

УДК 72.01

*А. В. Панфилов***ВИРТУАЛИЗАЦИЯ ГОРОДА**

В статье рассматриваются вопросы, связанные с проблемами виртуализации современных и исторических городов, а также с феноменом виртуальности как одного из составных элементов концепции умного города. Описывается потенциал использования инновационных технологий виртуализации и дополненной реальности в деятельности архитекторов и архитекторов.

Современный город все чаще становится нематериальной надпространственной структурой, существующей одновременно в нескольких ипостасях. При рассмотрении его эволюции и перспектив развития становится очевидным движение в виртуализации его пространственных характеристик, равно как и объектов, составляющих его ткань и инфраструктуру. Создание цифровых виртуальных моделей города поможет не только понять его структуру и векторы эволюционного развития, но и управлять данной сложноорганизованной системой. На другом конце проблематики — возможность прогностического анализа городских территорий и объектов, применяемая как на уровне архитектурно-градостроительного образования в университетах, так и на уровне работы профессиональных проектных бюро и администраций городов.

**Ключевые слова:**

смарт-сити, виртуальность, виртуализация, дополненная реальность, инновационная архитектура и урбанистика.

*A. V. Panfilov***VIRTUALIZATION OF THE CITY**

The article deals with problems of virtualization of modern and historical cities, as well as with the phenomenon of virtuality as one of the constituent elements of the concept of a smart city. The potential of using innovative technologies of virtualization and augmented reality in the activities of architects is described.

**Введение**

Современный город нельзя представить без виртуальных технологий. В то же время они могут проявляться в нескольких направлениях сразу. Во-первых, это виртуальные технологии, которые являются частью пула концепции smart city, который позволяет собирать, анализировать, систематизировать огромные потоки данных, которые контролируют процессы городской жизни [1—3]. Во-вторых, это системы альтернативной и дополненной реальности, позволяющие глубже проникнуть в самую душу городов, особенно в исторических городах, где каждый камень хранит в себе многовековые легенды.

В-третьих, с развитием технологий сам город по своей природе становится виртуальным, исчезающим из понимания людей как объект [4—5]. В-четвертых, технологии виртуальности и виртуализации могут помочь в эволюционном, историческом и культурном исследовании объектов архитектурного, исторического и культурного наследия. В-пятых, возможности, представляемые настоящим и будущим архитекторам дополненной реальностью, позволяют изучить не только прошлое, но и будущее, рассматривая уже или еще не существующие объекты в реальной городской действительности [7—9].

**Концепция виртуального города  
как основа для его эволюционного развития**

Рассматривая данный вопрос с точки зрения означенных ранее позиций, надо отдать должное свершившемуся факту: город перестал быть единицей, существующей лишь в пространственно-временном отражении. С каждым годом, с каждым днем и часом город все больше насыщается дополнительными системами и массивами данных глобального характера или свойственных лишь этому конкретному месту. Все эти данные, многократно накладываясь друг на друга, создают поле информационного шума и загрязнения.

Однако даже скромная попытка упорядочить и систематизировать их приводит к невероятным результатам: единожды сформированные структуры, обладающие установленным порядком функционирования и взаимодействия, начинают выстраивать аналогичные системы на сво-

The modern city is increasingly becoming the intangible supraspatial structure that exists simultaneously in several guises. When considering its evolution and development prospects, the movement in the virtualization of its spatial characteristics becomes evident, as well as the objects which form its texture and infrastructure. Creating digital virtual models of the city will help not only to understand its structure and the vectors of evolutionary development, but also to manage this complex system. At the other end of the problem is the possibility of a prognostic analysis of urban territories and objects, which is applied both at the level of architectural and urban development education at universities, and at the level of the work of professional design bureaus and city administrations.

**Key words:**

smart city, virtuality, virtualization, augmented reality, innovative architecture and urban planning.

