

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ 2D И 3D ФРАКТАЛЬНЫХ СТРУКТУРИРОВАННЫХ ФОРМ

Усмонов Махсуд Тулкин ўғли

Магистр Национального университета
Узбекистана имени Мирзо Улугбека
Электронная почта: maqsudu32@gmail.com

Ахматова Дурдона

Студентка 5 курса Ташкентского
педиатрического медицинского института
Электронная почта: septolede@mail.ru

Негматова Севинч Эргаш кизи

Каршинский филиал Ташкентского университета
информационных технологий имени Мухаммы аль-Хорезми,
Студентка 3-курса Направление
цифровой экономики

Бектемирова Зухра

Студентка Ташкентского педиатрического
медицинского института.
Bektemirovazuxra741@gmail.com

Города представляют собой сложные системы, а их физические формы являются проявлением культурных, социальных и экономических процессов, определяемых геометрией природных и искусственных элементов. Цифровые модели поверхности (DSM) с использованием LiDAR обеспечивают эффективное объемное преобразование городской ткани, включая все построенные и природные элементы, что позволяет изучать городскую сложность через призму фрактального измерения (D).

Ключевые слова: фрактальная размерность ; структурная сложность ; городская ткань ; воксель ; ДСМ ; ЛиДАР .

1. Введение

Городская среда представляет собой сложную систему, физические формы которой являются проявлением культурных, социальных и экономических процессов, сформированных геометрией природного и рукотворного мира [1]. Сложность городских форм, как и природных систем, не может быть полностью определена евклидовой геометрией. Однако ранее для описания этой сложности успешно использовалась концепция фрактальной размерности [2]. Действительно, геометрический порядок, создаваемый самоподобием, которое является основной характеристикой фракталов, может быть измерен для описания этих сложных форм [3]. Таким образом, фрактальная геометрия является полезной математической концепцией для пространственного анализа городов,

позволяющей собрать более широкую картину сложных форм, которая может быть полезна социологам, географам, экономистам, планировщикам, инженерам и дизайнерам.

Открытие Мандельбротом фрактальной геометрии [4] изменило представление о сложных формах и закономерностях, существующих в природе. Фрактальные объекты самоподобны посредством сборки масштабированных копий самих себя, а при масштабировании либо анизотропны, либо зависят от направления [5]. Эти объекты или формы слишком сложны, чтобы их можно было описать в евклидовом пространстве топологическими декартовыми измерениями (1D, 2D или 3D). Вместо этого их можно охарактеризовать значением фрактальной размерности — статистической концепции, обобщающей степень самоподобия. Более высокая фрактальная размерность указывает на более высокую сложность или нерегулярность, чем более низкая фрактальная размерность. Таким образом, городская среда как сложная геометрия, возникающая в результате взаимодействия искусственных и природных элементов, происходящих на макро- и микроуровнях, может быть успешно проанализирована.

1.1. Фрактальный анализ искусственной среды

Использование фрактальной геометрии в урбанистике в основном получило развитие в 1990-е годы [6]. Действительно, предыдущие исследования показали, что города можно концептуализировать как фракталы в нескольких вложенных и взаимосвязанных масштабах. В макромасштабном анализе различные исследователи использовали концепцию фрактального измерения для анализа городской среды и подчеркивали важность этой меры в городском планировании [1, 7, 8, 9]. Например, Бэтти и Лонгли [1] разработали метод адаптации измерений фрактальных размерностей для анализа моделей визуального роста крупных городских поселений. Бэтти [8] исследовал топологические свойства множества сложных сетей городских городов. Кардилло и др. [9] проанализировали фрактальную размерность уличных сетей 20 разных городов на выборках площадью 1 квадратную милю. Другие исследователи использовали фрактальную геометрию для анализа различных качеств и элементов городской среды [2, 10, 11]. Чалуп и др. [12], Чалуп и Оствальд [13] и Такер и др. [14] использовали концепцию фрактального измерения как антропоцентрический биокибернетический подход для анализа искусственной среды путем измерения фрактальных размеров горизонтов городов и определения различных типов городских пейзажей. Купер и Оскрочи [10] применили метод подсчета ящиков

для расчета фрактальной размерности 26 уличных пейзажей, чтобы выявить любую связь между визуальным разнообразием городского дизайна и фрактальной размерностью. Они обнаружили значительную корреляцию между D и субъективными суждениями. Купер [15] использовал фрактальную оценку линий горизонта улиц для оценки характера городских территорий по отношению к их физическим характеристикам. Он обнаружил, что улицы с более высоким уровнем растительности, волнистыми линиями крыш и узкими зданиями дадут более высокие значения D . После этого Купер [16] оценил фрактальную размерность краев улиц, отслеживая фасады зданий с использованием очертаний плана масштаба 1:2000, и на основе этих значений вывел типологию характеристик улиц. Он обнаружил, что улицы будут иметь разные значения D в зависимости от типа и размера зданий, причем более высокий D является признаком большего разнообразия.

