новых объектов обслуживания. Но не менее важно удостовериться, что проектные решения будут способствовать кардинальному снижению выявленных дефицитов как в целом по городу, так и в разрезе отдельных территорий.

Алгоритм оценки показателей в целом аналогичен описанному выше, но есть несколько важных отличий.

В качестве объектов обслуживания и объектов, подлежащих обслуживанию теперь следует учитывать не только существующие объекты, но и объекты, планируемые к новому строительству, реконструкции, а возможно и ликвидации. При этом точная локализация объектов, подлежащих обслуживанию (а это преимущественно жилые дома) на стадии разработки документов территориального планирования неизвестна, и необходимо провести соответствующее моделирование.

Технически учет будущих объектов может быть выполнен путем назначения дополнительных атрибутов объектам — год создания объекта, год ликвидации объекта. Соответственно, на каждой фазе реализации проекта территориального развития учитываются только те объекты, которые существуют на данной фазе.

Наиболее сложным моментом является моделирование развития будущего жилого фонда. На стадии разработки генерального плана основой такого моделирования является проектное функциональное зонирование и связанные с ним проектные плотности застройки функциональных зон жилого типа. По каждой жилой зоне следует провести сравнение будущего и существующего жилого фонда, и на основе этого оценить общий объем и количество новых жилых объектов, создаваемых на каждом этапе реализации генерального плана. Следует также принимать во внимание, что вследствие проектного изменения общей численности населения и уровня жилищной обеспеченности произойдет перераспределение населения между существующим и новым жилым фондом.

Далее, таблица объектов должна быть дополнена «виртуальными объектами», создаваемыми в будущие периоды, с заданным пространственным распределением, например, методом выбора случайного расположения в пределах выделенной функциональной зоны.

6 Заключение

Представленные подходы к вопросу количественного определения показателей, характеризующих качество городской среды, носят на данной фазе поисковый характер и не закреплены в официальной нормативной или методической базе.

Вместе с тем представляется, что усиление аналитических функций в практике территориального планирования, реализация возможностей количественного предсказания последствий принятия градостроительных решений и их влияния на среду обитания являются важнейшими направлениями развития градостроительства.

На данный момент практическое использование методик количественной оценки показателей пространственного развития и качества городской среды является достаточно трудоемким, в первую очередь из-за ограниченной доступности больших данных, требующихся для анализа. Кроме того, региональные различия в нормируемых

показателях затрудняют прямое сравнение результатов анализа для различных населенных пунктов.

Представляется, что обозначенные вопросы могут стать предметом эффективного обсуждения в профессиональном сообществе.

Список литературы

[1]. Индекс качества городской среды. Методика. <https://xn----dtbccdtsypabxk.xn--p1ai/#/methodology>

[2]. Погорельцева Ольга. Объясняем, зачем измерять качество городской среды. Strelka Mag. 22/11/2019/ <https://strelkamag.com/ru/article/indeks-ne-panaceya-i-ne-spasyot-vsyo-rossiyu-zachem-izmeryat-kachestvo-gorodskoi-sredy>