

асп. Успенский М. С.

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

Научный руководитель: д-р арх., проф. Мироненко В. П.

СРЕДСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ КАК СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация: для составления перечня основных типов средств моделирования городской среды как системы выделенные модели разделены на несколько групп, а именно, моделирование социальной активности, моделирование пространственной структуры, визуализация больших объемов данных.

Ключевые слова: визуализация, моделирование городской среды, пешеходные потоки, 3D моделирование.

Актуальность. Основная задача модели науки сложности в проектном процессе определяется преобразованием сложности городского пространства без существенных потерь и предоставлением информации, сопоставимой с обычными для архитектора подходами к анализу экологических ситуаций. В целом, грамотное использование новых средств моделирования раскроет новые возможности в проектировании, обогатив творческий процесс объективным обоснованием. Средства моделирования для архитекторов и проектировщиков дают возможности анализа пространства города не только с позиции композиционных качеств и других визуальных составляющих, а учитывают то, что городской среде присущи свойства организовано сложной системы, проявляют необходимую информацию на сопоставимом с современной наукой уровне.

Проблема. Исследования возможностей применения средств моделирования, возникшие в контексте наук сложности, предполагает их использование в качестве платформы, объединяющей деятельность различных специалистов: урбанистов, географов, экономистов, городской администрации, аварийных и коммунальных служб, как справочная информационная база для жителей города и туристов, и в том числе, для обеспечения архитектурного проектного процесса. Однако, средства моделирования, появились относительно недавно, находятся на начальной стадии развития и требуют как высокого уровня компьютерного, так и теоретического обоснования, пока не получили

должного внимания и углубленных теоретико-методологических исследований, связанные с их применением в архитектурном процессе.

Цель. Целью работы является необходимость составления перечня основных средств моделирования городской среды как системы, которые демонстрируют возможности повышения эффективности аналитических, коммуникативных и содержательных, выявляющих скрытые характеристики, функций, позволяют моделировать сложность городской среды.

Основной раздел. В практике архитектурного проектирования можно встретить как традиционные средства моделирования, эскиз, рисунок, макет, так и компьютерные модели, которые изменили русло проектного процесса: системы автоматизированного проектирования, программных решений CAD, технологии BIM, применение технологий виртуальной реальности, дополненной реальности, использование параметрического моделирования. Революция в компьютерных технологиях дает возможность изменять представление о архитектурное проектирование. Информационный взрыв внес существенные изменения, способствовал развитию науки и технологии. Информатизация и компьютеризация процессов научного познания вызвала необходимость переосмысления ранее изученных объектов. Проводить исследования в рамках теорий и концепций сложности позволяют средства компьютерного моделирования, дающие возможность изучать, анализировать, проводить вычислительные эксперименты. Компьютерное моделирование является неотъемлемой частью изучения любых сложных систем, поскольку позволяет выявлять и адекватно отражать процессы, причиной которых является взаимодействие множества элементов.

В последнее время заметным стало активное развитие исследовательских методов, принадлежащих к науке сложности. В рамках теории сложности, как подхода к изучению сложных объектов появилось множество средств моделирования, позволяющих анализировать компоненты городской среды. Являясь мощным инструментом в изучении динамики и пространства города, модели сложных систем, их информационный аспект могут представлять интерес для архитекторов и дизайнеров. Информация, полученная в ходе формирования подобных моделей, отражает скрытые характеристики, необходима архитектору на аналитических стадиях проектного процесса. Модели данного типа, в том числе визуальные, содержат информацию, дающую возможность составить целостное представление о сложных процессах, проходящих в пространстве проектируемого объекта. Ганзен В. А. определяет принцип целостного восприятия объекта как необходимое условие успеха в деятельности ученого и проектировщика [1]. Таким образом, основная задача моделей науки сложности в проектном процессе определяется преобразованием сложности городского пространства без существенных потерь и

предоставлением информации, сопоставимой с привычными для архитектора подходами и методами.