**Об авторе:**

**Панфилов Александр Владимирович** — канд. арх., доцент, Тюменский индустриальный университет, Российская Федерация, 652001, г. Тюмень, ул. Луначарского, 2, [archi-zoom@mail.ru](mailto:archi-zoom@mail.ru)

**Panfilov Aleksandr Vladimirovich** — Candidate of Architecture, Docent, Industrial University of Tyumen, 2, Lunacharskogo St., Tyumen, 652001, Russian Federation, [archi-zoom@mail.ru](mailto:archi-zoom@mail.ru)

их границах контакта. Так формируются SWARM-подобные градостроительные системы. Подобно косяку рыб или стаям птиц, мультиагентные градостроительные системы, являясь одновременно частью и расширением концепции умного города (smart city) начинают формировать примитивную (пока еще) нейронную сеть города, где каждый компонент, являясь независимым и самостоятельным в своем участке пространства-времени, в тот же момент несет в себе программные установки, цели и задачи всего комплекса, совместно решая поставленные перед системой задачи.

В частности, рассматривая систему умного города в ее прикладном виде, не стоит ограничиваться исключительно функцией регулирования ЖКХ в части формирования энергоэффективных объектов и городских территорий [10, 11]. В концепцию умного города входят гораздо более широкие понятия: такие как умная экономика, умный транспорт, умные системы жизнеобеспечения, умная окружающая среда, а также умные люди и умное управление. [12, 13].

В зависимости от выявленных критериев среды (включая загруженность ее людьми, зданиями, транспортом и иными техническими объектами) подобная нейронная сеть города способна в автономном режиме перераспределять нагрузки сетей, управлять транспортными потоками и элементами искусственного микроклимата. При этом не стоит забывать, что ввиду особенностей построения такая сеть является обучающейся, то есть самоадаптивной системой, способной оперативно реагировать на выявленные изменения и прогнозировать потенциал их возникновения. В настоящее время swarm-подобные модели уже внедряются в качестве экономически или социально формирующих систем.

Рассмотрим как пример концепцию кластерной модели развития города. Основные позиции данной концепции могут быть изложены в следующих пунктах [14]:

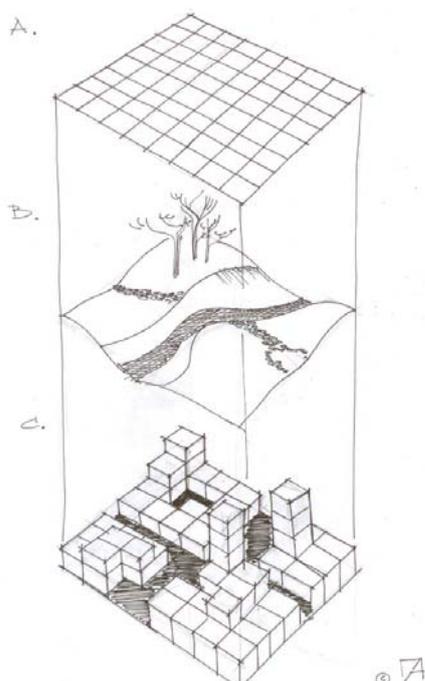
- 1) город может быть представлен как квазиживой организм, обладающий синергетическими и тектологическими характеристиками;
- 2) город является системой с неограниченным уровнем сложности, обладая одновременно свойствами кластерных и фрактальных систем;

3) город, накладываясь на существующие материальные пространства, получает определенный набор жизненных характеристик для каждого своего начального элемента (нуль-кластера), что определяет начальные неравные вектора в их дальнейшем развитии;

4) развитие (или деградация) каждого из элементов кластерной системы города происходит не обособленно, а в ситуации взаимного влияния окружающих элементов;

5) при этом степень влияния может рассматриваться в двух ипостасях: во-первых, это опосредованное влияние примыкающих элементов, где с увеличением расстояния степень влияния снижается и нивелируется ближе расположенными элементами; во-вторых, это непосредственное влияние соседних активных кластеров (рис. 1);

6) при достижении городом определенной критической массы в своем развитии он начинает порождать новые кластеры городов на соседних свободных территориях.



