

РАЗДЕЛ 1

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ

УДК 711.4.

ИНТЕГРАЦИЯ ГЕКСАГОНАЛЬНОЙ СЕТКИ В ПЛАНИРОВОЧНУЮ СТРУКТУРУ ГОРОДА

Вашкевич В. В.

кандидат архитектуры,
заведующий кафедрой «Градостроительство»
Белорусский национальный технический университет

В статье излагается метод анализа планировочной структуры крупнейшего города Минска с использованием гексагональных сеток, величина ячеек которых соответствует радиусам пространственной доступности объектов повседневного, периодического и эпизодического пользования. Такой подход позволяет наглядно продемонстрировать взаимосвязь планировочной организации города с универсальной гексагональной структурой, лежащей в основе сети населенных мест.

Ключевые слова: гексагональная сетка, планировочная структура, анализ пространственной доступности.

Введение. В архитектуре и градостроительстве существует два подхода к анализу территорий населенных пунктов – функционально-структурный и географо-геодезический. Первый используется при разработке градостроительных проектов, которые предполагают сбор целостных данных о структурных единицах городского организма (кварталах, функциональных зонах, сети улиц и т. д.). Второй подход заключается в разбивке территории на квадраты и используется при пространственном анализе больших территорий, а также при землеустроительных работах на небольших участках [1].

В теории архитектуры неоднократно поднимался вопрос о гексагональной решетке как основе среды обитания человека. В фундаментальной работе Ю. Лебедева «Бионика в архитектуре» приводятся данные по экономичности периметров окружности, треугольника, квадрата, шестиугольника и доказывается, что последняя геометрическая форма по этому показателю занимает второе место после окружности [2].

Несмотря на изученность гексагональной планировки, она редко используется

проектировщиками для разработки градостроительных образований, так и для анализа сложившихся городов Беларуси.

На современном этапе развития градостроительства интерес к шестиугольнику в среде урбанистов, географов обусловлен новыми технологиями пространственного анализа, основанного на алгоритмах автоматизированного сбора данных. В исследовании, проводимом на кафедре «Градостроительство», решалась задача по методологии применения гексагональной решетки для пространственного анализа городов с использованием ГИС-технологий.

Основная часть. Поиск новых форм планировочной организации городов ведется с тех пор, как Гипподам из Милета изобрел прямоугольную сетку улиц. Простая и удобная прямоугольная сетка долгое время господствовала в градостроительной практике в форме организации уличной сети. Вместе с тем, прямоугольная планировка из-за своей простоты не всегда отвечала эстетическим требованиям градостроителей, стремящихся к оригинальному композиционному решению города. Развитие картографии и фортификации привело к распространению в европейском градостроительстве XV–XVIII вв. проектов идеальных городов, в планировке которых использовались правильные геометрические фигуры с количеством вершин большим, чем четыре. Так, город Граммикелле, построенный в форме шестиугольника на Сицилии в 1669 г. и существующий до настоящего времени, отличается своей планировкой от других проектов той эпохи, в которых использовались восьмиугольные (Сфорцинда), девятиугольные (Пальманова) конфигурации. В начале XX в. элемен-

ты гексагональной планировки использовались при проектировании новых городов (Канберры, Нью-Дели) [3].

Уже в 30-е гг. прошлого века была открыта объективность существования гексагональной решетки в территориальной организации регионов, обусловленная экономическими связями городов (теория центральных мест В. Кристаллера, А. Леша) [4].

Специалисты по организации транспорта также доказали эффективность гексагональной схемы для небольших градостроительных образований. Вместе с тем, широкого практического применения в чистом виде она не нашла, так как не позволяла обеспечить требуемую скорость движения транспорта на магистральных улицах [5].

Внедрение геоинформационных технологий в сферу деятельности градостроителей и географов существенно упростило процесс сетевого анализа (алгоритма расчета различных характеристик планировочной структуры города), который позволяет автоматически генерировать различные сетки, в том числе и гексагональную.