Было обнаружено, что значения фрактальной размерности различают разные типы городских персонажей. Например, если посмотреть на Брюссель, значения D значительно различаются между центром города и периферией, иллюстрируя увеличение компактности городских кластеров по мере уменьшения расстояния до центра [6]. Однако фрактальное измерение, похоже, отражает другой аспект городской морфологии, чем просто плотность. Действительно, тогда как плотность представлена как масса на поверхность, D относится к пространственному распределению этой массы [6]. Цинь и др. [17] разработали трехмерный метод подсчета ящиков для оценки фрактальной размерности изменения городской формы с использованием изображений дистанционного зондирования. Чен [18] объяснил города как пре-фракталы, а не как настоящие фракталы, поскольку они имеют ограниченную иерархию, указывающую на фракталоподобную геометрическую форму.

Десять образцов на территории исследования были извлечены из DSM для анализа (рис. 1 а). Исходные данные о высоте были зафиксированы в австралийской системе отсчета высот (AHD), которая соответствует приблизительному среднему уровню моря (MSL). В этой статье все выборки DSM были сдвинуты к нулю как уменьшенный уровень (RL), чтобы обеспечить согласованность фрактального анализа. Эти образцы различаются по характеристикам, определяемым характером высот застроенных форм, уличными пейзажами, растительностью, формой рельефа, уклоном и высотой. Кроме того, в рамках вариаций были выбраны две городские достопримечательности. Характеристики выбранных образцов обобщены в Таблице 1 . На рисунке 1b

показано расположение образцов и их трехмерные конфигурации с помощью наложенных аэрофотоснимков на образцы DSM.

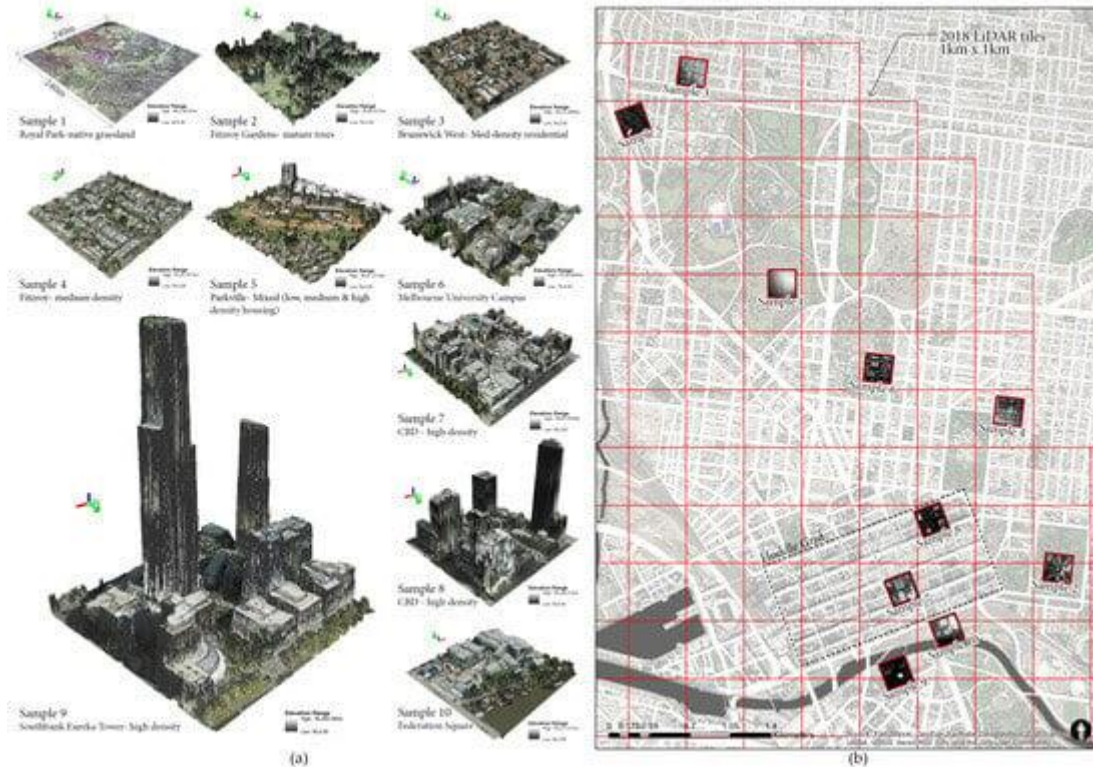


Рисунок 1. (а) Выбранные 10 образцов DSM (240 м × 240 м) в перспективе, показывающие состав рельефа, растительности и застроенных форм; (б) Расположение выбранных образцов в Мельбурне, покрытых плитками LiDAR, 2018 г.