**Рис. 1.** Этапы начального формирования городских кластеров: а – нулевой кластер с делением его на субкластеры; б – «условная территория», задающая начальные характеристики развития кластера; в – пример реакции кластера на данный внешний стимул

Особо стоит отметить обширность объема факторов, оказывающих возможное влияние на эволюционное развитие кластера, примерная укрупненная типология которых при дифференциации их по комплексным группам может включать [15]:

1) естественные: природно-климатические, геологические, территориальные и пр. Данная группа факторов отвечает за основную часть начальных характеристик и направленности векторов развития нуль-кластера (наряду с антропогенными, экономическими и др.);

2) экологические: группа факторов, отвечающих как за качество изначальных характеристик условной территории, так и за определение качества принимаемых решений в виде механизма определения комфортных внешних условий существования человека;

3) эволюционные: данная группа факторов отвечает за *возможность* развития системы, при этом, как уже отмечалось ранее, эволюционность подразумевает как положительный (прогрессивный), так и отрицательный (деградационный) вектор развития;

4) хаотические: стихийные, включая возможность резкого насильственно-го внесения изменений. Данная группа факторов вводится, во-первых, для возможности проведения обратного эволюционного анализа развития города, когда размещение объектов (территорий) производилось не на основе всеобъемлющего анализа, а по «указующему» решению старой модели плановой экономики. В данную группу факторов могут быть также включены и возможности стихийных бедствий и явлений, носящих хоть и хаотический, но в достаточной степени предсказуемый (в плане оказываемых воздействий) характер;

5) антропогенные, включая этнографические и антропософские: самая непредсказуемая группа факторов, предлагаемая к оперированию в данной модели. С одной стороны, действуя с точки зрения психоистории, мы можем нивелировать хаотическое начало личности в организующей структуре города, с другой, человек является наиглавнейшим элементом системы, поскольку он и есть мерило и цель всех решений;

6) обобщенные градостроительные: данная группа включает в себя все структурные элементы городской среды: объекты, инфраструктуру, территории и их функциональные особенности, а также степени их взаимовлияния;

7) экономические: данная группа факторов наряду с политическими, естественными и эволюционными характеризует пути и средства достижения глобальной цели: создания гармоничной, рациональной и комфортной среды, способной к устойчивому саморазвитию;

8) политические: группа факторов, отвечающих, как уже отмечалось ранее, как за внесение ряда элементов хаотического характера, дестабилизирующих систему, так и за волю к детальной разработке и внедрению предлагаемой кластерной тектологической модели;

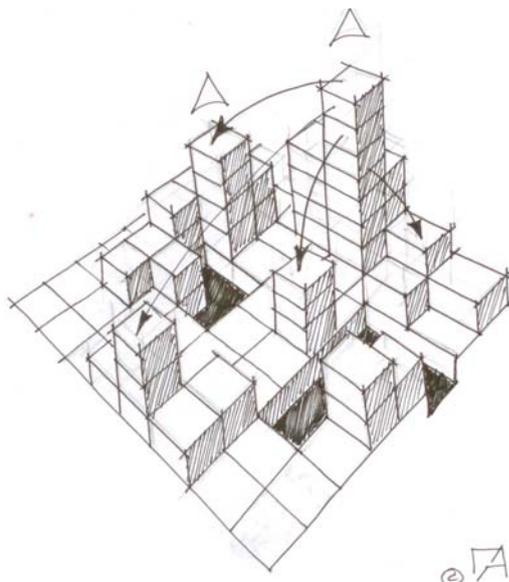
9) медицинские, включая медико-биологические и психофизические. Данная группа факторов, наряду с прочими группами, отвечает за реализацию комплексной задачи создания качественной среды обитаний человека, формируя качественную характеристику комфортной жизни, поскольку позволяет создать методику и механизм отслеживания жизненно важных показателей, как на уровне самого человека, так и на уровне окружающей среды, объединяясь в данном случае с экологическими факторами.

Все эти факторы, являясь сутью самой жизни, позволяя нам рассматривать город и его виртуальную модель как единое целое (рис. 2).

