

УДК 711.4-163; 004.942

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-4-57-71

*Е.Д. БЕГЕЙ, О.О. СМОЛИНА,
Новосибирский государственный
архитектурно-строительный университет*

ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОВЕДЕНИЯ КОНФИГУРАЦИОННОГО АНАЛИЗА НА ТЕРРИТОРИИ ЗАСТРОЙКИ Г. НОВОСИБИРСКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ DEPTHMAP

Аннотация. Градостроительная деятельность базируется на комплексе методик и принципов проектирования, которые со временем корректируются под воздействием новых научных исследований, отсюда очевидна важность пополнения отечественных научных знаний зарубежными теориями и практиками. Конфигурационная теория пространственного синтаксиса может считаться ценным ресурсом для отечественной научной школы, исследующей городскую морфологию.

Цель: разработка методики реновации открытых городских пространств в условиях застроенных территорий г. Новосибирска на базе программного обеспечения Depthmap, позволяющего провести анализ пешеходного движения.

Задачи: изучить виды конфигурационного анализа пешеходных пространств и их ограничения; разработать научно-практические рекомендации по применению конфигурационного анализа на застроенных городских территориях; определить уровень корреляции результатов конфигурационного анализа с действительностью; разработать идентификаторы свойств пространств, основывающиеся на физических параметрах, полученных при конфигурационном анализе.

Научная новизна: авторская классификация открытых пространств типовых застроек с использованием данных о пространственных характеристиках, полученных при помощи конфигурационного анализа.

Методы: анализ отечественных и зарубежных данных; изучение программного обеспечения, позволяющего выполнить задачи исследования; анализ данных натурных исследований; применение градостроительного и конфигурационного анализа.

По результатам анализов территории застройки выявлены принципы пространственной теории, определены ограничения конфигурационной модели, с которой можно работать в программном обеспечении Depthmap.

Сформирована гипотеза для будущих исследований, заключающаяся в практической пользе аналитического аппарата пространственной теории в определении метрической и топологической целостности локально-целостных градостроительных образований.

Ключевые слова: городская морфология, конфигурационный анализ, пространственный синтаксис, программное обеспечение Depthmap, графовая модель, пространственная связность, интеграция, изовист, шаговая глубина

Для цитирования: Бегей Е.Д., Смолина О.О. Особенности и перспективы проведения конфигурационного анализа на территории застройки г. Новосибирска с использованием программного обеспечения Depthmap // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 4. С. 57–71.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-4-57-71

E.D. BEGEY, O.O. SMOLINA,
Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering

CONFIGURATIONAL ANALYSIS OF NOVOSIBIRSK'S DEVELOPMENT AREA USING DEPTH MAP SOFTWARE

Abstract. Purpose: The purpose of this work is to develop a methodology for the renovation of open urban space in the development area of the city of Novosibirsk using Depth Map software, which allows for the pedestrian traffic analysis. **Methodology/approach:** The analysis of Russian and foreign data, 2) study of software for conducting required research, 3) the analysis of field research data, 4) urban planning and configurational analyses. **Research findings:** Russian studies do not offer such a configurational approach. Most of the studies that consider pedestrian space, represent pedestrian traffic from point A to point B, while in other studies the movement is a more complex symbiosis of social activities not only without goal-setting, but also without specific choice. **Practical implications:** A hypothesis is suggested for future research, which implies the usefulness of the analytical apparatus of spatial theory to determine the metric and topological integrity of locally integral urban formations. **Originality/value:** Classification proposed for open space of typical development areas using data on spatial characteristics obtained by the configurational analysis.

Keywords: urban morphology, configurational analysis, spatial syntax, Depth Map software, graph model, spatial connection, integration, isovist, step depth

For citation: Begey E.D., Smolina O.O. Osobennosti i perspektivy provedeniya konfiguratsionnogo analiza na territorii zastroiki g. Novosibirska s ispol'zovaniem programmnoho obespecheniya Depthmap [Configurational analysis of Novosibirsk's development area using Depth Map software]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2022. V. 24. No. 4. Pp. 57–71.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-4-57-71

Введение

Изучение городской морфологии активно ведется с первой половины XX в. разными специалистами: историками, географами, градостроителями, архитекторами и др. Для развития городской морфологии в Германии решающими были первые три десятилетия, они начались с работ Шлютера (1899) и Ратцеля (1903) и были завершены работами Гайслера (1924) и Мартини (1928) [1].

Морфологические исследования городов в Австралии, проводимые с 1960-х гг., по большей части касались первоначальных планов, подготавливаемых колониальным правительством в течение XVII и XIX вв., и того, как эти планы повлияли на последующую эволюцию элементов и форм городов [2].

Основное развитие городской морфологии в Канаде началось после основания Канадской ассоциации географов в 1950 г. [3].

Питер Дж. Ларкхэм в своей статье «Изучение городской формы в Великобритании» отмечает, что с 1970-х гг. исследования были тематическими и узконаправленными, лишены взаимодействия с пользователями исследований или политикой, за исключением работ по сохранению культурного наследия [4].