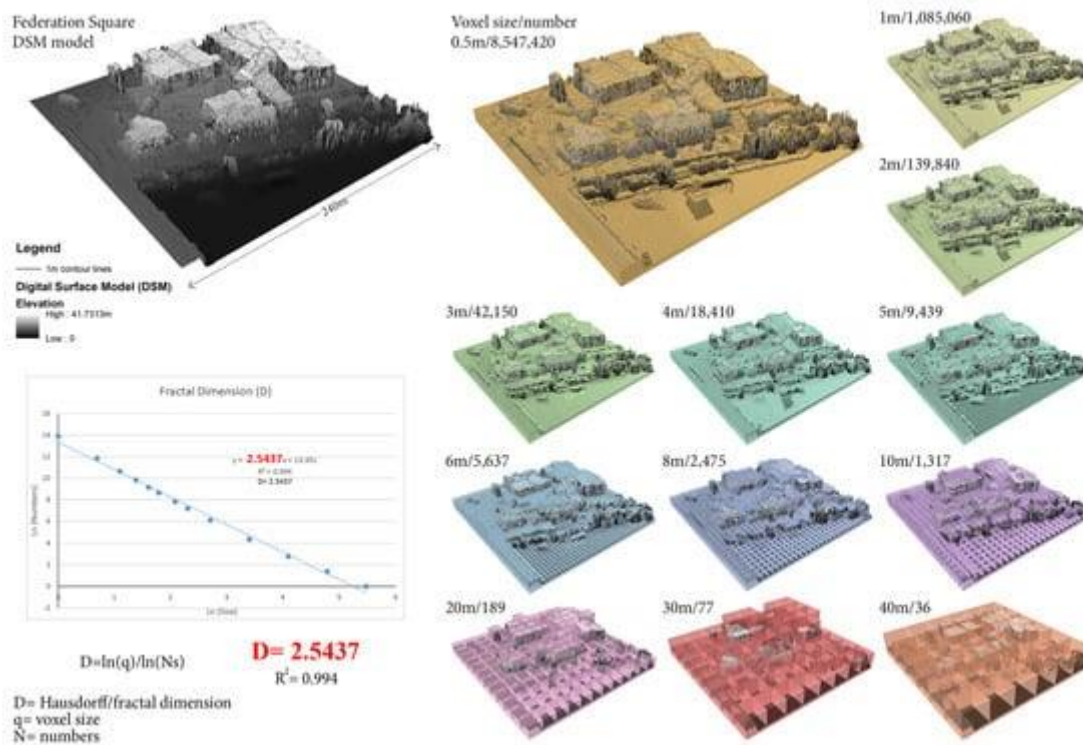
Таблица 1. Краткое описание характеристик образца.

2.2. Оценка D с использованием вокселей

Метод вокселизации ранее применялся для оценки сложности зрительной чаши в центральном деловом районе Мельбурна [69]. Он был разработан в Rhinoceros и Grasshopper как платформа автоматизированного трехмерного проектирования, поддерживаемая средой языка визуального программирования. В этой статье метод вокселизации реализован в ГИС посредством функции повторной выборки и преобразования растровых данных в векторные. Автоматизация этого рабочего процесса в ArcGIS 10.6 с помощью Model Builder позволила оценить D для нескольких выбранных образцов.

В этом исследовании метод подсчета ящиков был применен к трехмерным шаблонам путем применения размеров вокселей $s(x) \times s(y) \times s(z)$ в виде кубов или вокселей для оценки значений D DSM городской среды. DSM — это растровые данные, включающие ячейки с определенным разрешением, в которых хранится высота объектов на земле, что приводит к созданию сложной поверхности. Ячейки растра копируют воксели, поэтому их размеры можно изменить с помощью метода подсчета ячеек, чтобы оценить количество ячеек, покрывающих весь растр. Помимо двух осей прямоугольников (x и y), DSM включает значения z , которые необходимо покрыть вокселями для расчета общего количества вокселей, необходимых для покрытия растра при различных разрешениях.

Техника вокселизации была реализована в ГИС (ArcGIS 10.6) посредством растровых операций и преобразования растровых данных в векторные данные для визуализации вокселей в 3D, чтобы увидеть, как они покрывают DSM разных размеров. Определение наиболее подходящих размеров вокселей/сеток считалось одной из проблем при оценке D . Размер сеток, используемых для вокселизации, может быть четным или нечетным числом; диапазон размера сетки может быть последовательностью целых чисел [5]. В этом исследовании, после серии тестов и калибровок, мы использовали модель DSM размером 240 на 240 м с размером ячейки 0,5 м \times 0,5 м и оценили количество вокселей на уровне 0,5 м, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 20, 30, 40, 60, 120 и 240 м вокселей для оценки D для всех выборок. **На рисунке 2** показаны результаты вокселизации в 3D разных размеров для площади Федерации на окраине центрального делового района Мельбурна (пример 10). Модель DSM включает построенную форму и окружающие деревья, прилегающие к реке Ярра.



Фигура 2. Пример вокселизации DSM (Площадь Федерации) в ГИС и оценка фрактальной размерности (D).

2.3. Растровый анализ и корреляция с D

Кроме того, к выбранным образцам были применены другие соответствующие методы поверхностного анализа для расчета дополнительных морфологических атрибутов и их корреляции с предполагаемыми фрактальными размерами. Действительно, чтобы оценить потенциал метода и его актуальность для исследований городской морфологии, несколько параметров городской формы сравнивались на предмет их корреляции с расчетными значениями D .