### **Современные компьютерные технологии на страже истории и культурного наследия**

Совершенно иным фактором виртуализации современного города является то, что в работу с ним все чаще начинают внедряться системы альтернативной, дополненной или виртуальной реальности. Каждая из этих систем,

отвечая на специфические задачи, в то же время является частью общего поля виртуального взаимодействия в цепочке «город — человек». Наиболее простым примером применения технологий дополненной реальности становятся набирающие в последнее время популярность экскурсии, в ходе которых на окуляры умных очков или экраны AR- или VR-устройств для смартфонов выносятся информация, расширяющая или дополняющая речь экскурсовода: старинные фотографии, текстовая или иная графическая информация, а также звуковые эффекты для более полного погружения.



**Рис. 2.** Пример дальнейшего развития городского кластера с демонстрацией влияния различных уровней на примере доминантного кластера

Следует отметить, что сейчас подобные приложения уже достаточно хорошо развиты в нашем цифровом мире. Остается дождаться более широкого распространения устройств для их применения, наполнения виртуального мира достаточным объемом информации. Системы дополненной реальности, действуя одновременно с программами автоматизированного проектирования, позволяют в значительной степени оптимизировать рабочие процессы в период строительства сложных объектов, оперируя процессом в режиме реального времени.

В настоящее время компьютерная графика позволяет создавать не только изображения и видеоролики по проектируемым объектам, но и интерактивные 3D-прогулки по настоящим, будущим и утраченным объектам, городам и пространствам. При помощи современных технологий обработки изображений мы можем заглянуть в прошлое и увидеть, как выглядел Рим в эпоху своего наивысшего расцвета при императоре Траяне или Марке Аврелии, увидеть Санкт-Петербург глазами Джакомо Джироламо Казановы или Оноре де Бальзака или, к примеру, наблюдать за высадкой дружины Ермака на берег реки Тура. При этом демонстрация их может производиться как на монито-

рах, так и при помощи шлемов виртуальной реальности, экранов смартфонов и иных гаджетов, а также на виртуальных сайтах в сети Интернет.

Более того, современная оцифровка объектов культурного наследия, предполагающая создание их абсолютной информационно-цифровой копии в виртуальном пространстве, дает возможность насыщения ее всей дополнительной информацией, которая в будущем позволит не только сохранить ее для потомков, но и воссоздать в случае утраты.

Использование AR- и VR-технологий позволяет не только сохранять объекты культурного наследия как «объекты в себе», но и позволяет проводить с ними достаточно обширные научные и культурологические исследования, находя ранее неизвестные точки соприкосновения, взаимосвязи и характеристики объектов, а также их отношение с внешним окружающим пространством и культурой.

### **Архитектура вне пространства и времени. Заключение**

Следующим шагом на пути к виртуализации пространства города и самого процесса проектирования может стать создание глобальных облачных моделей города. Уже в настоящее время применение подобных технологий позволяет с достаточной степенью точности формировать реальные 3D-миры, что мы можем ясно видеть в набирающем обороты развитии игровых пространств и миров, имитирующих настоящую или историческую действительность.

Однако если отвлечься от чисто игрового применения данных технологий, можно обнаружить возможности их применения и в процессе проектирования, и процессе обучения студентов. Наиболее обобщающими примерами могут послужить следующие варианты, основанные на едином принципе формирования, а именно «призрачный город».

Вся суть концепции «призрачного города» состоит в формировании достаточно детальной виртуальной 3D-модели города. В дальнейшем идет совмещение технологий хромакея, рирпроекции и AR-моделирования. Это дает нам возможность видеть виртуальный образ будущего объекта в реальной среде. В случае же подключения дополнительных возможностей глобального позиционирования и возможностей облачных технологий мы имеем возможность наблюдения объекта одновременно с любой точки восприятия в условиях реального окружения. Применение данной технологии позволит не только оценить образ и размещение проектируемого объекта в реалиях существующего города, но и увидеть город как на много лет вперед, так и в его исторических срезам. И именно последний фактор открывает для нас еще не открытое поле архитектурных, градостроительных и исторических исследований, позволяющих проводить эволюционную оценку развития города.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Сапрыкина Н. Утопический дизайн 20 века. Футурологические концепции прогнозирования // Фундаментальные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительной и строительной промышленности Российской Федерации в 2011 году. Вып. 1. М., 2012. С. 262—267.