Ученые, занимающиеся исследованием морфологии городов, понимают, что форма и конфигурация города, даже если и не является главной причиной

возникающих негативных процессов, может являться мощным катализатором их возникновения. Учитывая, что город представляет собой физическую модель, наполненную теми или иными процессами, мы можем описать эту модель, проанализировать и отыскать взаимосвязь физических показателей с экологическими, экономическими и социальными явлениями. Если подобного рода корреляции возможно найти, значит можно моделировать и прогнозировать работу проектируемой морфологической единицы или структуры в целом. Кроме того, поиск взаимосвязи между физическими показателями также может дать ответ на вопросы, как проектные решения влияют на социальные аспекты города, почему те или иные проектные решения оптимальны или неэффективны, как определить оптимальные методы проектирования, какую конфигурацию и протяженность пешеходного каркаса выбрать для создания устойчивой среды жизнедеятельности населения.

Одной из задач конфигурационной теории пространственного синтаксиса (пер. с англ. Space Syntax) [5], сформулированной Биллом Хиллером, является поиск взаимосвязи между формой городских открытых пространств с показателями видимости и поведением человека. На основе ряда исследований были сформулированы функции, описывающие поведение людей, которые легли в основу программного обеспечения Depthmap [6], именно посредством этой программы проводится расчет и анализ территории застройки г. Новосибирска.

Цель научного исследования заключается в разработке методики реновации открытых городских пространств в условиях застроенных территорий г. Новосибирска на базе программного обеспечения Depthmap, позволяющего провести анализ пешеходного движения участников среды.

Данное исследование направлено на то, чтобы изучить теоретические материалы, касающиеся поведения и перемещения людей внутри городской среды; освоить программное обеспечение, способное эффективно провести пред- и постанализ; осуществить сравнительную характеристику; выявить задачи, которые возможно решать описанным программным обеспечением; проиллюстрировать использование самой эффективной программы Depthmap в практических задачах.

Научная новизна исследования заключается в авторской классификации открытых пространств типовых застроек с использованием данных о пространственных характеристиках, полученных при помощи конфигурационного анализа.

Методы

Анализ в программном обеспечении Depthmap можно осуществить на основе осевой и сегментной карт. Осевая карта состоит из осевых линий, которые представляют собой максимальное осевое удлинение любой точки по прямой линии. Осевая карта (рис. 1, *а*) – это наименьший набор осевых линий, которые проходят через каждое выпуклое пространство [7]. Основным принципом построения осевой карты – минимизировать количество линий и угловое изменение между любыми парами линий. Осевая карта может быть трансформирована в сегментную карту (рис. 1, *б*) путем разбиения осевых линий в местах их пересечения на сегменты.

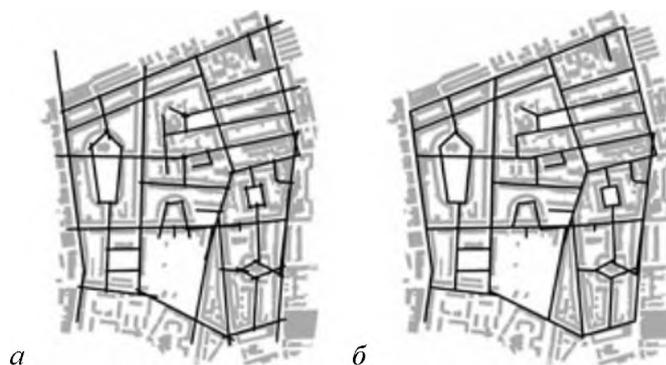


Рис. 1. Осевая (а) и сегментная (б) карты

В рамках научного исследования подробнее будут рассмотрены только те виды анализа, которые основаны на сегментной карте.

В широком смысле конфигурационный анализ – анализ графовой модели, где вершины графов могут представлять собой пространства в том или ином виде. В конфигурационном сегментном анализе граф представляет собой пространство, отделяемое от других значимой физически выраженной границей, которая может содержать физическую связь с другими пространствами.

Моделью конфигурационного анализа является прямоугольная сеть графов (VGA-график) с заданным шагом, которая распространяется в пространстве между физически непроницаемыми преградами пространственной карты (рис. 2).



Рис. 2. Пример графовой сети

Следует назвать определяемые параметры пространства.

Пространственная связность (пер. с англ. Connectivity) – выражает площадь всего пространства, видимого с предметной точки на плане, выраженного числом других предметных точек, с которыми непосредственно связано указанное местоположение [8].

Интеграция (пер. с англ. Integration) – численная мера, предназначенная отразить релятивизированную асимметрию. Данная мера показывает, насколько

ко глубоко или близко в топологическом смысле пространство расположено по отношению ко всем остальным пространствам. Различают глобальную интеграцию и интеграцию с заданным шагом (пер. с англ. Integration HH Rn), которая будет подробнее рассмотрена ниже. На рис. 3 отражен простой пример интеграции пространств.