2.3.1. Высота и объем растра

Высота является ключевым атрибутом облаков точек LiDAR и DSM. Изменения высот в DSM отражают информацию о высоте всех объектов, включая землю, растительность и здания, в виде сетки квадратов. Более того, форма DSM является отражением объемов объектов под поверхностью. Хотя кроны деревьев не являются сплошными и их можно увидеть сквозь них, в DSM они выглядят как сплошные формы без промежутков под кроной. Изменения высот отражают различные вариации городского характера, представленные высотой зданий и растительностью. Таким образом, переменные высоты, такие как максимальное, минимальное, среднее и стандартное отклонения, были рассчитаны для каждого образца с использованием растровой статистики в ГИС. Объем под DSM рассчитывался с использованием функции растрового объема.

2.3.2. Солнечная радиация

В этом исследовании мы сравнили солнечное излучение образцов DSM по отношению к оцененному D методом вокселизации. Инструмент Area Solar Radiation, доступный в ArcGIS 10.6, использовался для расчета инсоляции по всему городскому ландшафту. Солнечное излучение излучается в течение нескольких дней в течение летнего сезона в Мельбурне (с декабря по февраль) с 10-дневными и 30-минутными интервалами. Выходные растры излучения имеют тип с плавающей запятой и измеряются в ватт-часах на квадратный метр (Вт/м^2). Широта территории участка используется при расчетах солнечного склонения и положения Солнца. Расчеты повторяются для каждого образца в качестве входной топографической поверхности, создающей карты инсоляции для образцов DSM. Для каждого образца для корреляционного анализа записывали минимальное, максимальное, среднее и стандартное отклонения.

2.3.3. Шероховатость

В этом исследовании шероховатость количественно оценивается по отклонению вектора нормали от его идеальной формы. В ГИС шероховатость поверхности рассчитывается по наибольшей разнице между ячейками центрального пикселя и соседних ячеек. Расчет шероховатости играет роль при анализе данных о высоте. Алгоритм основан на утилите GDAL DEM, доступной в QGIS 3.2. Для каждого образца рассчитывали максимальное среднее значение и стандартное отклонение. Растр шероховатости визуально выделяет края DSM модели, включая все элементы. По мере того, как изменения высоты становятся более резкими, определенные края становятся более заметными в полученном растре.

Таким образом, выбранными параметрами для сравнения с D были:

- максимальное и среднее превышение в каждой выборке, а также стандартное отклонение.
- объем цифровой модели рельефа (ЦМР) каждого образца;
- минимальное, максимальное и среднее солнечное излучение, наблюдаемое на каждом образце, а также стандартное отклонение.
- их максимальная и средняя шероховатость, а также стандартное отклонение.

Статистически значимые корреляции оценивались с использованием непараметрического корреляционного теста Спирмена на SPSS. Кроме того, для понимания распределения значений D по центральному Мельбурну была применена интерполяция Кригинга.

3. Результаты

3.1. Фрактальное измерение

Фрактальная размерность (D) была оценена для всех десяти образцов DSM (Рисунок 1a) с использованием метода вокселизации в ГИС (Таблица 2) при одинаковом размере образцов (240 на 240 м). Метод вокселизации привел к получению набора значений D , которые можно было использовать для сравнения других атрибутов выборки. Расчетные значения D для всех образцов варьировались от 2,1219 (самый низкий) до 2,6396 (самый высокий). Включение почти плоской поверхности (образец 1) позволило нам получить контрольный образец, чтобы связать влияние построенных и естественных элементов с изменением значений D . Рассчитанный коэффициент детерминации (R^2) оценивался в пределах от 0,9891 до 0,9956, что указывает на то, что сильные отношения линейного масштабирования возникают во всех образцах DSM из-за их высокого фрактального качества.

Таблица 2. Измерения DSM (максимальная высота, среднее значение, стандартное отклонение и объем).

Table 2: DSM Measurements			
Sample	Max Height	Avg Value	Std Dev
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Визуальное сравнение образцов DSM на основе их значений D показало, что D может быть дескриптором городского характера. Визуально значения D увеличивались по мере интенсификации объектов (построений и растительности) во всех образцах, а также при изменении формы рельефа. Более высокие значения D были оценены для плотных участков (образцы 7, 8 и 9) по сравнению с образцами средней плотности (образцы 3 и 4). Значения D с очень близким диапазоном были оценены для образцов схожих признаков (образцы 3 и 4 или образцы 6 и 7). Незначительные различия в характере города, например, в стиле застройки, размере крон деревьев или планировке улиц, привели к несколько разным значениям D . Образец 10 показал эффект изменения формы рельефа (от уровня реки до уровня улицы), который увеличил значение D .