Классифицировать модели города – достаточно сложная задача, поскольку они сами по себе являются смешанными, появляются за счет смешения нескольких типов моделей, они совмещают в себе как предметные, так и цифровые составляющие и, одновременно с этим, они являются смесью символических и иконических типов моделей. Появление подобных моделей стирает сами границы, проведенные ранее в существующих классификациях. Так, иконические модели, которые ранее ассоциировались с предметными масштабными моделями, теперь могут быть как предметными, так и цифровыми, и аналоговыми, так же символические модели могут быть предметными и цифровыми и содержать различные сочетания цифрового и предметного. Иконические модели обычно используются в архитектуре для формирования представлений о реальном объекте. Символические же модели решают более широкий набор задач, в случае моделирования города, на их основе принимается множество решений [3].

Опираясь на наиболее выделяющиеся особенности средств моделирования, существующие на сегодняшний момент, можно выделить 3 класса. В первый класс «Моделирование социальной активности» входят модели, отражающие динамическую составляющую городской среды. Самым распространенным видом моделей социальной активности являются модели пешеходных потоков, построенные различными способами. Ко второму классу «Моделирование пространственной структуры» относится объемное моделирование городской среды, которое в литературе еще не получило единого названия, в различных источниках упоминается как «моделирование реальности», «3D моделирование городской среды», «3D моделирование города». К третьему классу «Визуализация больших объемов данных» относятся информационные модели городской среды, позволяющие представлять необходимые наборы данных в наглядной форме.

«Моделирование социальной активности» - предметом изучения с помощью моделей социальной активности становятся пешеходные пути, плотность, их структура. Индикаторы социального взаимодействия сопоставляются с показателями развития городской системы, выявляя взаимосвязь в их интенсификации [3]. Для отслеживания построения моделей пешеходных потоков реальных пешеходов, можно использовать GPS технологии, которые с расширением количества мобильных устройств, становятся все доступнее. Точность GPS вполне приемлема, она может достигать нескольких метров, в зависимости от качества сигнала. Устройства могут сами производить и хранить информацию о полученных путях и о времени, отображая пути в виде линий. Эти данные могут суммироваться и отображаться в виде карты перемещений

дневных или более длинных промежутков времени. С помощью этих карт изучаются пути поиска людьми необходимого маршрута, то, как человек ориентируется и исследует пространство, в зависимости от его целей. Карты могут строиться как на основе индивидуальных данных одного пешехода, так и совмещенные, коллективные в виде 2D карт, так и в виде 3D карт, где по оси ОХ и ОУ отображаются пространственные перемещения, а по оси ОZ откладываются временные отрезки. Так же могут быть задействованы анимированные визуализации, в которых период времени сжимается в короткий промежуток [9].

Совмещение собранных данных так же позволяет зонировать городскую среду, в зависимости от активности населения, в зависимости от концентрации действий, сосредоточенных в пространстве и времени. Множество исследований основаны на данных мобильных телефонов, поскольку мобильные провайдеры могут предоставлять анонимную информацию о месте положения телефона [8]. Чем больше источников данных становятся доступными, тем проще становится их применение, способствующее стратегии мониторинга городской среды, тем меньше нужно усилий для их внедрения в проектную практику [11].

У моделей социальной активности есть два промежуточных вида, использующие технологию виртуальной и дополненной реальности. В целом, данный класс моделей наиболее непривычен для архитектора, поскольку применяемые на сегодняшний день традиционные и компьютерные CAD и BIM модели в основном направлены на отображение зданий, их геометрии, а не на тех, для кого эти здания предназначены. VR позволяет исследовать пешеходные потоки, полученные от реальных пользователей, погруженных в виртуальное пространство средовой ситуации. Такие промежуточные формы моделирования позволяют избегать технологической сложности захвата реального движения, активности реальных пешеходов, а также ошибок, связанных с созданием симуляций пешеходных потоков. Под дополненной реальностью можно понимать исследование реальности с помощью роботов, что встречается достаточно редко, и используется в том случае, если другие варианты неприемлемы [5]. Задача моделей, основанных на симуляции, заключается в создании наиболее реалистичного поведения пешеходов, как можно ближе к реальному. В этом взаимоотношении реальности и симуляции, запись реальных пешеходных потоков первична. Эти технологии дают возможность создавать модели пешеходных потоков пространства выделенной территории, обусловленной объектом проектирования или задачей проектирования, так и внутреннего пространства здания [5].