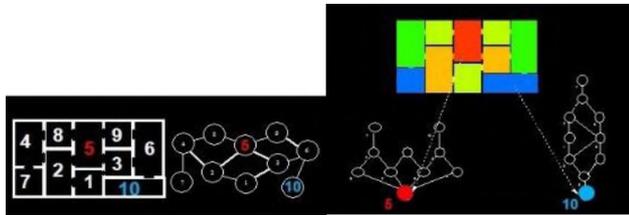


Рис. 3. Схема интеграции пространств, где красный цвет выражает максимальное значение, т. е. показывает, насколько глубоко расположено пространство, а синий – минимальное, т. е. показывает близко расположенное пространство

На основе полученных данных возможно выделить «ядро интеграции» – пространства с максимальным значением интеграции, например 10 % наибольших значений системы. Считается, что интеграция соответствует показателям социальной активности и розничной деятельности [9].

Метод 1. Анализ изовиста (или видимости) впервые представлен Бенедиктом в 1979 г. [10], где изовист представляет собой область в пространственной среде, видимую из расчетной точки. Изовист можно представить в виде физического тела (замкнутый многоугольник), следовательно, он имеет геометрические свойства, такие как площадь и длина периметра. Изовисты также могут быть построены из области (например, из области вокруг фасада) для отображения поля видимости из неё. Набор изовистов также может быть составлен из отрезков пути с равными промежутками времени, чтобы продемонстрировать, как меняется пространство вокруг пользователя, движущегося, например, из пространства с высокой интеграцией к пространству с низкой интеграцией. Множество изовистов, которые покрывают этот путь, обычно называют моделью Минковского [11]. На рис. 4 представлены три основных типа застройки г. Новосибирска, на базе которых будут производиться расчеты: *линейный* (полузакрытый), *периметральный* (закрытый), *локальный* (открытый). Для каждого типа построены схемы изовистов, которые демонстрируют видимость из расчетных точек застроек.

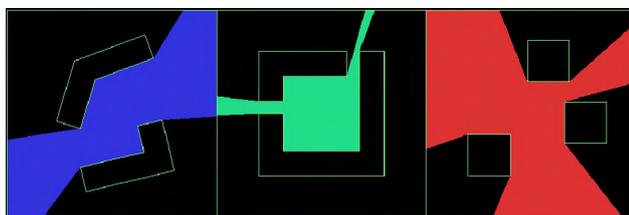


Рис. 4. Схема построения изовистов, где синий цвет демонстрирует линейную видимость, зеленый цвет – периметральную видимость, красный цвет – локальную видимость

Результат: исходя из полученных расчетов анализа изовиста (или видимости) выявлено, что самой комфортный тип застройки для городского жителя, в рамках данного анализа, – это локальный (открытый), т. к. он открывает большой обзор и возможность для рассредоточения людей в зависимости от их потребностей в интеграции с другими пространствами. Наименее эргономичным (комфортным) с точки зрения видимости окружающей среды является периметральный (закрытый) тип.

Метод 2. Данный расчет выбранных участков производится для определения *шаговой глубины* территорий (рис. 5). Шаговая глубина (пер. с англ. Step Depth) представляет собой число оборотов (изменений прямолинейной траектории), необходимое для перехода из текущего местоположения в любое другое местоположение в плане. Все, что непосредственно видно из начальной точки, находится на глубине со значением один, на глубине два находится всё то, что видно после изменения траектории в области со значением один, и так далее по всему плану. Стандартно рассчитывается визуальная глубина шага расчетной точки (пер. с англ. Visual Step Depth). Необходимо обратить внимание, что *визуальная глубина* является мерой «кратчайшего пути» через граф. Мак Элхинни пишет: «Вы можете поворачивать множество раз, чтобы попасть в любое место на графике, но на кратчайшем пути от одного узла к другому вы делаете как можно меньше поворотов» [11].

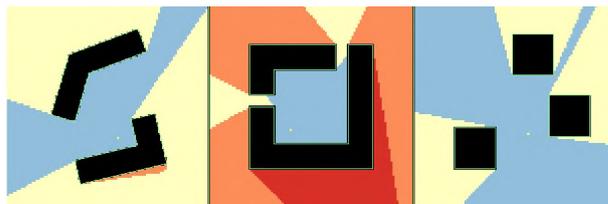


Рис. 5. Схема показателя визуальной шаговой глубины для одной точки в пространстве, где бирюзовый цвет имеет значение 1, зеленый 2, желтый 3 и красный 4, где значение 1 – все, что непосредственно видно из начальной точки, а значение 4 – все, что видно после изменения траектории в области со значением три

Результат: анализируя данные, полученные при расчете, можно наблюдать, что кратчайших путей больше при локальном (открытом) типе застройки, что дает пешеходам возможность экономить время, затраченное на перемещение, в то время как периметральный (закрытый) тип застройки, наоборот, вынуждает пешеходов совершать максимальное число поворотов, которые удлиняют путь следования до конечной точки.