Оценочные значения D выявили эффективность предложенного метода численной характеристики городских территорий. Значения D отражают четкую, узнаваемую структуру элементов и атрибутов, которые отличают один образец от другого. Числовая характеристика выбранных образцов подтверждает опыт серийного видения городского контекста, представленный на рисунке 3, с использованием интерполяции Кригинга значений FD. Хотя это грубое

представление значений D в центре Мельбурна, основанное всего на 10 образцах, оно отражает вариации характера от низкой до высокой плотности городского населения в сочетании с открытыми пространствами, что коррелирует с физической формой города. Таким образом, CBD приводит к самым высоким значениям D .

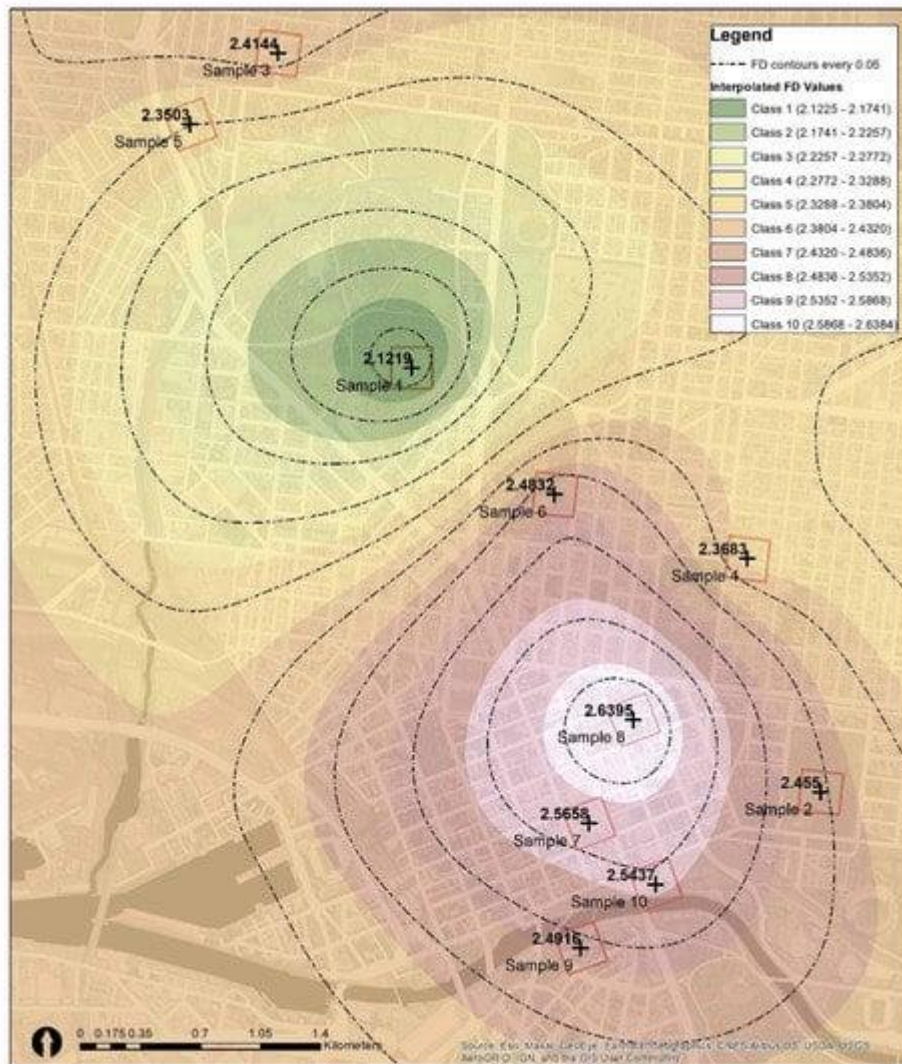


Рисунок 3. Кригинг-интерполяция значений D 10 образцов в центре Мельбурна.

3.2. DSM-анализ и измерения

Изменения высот DSM были построены в виде гипсометрической кривой ([рис. 4a](#)). Кривая отражает разницу высот в каждой выборке DSM из-за их различных характеристик, включая природные и искусственные элементы. На графике выделен образец 8 как самый высокий D и потенциальный объем, созданный DSM. Область под кривой подчеркнула объем под кривой, который может быть еще одной относительной переменной для значений D . Таким

образом, для всех образцов для сравнения с D (таблица 2) рассчитывали максимальное, среднее, стандартное отклонение и объем .