Так, на портале крупнейшего разработчика ГИС-программ, компании Esri, указаны следующие преимущества гексагональной решетки:

- шестиугольники обладают наиболее близкой к окружности формой и могут складываться в мозаику, образуя равномерную сетку;
- разбивка на шестиугольники позволяет избежать наложения соседних полигонов друг на друга.

По этим причинам гексагональная решетка более предпочтительна, когда анализируются вопросы связности и пути передвижения [6].

Стоит отметить, что радиус правильного шестиугольника равен длине стороны, что позволяет соотносить его линейные масштабы с реальной планировочной структурой населенного пункта.

Многие современные программы пространственного анализа (ArcGIS, QGIS и др.) позволяют накладывать шестиугольные сетки на любые карты, а затем проводить анализ данных. Так, разработчики белорусского национального геопортала «Геостатистика» применяют разбивку тер-

ритории страны на правильные шестиугольники с главной диагональю равной 5,7 км для отображения размещения мест приложения труда. Для территорий городов такой возможности не предоставляется [7].

Вместе с тем, деление территории города на шестиугольники зависит от конкретных требований к его структурированию. В разработанной методике интеграции предлагается иерархическая структура гексагонов, величина которых определяется пространственной доступностью объектов повседневного, периодического и эпизодического пользования.

Так, в белорусских городах объекты повседневного пользования (базовые школы, детские сады, аптеки, продовольственные магазины и др.), должны располагаться в пешеходной доступности от дома (5–8 минут). Затраты времени на передвижение до объектов периодического пользования (поликлиники, дома быта, магазины непродовольственных товаров, библиотеки, кинотеатры) не должны превышать 10–15 минут. Объекты эпизодического пользования (больницы, театры, торговые объекты городского значения) должны быть доступны населению в пределах 30–40 минутной транспортной доступности.

Известно, что параметры пространственной доступности объектов притяжения населения можно считать по-разному. Как правило, в нормативах указана временная доступность, которая на практике принимается как определенное расстояние, величина которого учитывает коэффициент непрямолинейности движения, а в горных регионах принимаются во внимание и уклоны поверхности.

Например, оптимальный радиус пешеходной доступности до объектов повседневного пользования может колебаться от 300 до 800 м. В Беларуси принята средняя величина этого параметра равная 500 м. Отметим, что в США, где все расстояния принимаются кратными миле (1 600 м), оптимальная расчетная пешеходная доступность составляет 400 м.

Некоторую сложность вызывает определение абсолютного значения радиуса 15-минутной доступности до объектов периодического пользования. Как правило,

они должны быть доступны с использованием массового общественного транспорта (автобуса, троллейбуса), расчетная скорость движения которого составляет около 17–20 км/ч [8]. Расчетный радиус обслуживания подобных объектов составляет около 4,5 км. Однако следует учитывать время ожидания транспорта (2,5–3 мин.) и время подхода до остановки общественного транспорта (5–10 мин.), что приводит к сокращению радиуса до 1,5–2 км [8]. Эти расчеты близки современной концепции 15-минутного пешеходного города.

Если принять усредненную расчетную скорость массового общественного транспорта равной 18 км/ч, то можно рассчитать и величину гексагона (9 км), охватывающего зону обслуживания объектов эпизодического спроса, расположенных, как правило, в центре города.

Приведенные выше рассуждения позволили установить размеры трех гексагональных сеток с величиной ячейки (500, 1 500 и 9 000 м) и наложить на карту Минска (рис. I, см. цветную вкладку). Исходной точкой для построения гексагональной сети был выбран знак «Начало дорог Беларуси», расположенный на Октябрьской площади.

Площади шестиугольных ячеек составили 64 га (радиус 500 м), 584,5 га (радиус 1 500 м) и 21 044 га (радиус 9 000 м). Величина наименьшей «соты» соответствует идеализированной площади микрорайона, население которого может составлять от 5 до 15 тыс. чел. (в среднем 10 тыс. чел.). Девять «сот-микрорайонов» формируют район с населением 45–135 тыс. чел. Значительный разброс в цифрах обусловлен средней этажностью многоквартирных жилых домов и нормой жилищной обеспеченности – теми параметрами, которые определяют площадь городской застройки.