Модели пешеходных потоков, основанные на клеточных автоматах, напоминают агентные модели, но агенты в них совершают перемещения с привязкой к клеткам. Такие модели предоставляют менее абстрактное представление о происходящих процессах в городе. Специалист может

наблюдать как агенты перемещаются, взаимодействуя с архитектурными объектами, такие модели предоставляют большое количество визуальной информации, 2D и 3D карты пешеходных потоков и графики интенсивности движения [4].

Наиболее часто используемые типы моделирования, такие как, агентное моделирование и моделирование клеточными автоматами демонстрируют то, как без значительного упрощения изучаемого объекта демонстрируется поведение системы в целом и проявляются свойственные ей качества (Рис. 1). Создание агентной модели с нуля, без специфических знаний, совсем не простая задача. Но, существуют специальные каркасы и шаблоны, которые позволяют пользователю создавать свою индивидуальную модель. К ним относятся такие популярные инструменты как Repast, SWARM и MASON. Подобных инструментов существует уже более сотни, от различных разработчиков, кроме того постоянно появляется программное обеспечение, для построения агентных моделей, при этом построенные модели хотя и ограничиваются набором функций программы, при этом значительно экономится время. Например, NetLogo и AgentSheets. Среди широко задействованных программ для создания агентных моделей можно выделить: Swarm, MASON, Repast, StarLogo, NetLogo, AgentSheets, AnyLogic [3].

«Моделирование пространственной структуры» - 3D технологии, позволяющие создавать модели местности, с доступом к ГИС, дают возможность проводить анализ различного рода. Например, подбирать место для строительной площадки, с учетом рельефа местности и существующей застройки, правильно ориентировать здание относительно сторон света в любое время суток, оценивать объемы земляных работ, определять наличие видимости между различными объектами, создавать визуализации, воссоздающие картину местности, картину средовой ситуации, вплоть до включения отдельно стоящих деревьев и других достаточно мелких деталей, позволяют оценивать объект вне отрыва от городской среды, а так же учитывать связи с инженерными коммуникациями, транспортной доступностью, влиянием различных источников загрязнения окружающей среды и т. д. [2].

3D модели городов возникли на пересечении технологий CAD, Гис, компьютерной графики, сенсорных технологий сканирования. Такие модели получают широкий круг применений от градостроительства, архитектуры, управления объектами, коммунальными услугами, до недвижимости, анализа маркетинга, туризма и развлечений. В таких моделях на первый план выходят их визуальные качества, визуальные возможности, поскольку, чаще всего, в них не закладываются дополнительные данные [7]. Ранние 3D модели города представляли собой каркасные структуры, основанные на сочетании CAD, позже



Рисунок 1. Агентная модель локальных перемещений в 3D пространстве.

к ним присоединились ГИС технологии. Ситуация изменилась с появлением технологий наземного и воздушного лазерного сканирования, фотограмметрирования. Генерирование 3D моделей становится относительно простым процессом [4]. Так же, модели могут получать предметное воплощение при помощи различных технологий 3D печати, перечисленных ранее, и могут быть помещены и исследованы в пространстве виртуальной и дополненной реальности. Идеи, пришедшие из игровой индустрии, заключаются в том, что цифровая 3D модель пространства, помещенная на сервере, может быть доступна для множества пользователей, которые видят друг друга, производят манипуляции с окружением, передвигаются, взаимодействуют и даже вносят изменения в текущую ситуацию. Таким образом, как отдельные фрагменты, так и весь город может быть перемещен в эту виртуальную лабораторию с неограниченными возможностями [4].

3D модель города является отображением городской среды, в которой на основе трехмерной геометрии создаются основные объекты города, его структура и здания. 3D модель города может создаваться различными способами: фотограмметрией, лазерным сканированием, радиолокационным синтезированием апертуры, с помощью портативных устройств, на основе преобразования 2D чертежей, на основе архитектурных моделей, с помощью процедурного моделирования, на основе ГИС.

3D модели городов так же могут быть основаны на открытых данных, это информация, находящаяся в свободном доступе для большинства пользователей. Картографические проекты, наподобие OpenStreetMap распространяются на условиях свободной лицензии [12].

3D модели города различаются по степени детализации. Чем выше уровень детализации, тем больший объем трехмерной информации содержится в модели.