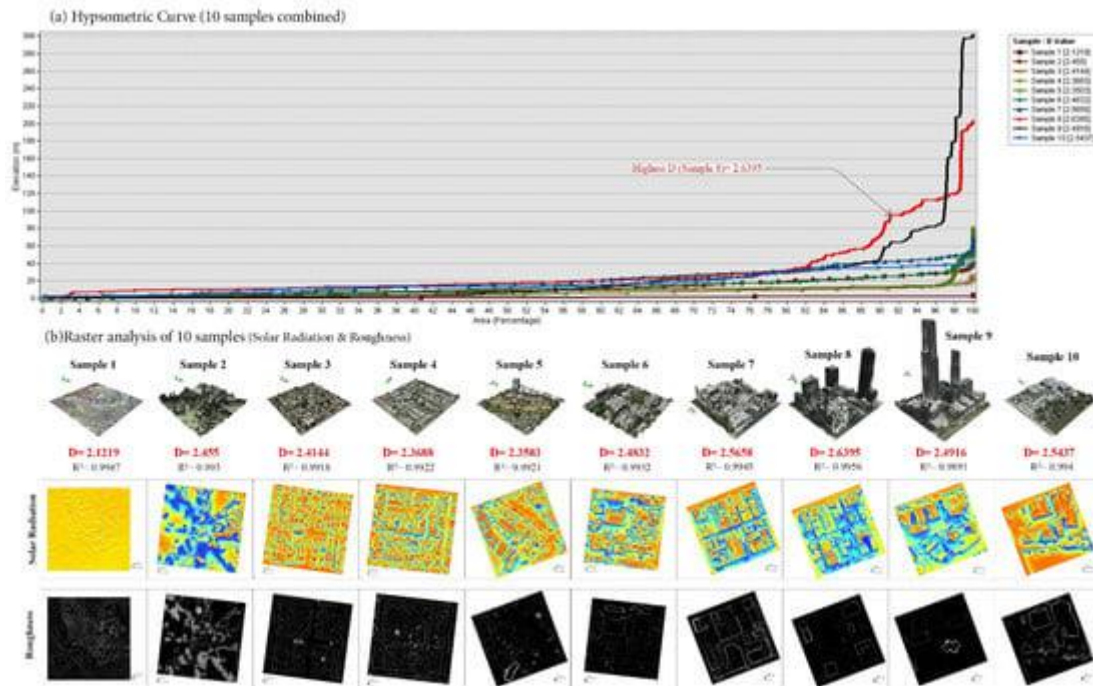


Рисунок 4. (а) График гипсометрической кривой, показывающий пропорции площади выборки, существующей на разных высотах. (б) Растровый анализ в ГИС, включая солнечную радиацию и шероховатость поверхности для десяти исследованных образцов.

Площадь солнечного излучения рассчитана в ArcGIS 10.6. Выравнивание выборок в северном направлении немного последовательно для всех выборок, что может снизить достоверность суждения. Для всех образцов в ГИС моделировалось солнечное излучение в летние месяцы.

Анализ шероховатости поверхности, проведенный в QGIS 3.2.3, обеспечил еще один уровень растрового анализа в этом исследовании (рис. 4 б). Результат анализа предоставил интересный визуальный результат, отражающий влияние компонентов DSM, включая построенные и естественные элементы, приводящие к неровностям поверхности. Поскольку нормальное отклонение увеличивается с вертикальными поверхностями здания, степень шероховатости увеличивается. Максимальная шероховатость поверхности оценивалась для образцов 8 и 9, которые имели наиболее высокие построенные формы по сравнению с другими образцами. Максимальное, среднее и стандартное отклонение записывали для шероховатости поверхности для корреляционного анализа с помощью D .

3.3. Корреляция D с другими параметрами городской формы

Анализ корреляций между D и другими параметрами городской формы в выборках выявил сильную связь между переменными. В целом было обнаружено, что D в разной степени значимо коррелирует с каждым параметром (таблица 3).
Таблица 3. Корреляционная таблица (N = 10). Включены только значимые корреляции.

В частности, корреляция между D и параметрами высоты показала, что, хотя связи между D и максимальной высотой здания не было, D имеет сильную корреляцию между средней высотой по выборкам и объемом DSM (рис. 5а). Важность средней высоты и объема подчеркивает положительный эффект консолидации и компактности городского контекста на значения D и общую визуальную сложность.

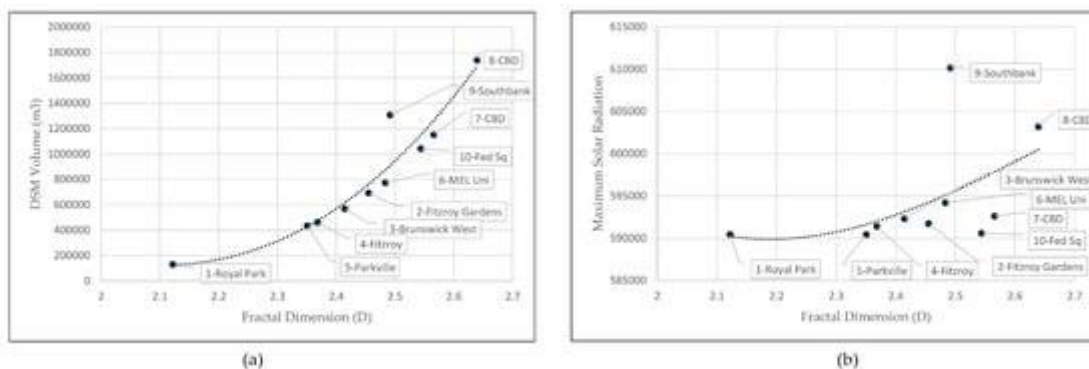


Рисунок 5. (а) Корреляция D и объема DSM; (б) Корреляция D и Макс. Солнечное излучение (показаны измерения и линия полиномиальной регрессии).