Метод 3. *Глобальная визуальная связность*, являющаяся аналогом пространственной связности, представляет собой количество неразрывных связей вершины графа с любой другой вершиной во всей системе, в то время как «ограниченная визуальная связность» определяет количество неразрывных связей вершины графа с другими в определенном радиусе (рис. 6).

Результат: данная схема демонстрирует, что локальная (открытая) застройка имеет наибольшую пространственную связанность с окружающей территорией и не создает закрытых и непросматриваемых мест, в то время как

периметральная (закрытая) застройка как раз ограничивает связи пространств, что в последующем влечет за собой создание небезопасных территорий города, в которых жители будут чувствовать себя незащищенными и которые будут стараться избегать.

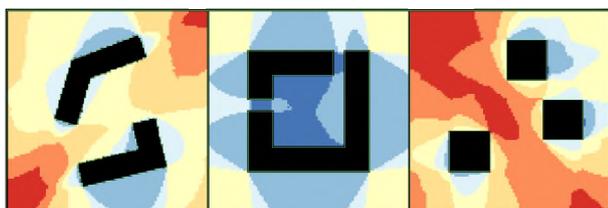


Рис. 6. Схема глобальной визуальной связности, где красный цвет выражает максимальное значение, т. е. показывает минимальное число изменений прямолинейной траектории, а синий – минимальное, т. е. показывает максимальное число изменений прямолинейной траектории

Метод 4. В рамках анализа отношений видимости возможно получить следующие показатели:

1. *Средняя глубина* (пер. с англ. Mean Depth) рассчитывается для каждого узла так же, как при анализе глубины шага (рис. 7). Кратчайший путь (наименьшее количество поворотов) через граф видимости рассчитывается для каждого другого узла в графе. Они суммируются и делятся на количество узлов в графе (минус рассматриваемый нами узел).

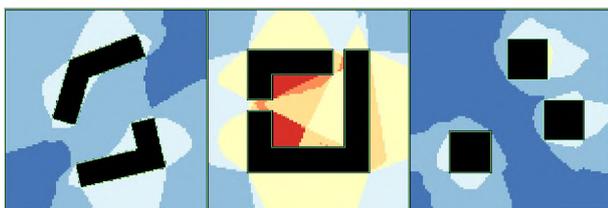


Рис. 7. Схема средней глубины, где красный цвет выражает самое глубокое пространство

Результат: данная схема иллюстрирует, что в периметральной (закрытой) территории застройки с точки зрения отношений видимости самыми опасными и потенциально небезопасными зонами будут именно те, которые плохо просматриваются снаружи зданий, и чем уже проходы в застройку, тем меньше угол просматриваемости, а показатели линейной (полузакрытой) и тем более локальной (открытой) территорий застройки демонстрируют максимально просматриваемые зоны, что располагает пешеходные потоки для размещения.

2. *Интеграция* (пер. с англ. Integration) уже упоминалась ранее и также различает глобальную и интеграцию с заданным шагом (Integration NN Rn) с тем лишь отличием, что правило расчета применяется ко всей графовой сети. Эта мера по существу является нормализованной версией средней глубины. *Нормализация* – это процедура, позволяющая сопоставить различные си-

стеми друг с другом путем принудительного переназначения величин в диапазоне от 0 до 1. Затем эти величины делятся на число, называемое значением d [11], что должно учитывать факт, что по мере роста осевых графиков они также становятся менее интегрированными из-за того, как линии пересекаются. Таким образом, компактная и небольшая по площади система всегда выглядит более интегрированной, чем большая. Depthmap просто принимает значение d и применяет его к VGA-графикам, результат в программе называется «Интеграция (НН)».

Результат: сопоставляя результаты расчетов, можем заметить, что эта схема обобщает данные для периметрального (закрытого) типа застройки и не дает более конкретных результатов поведения пешеходов в отличие от графика средней глубины выше (рис. 8).

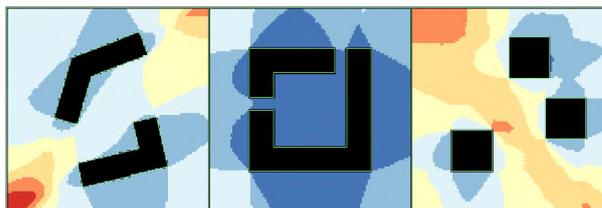


Рис. 8. Схема интеграции НН с радиусом 20 вершин графа, где красный цвет выражает максимальное значение, показывающее сильную интеграцию в пространство, а синий – минимальное, показывающее слабую интеграцию в пространство

Де Арруда Кампос и М.Б. Фонг более детально исследуют применение значения d к VGA-графам и предлагают другое, p -значение [12] (рис. 9).