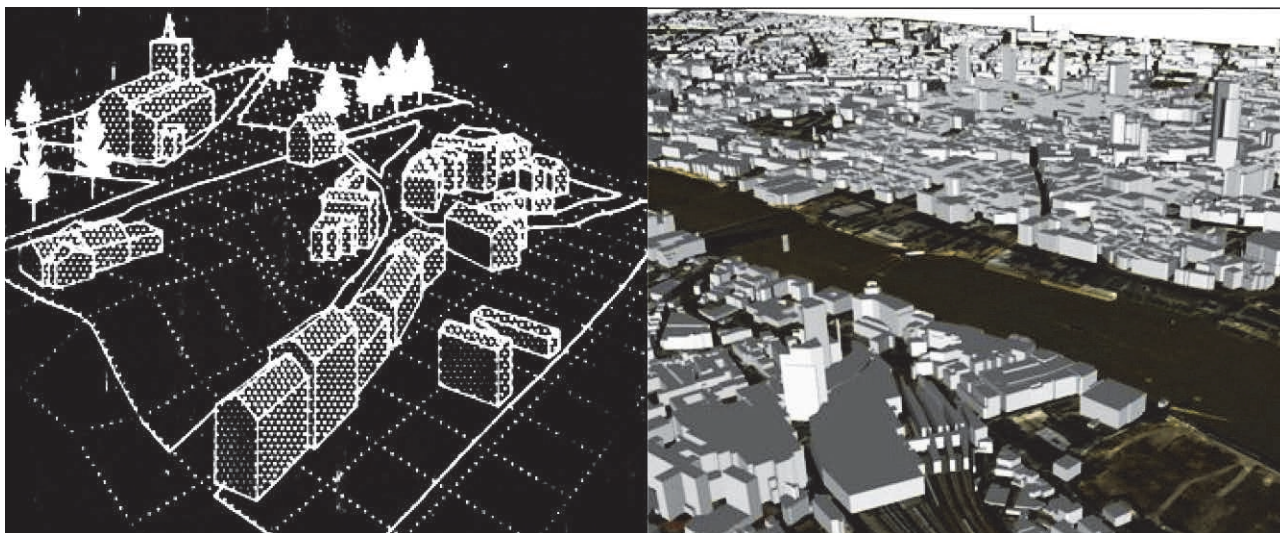


Рисунок 2. Ранние цифровые 3D модели Центрального Лондона.

3D модели города различаются по уровню пространственного ограничения, то есть какой участок пространства будет моделироваться, и здесь много вариаций, в зависимости от конкретных целей исследования. Далее, они могут варьироваться по уровню пространственной связанности элементов, которая определяет, насколько элементы модели связаны друг с другом, состоит модель из отдельных элементов или цельных блоков, что важно для некоторых случаев применения. 3D модели варьируются по соотношению количественных и неколичественных данных, получаемых в результате проведения анализа (Рис. 2) [6].

«Визуализация больших объемов данных» - 3D модели, при подключении к базам данных, могут отображать различную информацию с привязкой к любым координатам, зданиям или улицам. Совмещая в себе эти компоненты, относительно базовой классификации, эти модели трактуются как компьютерные образно-знаковые модели. В геометрию 3D модели может быть добавлен еще один слой в виде графика или карты, построенный на основе данных или других знаковых моделей [4].

С помощью специального программного обеспечения, пользователи могут получать доступ к моделям через интернет. Популярное, на данный момент, приложение – Google Earth, является наилучшим примером того, как картографическая 3D информация может доходить до пользователей по всему миру, и находить как профессиональное, так и бытовое применение. Данные о реальной ситуации, в том числе и те данные, которые собираются интерактивно с помощью различных сенсоров, формируются в знаковые модели, поскольку чистые данные в виде таблиц воспринимаются гораздо хуже, чем в виде моделей даже самого абстрактного вида. Затем, знаковые модели накладываются на 3D виртуальное пространство, потому что оно воспринимается легче, чем плоская