Хотя было обнаружено, что значения расчетной солнечной радиации коррелируют с другими расчетными параметрами, такими как высота и неровность, было обнаружено, что только максимальная солнечная радиация значимо коррелирует с D (рис. 5 б). Оценочные значения D , основанные на методе вокселизации, не показали никакой корреляции с смоделированными поверхностями шероховатости, за исключением стандартного отклонения значений внутри выборки.

Использованная литература:

1. Пардаев, О. Н., Бердикулов, А. А., Хайдаров, Ш. З. Ё., & Шоҳрух, Р. Ё. Б. (2021). Ривожланаётган шаҳарларда йўл ҳаракати жадаллигини муқобиллаштириш усуллари. *Science and Education*, 2(6), 313-319.

2. Chorshanbayev, F. Z., Sh, I., & Davlatov, A. Z. Shahar hududida turar joy binolarning landshaftini tashkil etish, MODERN SCIENTIFIC RESEARCH JOURNAL, 370, 2019, 52-56, 2019,".
3. Бердикулов, А., Давлатов, И., & Хурсандова, Б. (2021). Размещение промышленных предприятий в городе. Science and Education, 2(6), 138-144.
4. Shavkhidinovich, D. I., & Adhamovich, B. A. (2023). Types of urban planning objects, functional zoning of the territory. JOURNAL OF SCIENCE, RESEARCH AND TEACHING, 2(4), 21-25.
5. Shavxidovich, D. I. (2024). SHAHARLARDA TRANSPORT MUAMMOLARINI QANDAY HAL QILISH MUMKIN?. PEDAGOGICAL SCIENCES AND TEACHING METHODS, 3(32), 73-77.
6. Давлатов, И. (2023). Использование подземного пространства для автостоянок. Тенденции и перспективы развития городов, 1(1), 105-107.
7. Худойбердиев, А., Бекназаров, М. Б., Санаева, Н. П., & Ачилдиев, Р. М. (2015). ИНЖЕНЕРЛИК ТАРМОҚЛАРИ ҚУРИЛИШИ СТРОИТЕЛЬСТВО ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ. МЕ' MORCHILIK va QURILISH MUAMMOLARI, 61.
8. Шукуров, И. С., Пайкан, В., & Бекназаров, М. (2018). Ветровой режим жилой застройки котловинного рельефа г. Кабула. БСТ: Бюллетень строительной техники, (3), 56-58.
9. Boynazarov, M., Boynazarovich, B. M., & Muysinovich, M. F. (2023). SMART CITY AND INNOVATIVE IDEAS. JOURNAL OF ENGINEERING, MECHANICS AND MODERN ARCHITECTURE, 332-337.
10. Boynazarovich, B. M., & Boynazarov, M. M. (2024). ESTABLISHMENT OF THE CENTRAL AREAS OF RESIDENTIAL HOUSES IN THE POPULATION PUKS. Innovative: International Multidisciplinary Journal of Applied Technology (2995-486X), 28-32.
11. Boynazarov, M., Boynazarovich, B. M., & Muysinovich, M. F. (2023). AQLLI SHAHAR VA INNOVATSION G'OYALAR. JOURNAL OF ENGINEERING, MECHANICS AND MODERN ARCHITECTURE, 780-758.
12. Бекназаров, М. Б., & Бойназаров, М. М. (2023). ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОСТОКОВ В ЖИЛЫХ РАЙОНАХ. CENTRAL ASIAN JOURNAL OF ARTS AND DESIGN, 571-575.
13. Beknazarov, M. B., & Boynazarov, M. M. (2023). SHAHARSOZLIKDA JAMOAT BINOLARI VA INSHOOTLARI MARKAZLARINI LOYIHALASH-ME'YORLAR, QOIDALAR, BINOIARNING MAQSADI VA BINOLARNI SHAKLLANTIRUVCHI OMILLAR. PROBLEMS OF ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION (SCIENTIFIC TECHNICAL JOURNAL), 1(2), 193-196.
14. Beknazarov, M. B. (2023). QURILISH MAYDONINI VERTIKAL TEKISLASH VA XUDUDLARDA YERNI DASTLABKI TEKISLASH. PROBLEMS OF ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION (SCIENTIFIC TECHNICAL JOURNAL), 1(2), 238-243.