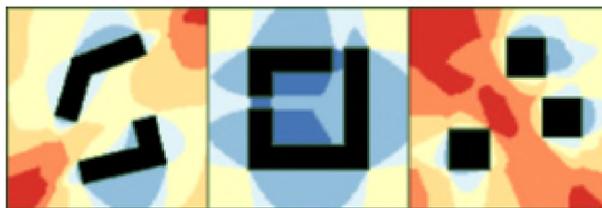


Рис. 9. Схема интеграции по p -значению с радиусом 20 вершин графа, где красный цвет выражает максимальное значение, показывающее большую востребованность у пешеходов, а синий – минимальное, показывающее меньшую востребованность у пешеходов

Результат: при данном p -значении получаем более подробную схему интеграции, в которой результаты расчета коррелируют со схемой средней глубины пространства. Следовательно, наш вывод для разных конфигураций застройки г. Новосибирска дополняется еще тем фактом, что помимо плохо просматриваемых зон модели меньшую востребованность у пешеходов имеют еще и максимально ограниченные строениями участки пути, в которых человек не может увидеть, что его ждет впереди, и не имеет более двух траекторий движений. Такими некомфортными для человека местами, особенно в случае

периметральной (закрытой) территории застройки, как правило, служат арки или узкие проходы между домами. Такие места опасны потому, что именно в них и совершается большинство преступлений по путям следования пешеходов, как раз таки по причине ограниченности интеграции в среду.

Depthmap также рассчитывает другой вариант интеграции, который называется «Интеграция (Тек1)» [13].

Результат: Текленбург и его коллеги были также заинтересованы в нормализации осевых карт, но масштабирование, которое они используют, является более общим и простым с использованием логарифмического масштаба (рис. 10).

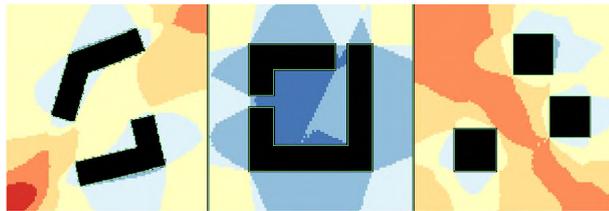


Рис. 10. Схема интеграции (Тек1) с радиусом 20 вершин графа, где красный цвет выражает максимальное значение, показывающее большие пешеходные потоки, а синий – минимальное, показывающее меньшие пешеходные потоки

3. *Визуальный контроль* (пер. с англ. Visual control / Control (X_v)) выражает визуальное «доминирование связности»; степень релевантности, которую каждое пространство представляет для своих ближайших соседей в качестве пространства для перехода [14]. Показатель увеличивается по мере охвата изовиством областей пространства, которые имеют меньшие (более изолированные) изовисты, чем он сам (рис. 11). Для контроля каждому местоположению сначала присваивается индекс того, сколько он может видеть, обратный его связности. Затем для каждой точки индексы, которые она может видеть, суммируются.

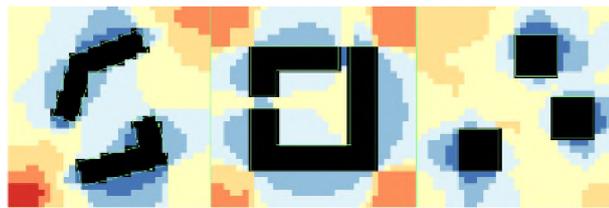


Рис. 11. Схема визуального контроля, где красный цвет выражает максимальное значение, показывающее полный визуальный контроль, а синий – минимальное, показывающее частичный визуальный контроль

Может показаться, если локация имеет большое поле зрения, она охватит много точек для суммирования, поэтому показатель визуального контроля будет высоким. Однако если охваченные точки также имеют большие визуальные поля, то это мало способствует визуальному контролю, поэтому контролирую-

щая точка должна охватывать не просто большое количество других точек, а такие точки, которые малы относительно контролирующей.

Результат: таким образом, благодаря данной схеме можно резюмировать, что максимально долго визуальный контроль пешеход чувствует при хождении вдоль периметрального (закрытого) и линейного (полузакрытого) типов застройки, в то время как при локальном (открытом) визуальный контроль прерывистый и его показатели часто сменяются, что вызывает дискомфорт и повышенную тревожность при перемещении.

4. *Управляемость* (пер. с англ. Controllability (Yv)) выражает потенциальное доминирование контролирующими точками, которые попали в область изовиста данной точки [6]. Показатель увеличивается по мере того, как изовист охватывает области пространства, которые генерируют более крупные изовисты, чем он сам (рис. 12).

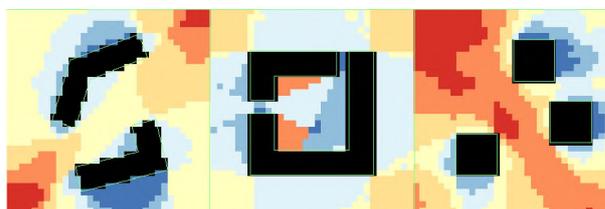


Рис. 12. Схема управляемости, где красный цвет выражает максимальное значение, показывающее высокий показатель регуляции потока, а синий – минимальное, показывающее низкий показатель регуляции потока

Результат: при рассмотрении данной схемы интересно заметить, что периметральная (закрытая) и локальная (открытая) застройки максимально регулируют потоковость [15] на своей территории, в то время как линейная (полузакрытая) совсем не справляется с этой задачей.