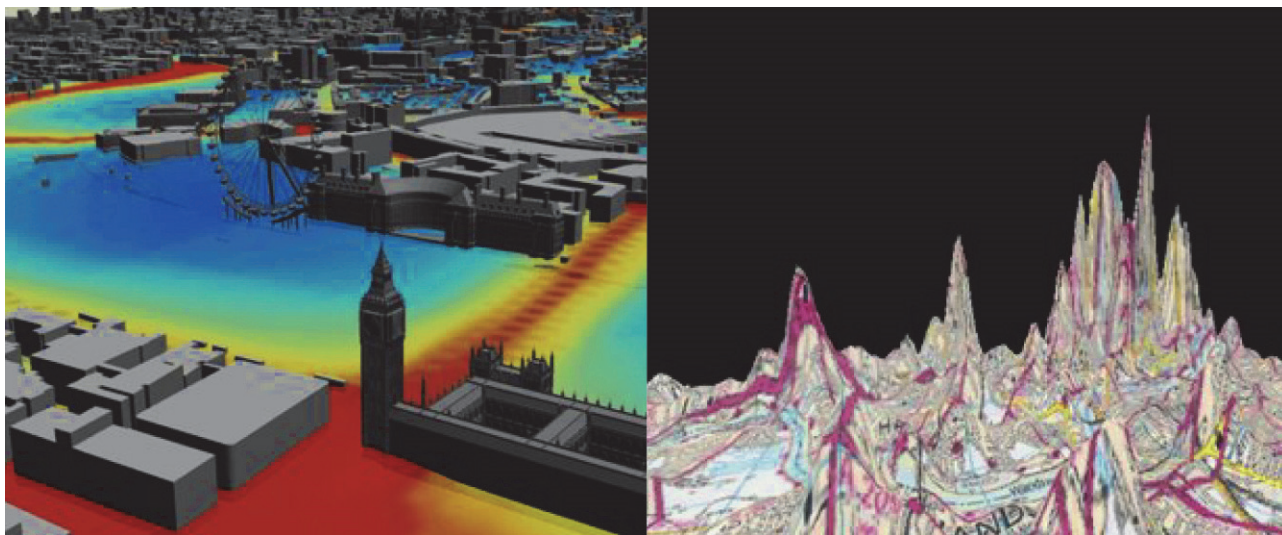


Рисунок 3. 3D модели, покрытые различными слоями данных

карта, что дает возможность воспринимать данные на том же уровне, что и другие иконические модели, поскольку они получают форму, близкую к реальности, и соответственно позволяют значительно легче формировать представление [4].

Слои, содержащие информацию, могут быть в виде 2D карт, на которых нанесена информация, с черно-белым или цветным изображением, а также в виде объемных полигональных форм, которые отображают количественные показатели за счет разницы изменений высоты. В градостроительстве используются один или более показателей в одной визуализации, это такие показатели, как количество населения, количество рабочих мест, цена земли, выбросы парниковых газов. Информационный слой фиксирует информацию за счет изменений цвета, высоты графиков, добавления символов, размера символов и формы символов. Так же модели могут фиксировать изменения во времени [6]. Примером информационной модели может служить модель «Виртуальный Лондон», созданная Центром пространственного анализа Университетского колледжа Лондона, которая является 3D моделью, с включенной в нее пространственной базой данных, информация в ней отображается с помощью набора слоев, покрывающих территорию 3D картой.

Говоря о необходимости подобного рода средств визуализации для архитектора, Ратти рассуждает о технологиях, которые в будущем позволят внедрять эту информацию в пространство улиц и зданий с использованием экранов, проекций и прочего предметного наполнения среды. Карл Ратти, профессор Массачусетского технологического института, в своём проекте «Рим в реальном времени» занимается визуализацией больших объёмов данных (Рис. 3) [10]. Проект оперирует данными мобильной связи, полученными через специальную платформу, автобусами и такси Рима для расширения понимания городской динамики в реальном времени. Информация воспринимается им как

нечто материальное, как некий архитектурный объект со своими характеристиками качества и параметрами. Ратти рассуждает, что подобно тому как в XX в. концепция «машины для жилья» Ле Корбюзье нашла своё архитектурное выражение, информационная концепция в XXI в. может изменить способ проектирования, взаимодействие с пространством.

Результаты исследования. Составлен перечень основных средств моделирования городской среды как системы, которые демонстрируют возможности повышения эффективности аналитических, коммуникативных и содержательных функций, выявляющих скрытые характеристики объекта.