15. Beknazarov, M. B. (2023). SAMARQAND VILOYATI KO ‘CHALARI VA AVTOMOBIL YO ‘LLARINI ZAMONAVIY KO ‘KALAMZORLASHTIRISH. PROBLEMS OF ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION (SCIENTIFIC TECHNICAL JOURNAL), 1(2), 369-371.
16. Beknazarov, M. B. (2018). ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД И ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ГОРОДСКИХ СТАНЦИЯХ. ME’MORCHILIK va QURILISH MUAMMOLARI, (6), 16.
17. Farzona, S. (2024). TA’LIM TIZIMIDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH. Journal of Academic Research and Trends in Educational Sciences, 21-24.
18. Otkir, S. F., & Nasiba, M. (2024). CLUSTER APPROACH IN EDUCATION. JOURNAL OF EDUCATION, ETHICS AND VALUE, 3(1), 1-5.
19. Nurillaevich, O. B., Aralovna, O. G., Shavkatovich, N. K., Khurramovich, M. Y., & Aralovich, O. B. (2022). Factors Of The Formation Of Ecological Culture In The Education And Training System. Journal of Pharmaceutical Negative Results, 984-989.
20. Nomozov, X. (2023). INTERNET-MAKON RESURSLARIDAN FOYDALANISH SOHALARI. Development and innovations in science, 2(7), 8-14.
21. Номозов, X. (2023). ИНТЕРНЕТ-МАКОН ТАЪСИРИДА СОДИР БЎЛАЁТГАН НЕГАТИВ ИЖТИМОЙЛАШУВ ШАКЛЛАРИ. Философия и право, 26(3), 232-235.
22. Nomozov, X. (2023). INTERNET-MAKON MOHIYATI, GENEZISI VA ZAMONAVIY TARKIBI. Farg'ona davlat universiteti, (3), 67-67.
23. Shavkat o'g'li, N. X. (2023). ИНТЕРНЕТ-МАКОН ИМКОНИЯТЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШДА АХЛОҚИЙ МАДАНИЯТНИНГ АҲАМИЯТИ. The Role of Exact Sciences in the Era of Modern Development, 1(3), 4-9.
24. Shavkat o'g'li, N. X. (2023). YUKSAK AXBOROT MADANIYATI–INTERNET-MAKON RESURSLARIDAN RATSIONAL FOYDALANISH SHARTI. Research Focus International Scientific Journal, 2(6), 105-110.
25. Shavkat o'g'li, N. X. (2023). AXBOROT XURUJINING O ‘SMIRLAR HAYOTIGA TA’SIRI. QO ‘QON UNIVERSITETI XABARNOMASI, 1285-1287.
26. Omonov, B. (2021). Problems And Consequences Of Water Deficiency In Central Asia. Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry, 12(8).
27. Nurillaevich, O. B., Aralovna, O. G., Shavkatovich, N. K., Khurramovich, M. Y., & Aralovich, O. B. (2022). Factors Of The Formation Of Ecological Culture In The Education And Training System. Journal of Pharmaceutical Negative Results, 984-989.
28. OMONOV, B. (2024). “DASTUR UL-MULUK” VA “SADDI ISKANDARIY” ASARLARIDA GEOSIYOSIY QARASHLAR. News of UzMU journal, 1(1.2), 180-183.
29. Aralovna, O. G., Nurillaevich, O. B., Ayonovna, A. S., & Manzarov, Y. K. (2023). Ecological globalization and its social place in the globalization system of processes. Journal of Survey in Fisheries Sciences, 10(1S), 5000-5006.

30. Омонов, Б. Н. (2013). Геоэкологическая политика Узбекистана в регионе Приаралья. *Credo New*, (3), 20-20.
31. Omonov, B. (2015). The use of water resources in the center of environmental policy in the region. In *The Fifth International Conference on History and Political Sciences* (pp. 53-58).
32. Omonov, B. N., Ochilova, G. Z. A., & Azamova, S. A. (2023). SPECIFIC CHARACTERISTICS OF THE ECOLOGICAL ENVIRONMENT IN UZBEKISTAN. *World of Scientific news in Science*, 1(3), 15-28.
33. Omonov, B. (2023). THE EXPRESSION OF GEOPOLITICAL KNOWLEDGE IN THE WORKS “THE CITY OF VIRTUOUS PEOPLE” AND “INDIA”. *Open Access Repository*, 9(6), 16-20.
34. Nurillaevich, A. B. (2023). Shortage and Problem of Drinking Water in Central Asia. *American Journal of Language, Literacy and Learning in STEM Education* (2993-2769), 1(9), 504-509.
35. Nurillayevich, O. B. (2022). ЭКОЛОГИК ГЛОБАЛЛАШУВ КОНТЕКСТИДА ЎЗБЕКISTONДАГИ ЭКОЛОГИК ВАЗИЯТДАГИ ЎЗГАРИШЛАР. *PHILOSOPHY AND LIFE INTERNATIONAL JOURNAL*, (SI-1).
36. Nurillaevich, O. B. (2021, February). THE IMPORTANCE OF RELIGIOUS VALUES IN THE FORMATION OF A PERSONAL ECOLOGY CULTURE. In *Archive of Conferences* (Vol. 15, No. 1, pp. 264-267).
37. Omonov, B. (2016). IS ARAL SEA OR LAKE?(SOME THOUGHTS ABOUT THE REASONS THAT TURNED THE ARAL SEA INTO THE LAKE, MORE PRECISELY INTO THE DESERT" ARALKUM"). *Theoretical & Applied Science*, (3), 63-67.