Метод 5. Анализ угловых отношений. Результат расчета предоставляет следующие параметры:

1. *Угловая средняя глубина* (пер. с англ. Angular Mean Depth) – сумма кратчайших угловых путей к сумме всех угловых пересечений в системе. Depthmap определяет параметр как сумму кратчайших угловых путей применительно к сумме сегментов, встречающихся на путях от корневого (исходного) сегмента ко всем остальным (рис. 13) [16].

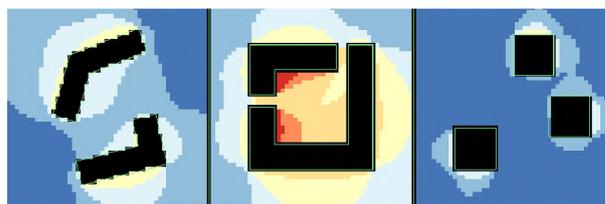


Рис. 13. Схема средней угловой глубины, где красный цвет выражает максимальное значение, показывающее кратчайшие угловые пути, а синий – минимальное, показывающее дальние угловые пути

2. Суммарная угловая глубина (пер. с англ. Angular Total Depth) – сумма кратчайших угловых путей в системе (рис. 14) [16].

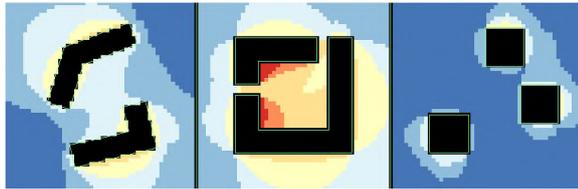


Рис. 14. Схема суммарной угловой глубины, где красный цвет выражает максимальное значение, показывающее сумму кратчайших угловых путей, а синий – минимальное, показывающее сумму дальних угловых путей

Результат: данные схемы подтверждают расчеты, полученные выше, и тем самым могут использоваться как данные принципиальной модели, на основании которых в последующем будут проводиться подобные расчеты по застройке территории г. Новосибирска.

Метод б. Анализ сквозной видимости. В результате данного анализа возможно получить показатель сквозной видимости, используемый как способ определения мест, которые пересекаются чаще и, таким образом, могут считаться важными для движения [17]. Сквозная видимость может быть определена как количество линий видимости, которые проходят через локацию, т. е. число пересечений ячейки сетки линиями, проведенными между центрами всех других межвидимых ячеек (рис. 15). Эта метрика может использоваться для определения мест, наиболее вероятных для прохождения, учитывая, что они «на пути» из одной позиции в другую (рис. 16).

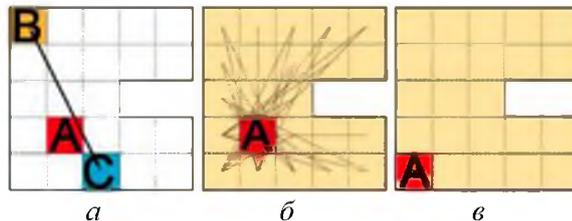


Рис. 15. Схема работы сквозной видимости:
а – линии, проведенные из видимых ячеек (например, В – С), увеличивают сквозное зрение для ячейки А; *б* – ячейка А имеет значение сквозного видения 56; *в* – ячейка А имеет значение сквозного зрения 0

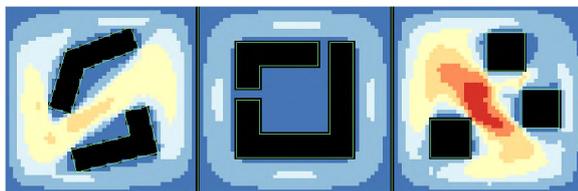


Рис. 16. Схема сквозной видимости, где красный цвет выражает максимальное значение, показывающее места для движения с высоким приоритетом, а синий – минимальное, показывающее места для движения с низким приоритетом

Результат: анализируя полученную из расчета схему сквозной видимости, можно проследить, что линейная (полузакрытая) и локальная (открытая) застройки образуют пешеходные потоки, которые впоследствии становятся важными для движения не только жителей данных домов, но и всего города, в то время как периметральная (закрытая) застройка их и вовсе не образует. Этот факт можно рассматривать как отрицательный аспект для пешеходов с точки зрения проходимости и экономии времени на передвижение, в то же время можно рассматривать как и положительный аспект для учреждений военных, медицинских, образовательных и дошкольных, т. к. через них не будут ходить посторонние просто потому, что это неудобный маршрут, и в основном их будут обходить.