Выводы. Для составления перечня основных типов средств моделирования городской среды как системы выделены модели разделены на несколько групп, а именно, моделирование социальной активности, моделирование пространственной структуры, визуализация больших объемов данных. Обоснована необходимость совершенствования теоретической основы, расширение области исследований средств моделирования для дальнейшего применения различных моделей сложности в проектировании для решения поставленных задач. Средства моделирования теории сложности, для архитекторов и дизайнеров дают возможности анализа пространства города не с позиции композиционных качеств и других визуальных составляющих, а позволяют подойти к решению проблемы с позиции организованной сложности, выявлять свойства архитектурной среды, совокупность социальных связей на сопоставимом с современной наукой уровне. Таким образом, необходимо дальнейшее исследование информационного потенциала обозначенных средств для качественных изменений в проектном процессе.

Литература:

1. Ганзен В. А. Восприятие целостных объектов / В. А. Ганзен. – Л.: Издательство Ленинградского университета, 1974. – 320 с.
2. Кузнецов О.В. ГИС в городском планировании и моделировании / О.В. Кузнецов, А.И. Леонов, С.В. Наумов // ГИС и урбанистика. – 2001. – №3(18).
3. Batty Michael. Agent-Based Models of Geographical Systems / Michael Batty. – London: Springer, 2012. – 746 p. – ISBN 978-90-481-8926-7.
4. Batty Michael. Model Cities / Michael Batty // Centre for Advanced Spatial Analysis University College London. – London : CASA, UCL, 2007. – Paper 113. – 37 p. – ISSN 1467-1298. Feb. 2007.
5. Batty Michael. The virtual tate / Michael Batty, Ruth Controy, Bill Hillier, Bin Jiang, Jake Desyllas // Centre for Advanced Spatial Analysis University College London. – London : CASA, UCL, 1998. – Paper 5. – 12 p. – ISSN 1467-1298. June 1998.

6. Biljecki F. Applications of 3D City Models: State of the Art Review / F. Biljecki, J. Stoter, H. Ledoux, S. Zlatanova, A. Çöltekin // International Journal of Geo-Information. – 2015. – Vol. 4. – P. 2842-2889.
7. Crooks A.T. Building 3D Agent-Based Models for Urban Systems / A.T. Crooks, A. Hudson-Smith and A. Patel // Centre for Advanced Spatial Analysis University College London. – London : CASA, UCL, 2010. – Paper 161. – 34 p. – ISSN 1467-1298. November 2010.
8. De Romph Erik. Using BIG data in transport modelling / Erik de Romph. – Data & Modelling. – 2013. – No. 10. – P. 23-25.
9. Neuhaus Fabian. UrbanDiary - A Tracking Project / Fabian Neuhaus // Centre for Advanced Spatial Analysis University College London. – London : CASA, UCL, 2009. – Paper 151. – 29 p. – ISSN 1467-1298. December 2009.
10. Ratti Carlo. Visualizing Signatures of Human Activity in Cities Across the Globe / Carlo Ratti // Landscape Architecture Frontiers. – 2015. – Vol. 3. – Is. 3. – P. 54-61.
11. Thakuriah Piyushimita. Sensing Spatiotemporal Patterns in Urban Areas. / Piyushimita Thakuriah, Katarzyna Sila-Nowicka, Jorge Gonzalez Paule. – Built Environment. – 2016. – Vol. 42. – No. 3. – P. 415-429.
12. Virtanen P. Intelligent Open Data 3D Maps in a Collaborative Virtual World / P. Virtanen, H. Hyypä, A. Kämäräinen, T. Hollström, M. Vastaranta // International Journal of Geo-Information. – 2015. – Vol. 4. – P. 837-857.

Анотація: для складання переліку основних типів засобів моделювання міського середовища як системи виділені моделі розділені на кілька груп, а саме, моделювання соціальної активності, моделювання просторової структури, візуалізація великих обсягів даних.

Ключові слова: візуалізація, моделювання міського середовища, пішохідні потоки, 3D моделювання.

Abstract: to compile a list of the main types modeling tools of the urban environment as a system, the selected models are divided into several groups, namely, social activity modeling, spatial structure modeling, and visualization of large amounts of data.

Keywords: visualization, urban environment modeling, pedestrian flows, 3D modeling.