В большом шестиугольнике с радиусом 9 000 м. насчитывается тридцать шесть районов, которые формируют крупнейший город, численность жителей которого может составлять от 800 тыс. до 4,8 млн. жителей. Однако следует учитывать, что только около 40 % территории занято под жилую и общественную застройку, поэтому численность жителей самого большого выделенного гексагона может сос-

тавлять от 320 тыс. до 1 млн. 914 тыс. Последняя цифра близка статистическим данным за 2024 г. по количеству населения Минска [9].

Согласно принятому подходу в структуре города по преобладающему функциональному зонированию выделено шесть типов гексагонов (общественного, жилого, ландшафтно-рекреационного, сельскохозяйственного, производственного и специального назначения). Для более точного определения функционального назначения территории возможно разделение любого шестиугольника на правильные треугольники. Как известно из них формируются все пространственные виртуальные модели.

Если учесть различные планировочные ограничения, разрывы в городской ткани (водно-зеленая система), то оказалось, что Минская кольцевая автодорога проложена по границе 30–40 минутного города, что лишний раз подтверждает верность устоявшейся методологии проектирования. Разработанная иерархическая структура гексагональных решеток позволила наглядно представить инерционные процессы городского развития города, проявляющиеся в росте отдельных секторов города за пределами кольцевой автодороги, а именно в северо-восточном, юго-восточном, западном направлениях. Это подтверждает теорию порогов Б. Малиша, которая гласит о дополнительных издержках, необходимых для преодоления пространственных преград развития города [4]. Таким образом, государственная политика по развитию городов-спутников Минска представляется обоснованной и целесообразной.

Заключение. Проведенный анализ планировочной организации Минска позволил сделать следующие выводы:

- гексагональная решетка удобна для формального анализа, основанного на нормативных радиусах пространственной доступности до объектов общественного обслуживания, позволяющего выявить градостроительные ошибки, вызванные непропорциональным ростом застройки;

- разбивка крупного города на шестиугольники позволяет объединить его территориальное развитие с положениями