Заключение

Выявлено, что актуальная теория морфологии города, работая с такими элементами городской среды, как здания, участки и улицы, не дает ответов на вопрос, почему и как протекает социальная активность внутри той или иной морфологической структуры, а скорее демонстрирует последствия таких процессов в конкретный момент времени. Чтобы объяснить замеченную взаимосвязь между городской структурой и формами пространств, внутри которых протекает активность, была создана конфигурационная концепция представления этих структур.

Возникновение теории пространственного синтаксиса дает возможность и инструменты говорить о структурах не только как о форме, но и как о конфигурации, позволяя получить новые физические и топологические параметры и величины, что значительно расширяет инструментарий городских исследователей.

Отмечено, что отечественные ученые не предлагают подобного конфигурационного подхода, большая часть исследователей, которые рассматривали бы пешеходные пространства, представляют пешеходное движение как поток из точки А в точку Б, в то время как существуют суждения, что феномен движения – более сложный комплекс социальных активностей, где имеет место быть не только целеполагание, но и специфический выбор.

В исследовании выявлены принципы пространственной теории:

1. Пространство непрерывно.
2. Конфигурация имеет прямое влияние на распределение аттракторов (пешеходов), аттракторы имеют косвенное влияние на конфигурацию.
3. Влияние конфигурации на аттракторы и функции первично, а обратное влияние вторично.
4. Существует процесс «метрической интеграции», что создает экономию движения в локальной сети.
5. Принцип эффективной модели представления: сегментная карта – для крупных масштабов пространств, пространственная карта – для малых масштабов.
6. Принцип проверки корреляции с действительностью посредством натуральных обследований по разработанной методологии.
7. Принцип комплексной интерпретации данных.

В исследовании представлены основные виды анализа пространственной теории на базе трех типовых принципиальных застроек г. Новосибирска: линейной (полузакрытой), периметральной (закрытой), локальной (открытой).

В ходе работы выявлены основные параметры, которые необходимо использовать в разработке метода классификации пространств на основе свойств изовистов: *пространственная связность, наименьший луч, наибольший луч, изменчивость*. В последующей работе необходимо практически определить пороговые значения для более точной интерпретации данных.

В ходе теоретического исследования также определены ограничения конфигурационной модели, с которой возможно работать на данном этапе развития программного обеспечения: 1) невозможность учета рельефа; 2) случайность агентного моделирования; 3) невозможность учитывать выбор агентов (пешеходов), основанный не на пространственных показателях; 4) проблема больших пространств и проблема коридоров; 5) недостаточная функциональность базового программного обеспечения и необходимость совместного использования с другими программами.

В рамках научного исследования сформирована гипотеза для будущих исследований, которая заключается в практической пользе аналитического аппарата пространственной теории в определении метрической, топологической или интеграционной целостности локально-целостных градостроительных образований, перечисленных в работе А.Е. Гашенко [18].

На базе полученных исследований планируется расширить зону изучения до микрорайонов Новосибирска и просчитывать оптимальные варианты застройки относительно пешеходных потоков, безопасных просматриваемых пространств и с учетом доступности радиусов действий социально значимых объектов на территориях застройки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Heineberg H.* German geographical urban morphology in an international and interdisciplinary framework // *Urban Morphology*. 2007. № 11 (1). P. 5–24.
2. *Siksha A.* The study of urban form in Australia // *Urban Morphology*. 2006. № 10 (2). P. 89–100.
3. *Gilliland J.* The study of urban form in Canada // *Urban Morphology*. 2006. № 10 (1). P. 51–66.
4. *Larkham J.P.* The study of urban form in Great Britain // *Urban Morphology*. 2006. № 10 (2). P. 117–141.
5. *Hiller B.* Space is the machine: A configurational theory of architecture. London : CreateSpace Independent Publishing Platform, 2015. 370 p.
6. *Turner A.* Depthmap: a program to perform visibility graph analysis // *Proceedings of the 3rd International Symposium on Space Syntax*, Georgia Institute of Technology. Atlanta, Georgia, 2001. 12 p.
7. *Turner A.* Depthmap. A Researcher's Handbook. London : Bartlett, School of Graduate Studies, 2004. 50 p.
8. *Benedikt M.* To Take Hold of Space: Isovists and Isovist Fields // *Environment and Planning B*. V. 6. 1979. P. 47–65.
9. *Al Sayed K., Hillier B., Penn A., Turner A.* Space syntax methodology // *A teaching guide for the MRes.MSc Space Syntax course (version 5)*, Bartlett School of Architecture. UCL. 2018. 117 p.
10. *McElhinney S.* Isovist_2.2: a basic user guide. V 1.4. 2018. URL: https://isovists.org/user_guide/
11. *Сазанов А.А.* Четырехмерный мир Минковского. Москва : Наука, 1988. 224 с.

12. *De Arruda Campos M.B., Fong P.S.P.* Bending the axial line: Smoothly continuous road centre-line segments as a basis for road network analysis // *Proceedings of the 4th International Symposium on Space Syntax*. UCL. London. UK, 2003. P. 35.1–35.10.
13. *Teklenburg J.A.F., Timmermans H.J.P., van Wagenberg A.F.* Space syntax: Standardised integration measures and some simulations // *Environment and Planning B: Planning and Design*. 1993. № 20 (3). P. 347–357.
14. *Hillier B.* *The Social Logic of Space*. London : Cambridge University Press, 2008. 296 p.
15. *Dalton R., Dalton N.* OmniVista: an application for isovist field and path analysis // *3rd International Space Syntax Symposium*. Atlanta, Georgia, 2001. 56 p.
16. *Turner A.* Angular Analysis // *Proceedings of the 3rd International Symposium of Space Syntax*. 2001. P.1–13.
17. *Turner A.* To Move through Space: Lines of Vision and Movement // *Proceedings. 6th International Space Syntax Symposium*. 2007. 12 p.
18. *Гашенко А.Е.* Формирование базовых градостроительных образований в структуре г. Новосибирска : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры : 18.00.01 / Гашенко Антон Евгеньевич. Новосибирск, 2018. 257 с.

REFERENCES

1. *Heineberg H.* German geographical urban morphology in an international and interdisciplinary framework. *Urban Morphology*. 2007. No. 11 (1). Pp. 5–24.
2. *Siksna A.* The study of urban form in Australia. *Urban Morphology*. 2006. No. 10 (2). Pp. 89–100.
3. *Gilliland J.* The study of urban form in Canada. *Urban Morphology*. 2006. No. 10 (1). Pp. 51–66.
4. *Larkham J.P.* The study of urban form in Great Britain. *Urban Morphology*. 2006. No. 10 (2). Pp. 117–141.
5. *Hillier B.* Space is the machine: A configurational theory of architecture. London: CreateSpace Independent Publishing Platform. 2015. 370 p.
6. *Turner A.* Depthmap: A program to perform visibility graph analysis. In: *Proc. 3rd Int. Symp. on Space Syntax, Georgia Institute of Technology*. Atlanta, Georgia, 2001. 12 p.
7. *Turner A.* Depthmap 4. A researcher's handbook. London: Bartlett, School of Graduate Studies. 2004. 50 p.
8. *Benedikt M.* To take hold of space: Isovists and isovist fields. *Environment and Planning B*. 1979. V. 6. Pp. 47–65.
9. *Al Sayed K., Hillier B., Penn A., Turner A.* Space syntax methodology. A teaching guide for the MRes.MSc Space Syntax course (version 5). Bartlett School of Architecture. UCL. 2018. 117 p.
10. *McElhinney S.* Isovist_2.2: A basic user guide. 2018. V. 1.4. Available: https://isovists.org/user_guide/
11. *Sazanov A.A.* Chetyrekhmernyi mir Minkovskogo [Minkowski's four-dimensional world]. Moscow: Nauka, 1988. 224 p. (rus)
12. *De Arruda Campos M.B., Fong P.S.P.* Bending the axial line: Smoothly continuous road centre-line segments as a basis for road network analysis. In: *Proc. 4th Int. Symp. on Space Syntax*. UCL. London, UK. 2003. Pp. 35.1–35.10.
13. *Teklenburg J.A.F., Timmermans H.J.P., van Wagenberg A.F.* Space syntax: Standardised integration measures and some simulations. *Environment and Planning B: Planning and Design*. 1993. No. 20 (3). Pp. 347–357.
14. *Hillier B.* *The social logic of space*. London: Cambridge University Press, 2008. 296 p.
15. *Dalton R., Dalton N.* OmniVista: An application for isovist field and path analysis. In: *Proc. 3rd Int. Space Syntax Symposium*. Atlanta, Georgia, 2001. 56 p.
16. *Turner A.* Angular analysis . In: *Proc. 3rd Int. Space Syntax Symposium*. 2001. Pp. 1–13.
17. *Turner A.* To move through space: Lines of vision and movement. In: *Proc. 6th Int. Space Syntax Symposium*. 2007. 12 p.
18. *Gashenko A.E.* Formirovanie bazovykh gradostroitel'nykh obrazovaniy v strukture g. Novosibirsk [Basic town-planning formations in Novosibirsk. PhD Thesis]. Novosibirsk, 2018. 257 p. (rus)

Сведения об авторах

Бегей Елизавета Дмитриевна, магистрант, Новосибирский архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113, lizakx@mail.ru

Смолина Олеся Олеговна, канд. архитектуры, доцент, Новосибирский архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113, zelenoest-vo@mail.ru

Authors Details

Elizaveta D. Begey, Graduate Student, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, 113, Leningradskaya Str., 630008, Novosibirsk, Russia, lizakx@mail.ru

Olesya O. Smolina, PhD, A/Professor, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, 113, Leningradskaya Str., 630008, Novosibirsk, Russia, zelenoest-vo@mail.ru