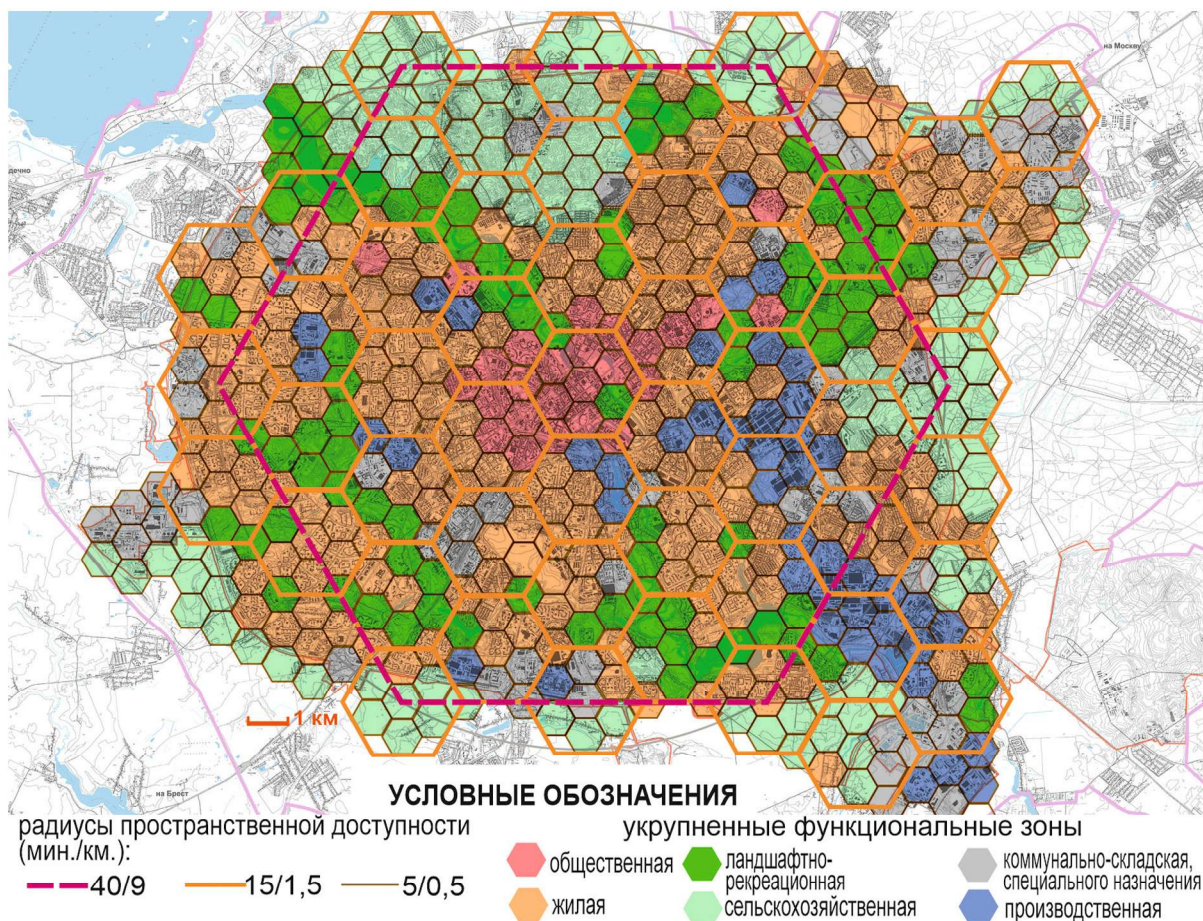


Рис. I. Гексагональная модель планировочной структуры г. Минска

Вашкевич В. В. ЭВОЛЮЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ГОРОДА



Рис. II. Опера Земпера.
Фото А. Гельфонд, 2013



Рис. III. Здание Альбертинума
(из открытых интернет-источников)

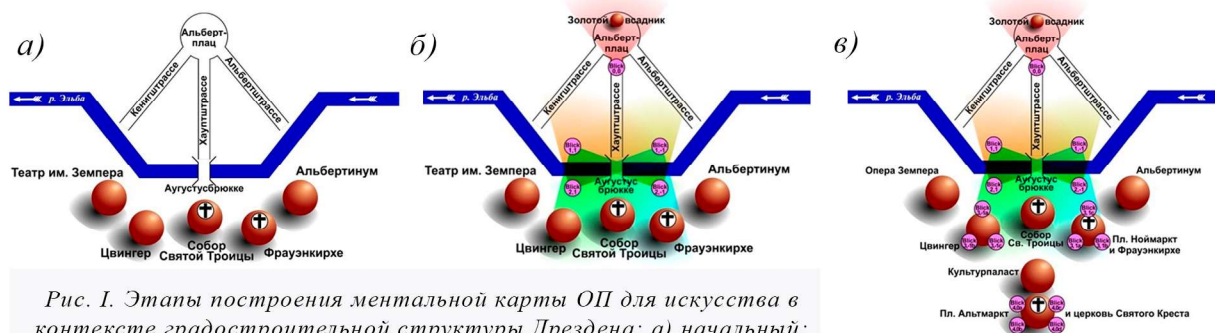


Рис. I. Этапы построения ментальной карты ОП для искусства в контексте градостроительной структуры Дрездена: а) начальный; б) промежуточный; в) завершающий.

Гельфонд А. Л., Ерофеева И. В. ВЕДУТЫ КАК ПОТЕНЦИАЛ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АРХИТЕКТУРЫ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ (НА ПРИМЕРЕ ДРЕЗДЕНА)

теории центральных мест и создавать вероятные модели непрерывного пространственного развития системы расселения страны;

– иерархическая структура шестиугольных решеток удобна для автоматизированного градостроительного анализа с использованием ГИС технологий при разработке генеральных планов городов.

Развитие геоинформационных технологий не только дает возможность проводить анализ городов, но в дальнейшем и проектировать их с учетом новых подходов. Так, внедрение беспилотных транспортных средств передвижения, автоматизированных систем управления перевозками позволит шире использовать достоинства гексагональной структуры при строительстве и реконструкции населенных пунктов Республики Беларусь.

Литература:

1. Леонтович, В. В. Вертикальная планировка городских территорий : учеб. пособие / В. В. Леонтович. – М. : Высшая школа, 1985. – 119 с.
2. Архитектурная бионика / Ю. С. Лебедев, В. И. Рабинович, Е. Д. Положай и др.; под ред. Ю. С. Лебедева. – М. : Стройиздат, 1990. – 269 с.
3. Саваренская, Т. Ф. История градостроительного искусства. Поздний феодализм и капитализм : учеб. для студентов архитектур. специальностей вузов / Т. Ф. Саваренская, Д. О. Швидковский, Ф. А. Петров. – М. : Архитектура-С, 2004. – 390 с.
4. Иодо, И. А. Теоретические основы архитектуры : учеб. пособие / И. А. Иодо, Ю. А. Протасова, В. А. Сысоева – Минск : Вышэйшая школа, 2015. – 114 с.

5. Фишельсон, М. С. Городские пути сообщения : учеб. пособие для вузов по спец. «Гор. стр-во», «Автомоб. дороги» / М. С. Фишельсон. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. школа, 1980. – 296 с.

6. Почему шестиугольники? / ArcGIS Pro Документация, 2025 – Redlands, CA, USA, 2025. – URL: <https://pro.arcgis.com> (дата обращения: 25.01.2025).

7. Геостатистика – Национальный статистический комитет Республики Беларусь / Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2023. – Минск, 2025. – URL: <https://gis.belstat.gov.by> (дата обращения: 27.01.2025).

8. Справочник проектировщика Градостроительство / гл. ред. В. А. Шквариков; Гос. ком. по гражд. строительству и архитектуре при Госстрое СССР. Центр. науч.-исслед. и проектный ин-т по градостроительству. – Москва : Госстройиздат, 1963. – 367 с.

9. Численность населения на 1 января 2024 г. по областям и г. Минску / Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 1998–2025. – Минск, 2025. – URL: www.belstat.gov.by (дата обращения: 25.01.2025).

THE HEXAGONAL GRID INTEGRATION INTO THE CITY PLANNING STRUCTURE

Vashkevich V. V.

Belarusian National Technical University

The article presents a method for analyzing the planning structure of the largest city of Minsk using hexagonal grids, the size of the cells of which corresponds to the spatial accessibility ranges of daily, periodic and episodic use of the objects. This approach allows us to clearly demonstrate the relationship between the planning organization of the city and the universal hexagonal structure of populated areas.

Key words: hexagonal grid, planning structure, spatial accessibility analysis.

Поступила в редакцию 31.01.2025 г

УДК 72.01

ВЕДУТЫ КАК ПОТЕНЦИАЛ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АРХИТЕКТУРЫ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ (НА ПРИМЕРЕ ДРЕЗДЕНА)

Гельфонд А. Л.

доктор архитектуры, академик РААСН
заведующий кафедрой архитектурного проектирования
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет
(Нижний Новгород, Россия)
главный научный сотрудник
ЦНИИП Минстроя России (Москва, Россия)

Ерофеева И. В.

кандидат технических наук, доцент кафедры
«Основы архитектуры и художественных коммуникаций»
Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет (Москва, Россия)

В статье авторы обращаются к городскому пейзажу – ведутам, которые отражают взгляд живописца прошлого на наиболее значимые с ху-

дожественной точки зрения виды города. Точки, зафиксированные на этих картинах, предлагается закладывать в основу потенциальных про-