2. Шубенков М., Шубенкова М. Индивидуальные вопросы теории национального градостроительства // *Архитектура и современные информационные технологии*. 2015. URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2015/special/shu/shub.pdf>
3. Foundations for Smarter Cities / С. Harrison, В. Eckman, R. Hamilton, P. Hartswick, J. Kalagnanam, J. Paraszczak, P. Williams // *IBM Journal of Research and Development*. 2011. 54(4). Pp. 1—16. <https://doi.org/10.1147/jrd.2010.2048257>
4. Коптяева А. С., Гуляева В. И. Виртуальный город: реалии XXI века // *Города и местные сообщества*. 2017. Т. 2. С. 238—244.
5. Строева О. В. Город как виртуальное пространство // *География искусства: инсайд-аут : сборник статей*. М., 2018. С. 246—252.
6. Туркина В. Г. Город как виртуальный феномен // *Научные ведомости Белгородского государственного университета*. Серия: Философия. Социология. Право. 2009. № 16(71). С. 52—60.
7. Cirulis A., Brigmanis K. B. 3D outdoor augmented reality for architecture and urban planning // *Procedia Computer Science*. 2013. Vol. 25. Pp. 71—79. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.009>
8. Döllner J., Baumann K., Buchholz H. Virtual 3D City Models as Foundation of Complex Urban Information Spaces // *CORP*, Vienna. 2006. Vol. 2. Pp. 107—112.
9. Meilinger T., Knauff M., Bulthoff H. H. Working memory in wayfinding — A dual task experiment in a virtual city // *Cognitive Science*. 2008. Vol. 32. Iss. 4. Pp. 755—770. <https://doi.org/10.1080/03640210802067004>
10. Грибков Р. В., Мухин М. А. Умный город: концептуальный подход к созданию платформы умного города на муниципальном уровне // *Развитие менеджмента в Индустрии 4.0: переход к киберфизическим организациям и формирование их систем управления: материалы XI Российской науч.-практич. конф. (с международным участием)*. 2018. С. 49—51.
11. Шеина С. Г., Мартынова Е. В. Проект «Энергоэффективный город» как основа концепции Smart City // *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*. 2016. № 4(16). С. 87—96.
12. Anthopoulos L., Tsoukalas I. A. The Implementation Model of a Digital City. The Case Study of the Digital City of Trikala, Greece // *Journal of E-Government*. 2006. Vol. 2. Iss. 2. Pp. 91—109. [https://doi.org/10.1300/j399v02n02\\_06](https://doi.org/10.1300/j399v02n02_06)
13. Fusero P., Massimiano L., Tedeschi A., Lepidi S. Parametric Urbanism: A New Frontier for Smart Cities // *Planum. The Journal of Urbanism*. 2013. Vol. 2. Iss. 27. Pp. 1—13.
14. Панфилов А. В. Смарт-сити. Формирование города в рамках тектологической концепции // *Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и дизайн : сборник статей*. Самара, 2017. С. 242—246.
15. Панфилов А. В. Кластерная модель развития города // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова*. 2016. № 9. С. 83—90.

#### REFERENCES

1. Saprykina N. [Utopian design of the 20th century. The futurological concepts of forecasting]. *Fundamental'nye issledovaniya RAASN po nauchnomu obespecheniyu razvitiya arkhitektury, gradostroitel'noi i stroitel'noi promyshlennosti Rossiiskoi Federatsii v 2011 godu* [Fundamental research of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences for the scientific support of the architecture, urban development and construction industry of the Russian Federation in 2011]. Issue 1. Moscow, 2012. Pp. 262—267.
2. Shubenkov M., Shubenkova M. [Individual problems of the theory of national urban development]. *Arkhitektura i sovremennye informatsionnye tekhnologii* [Architecture and Modern Information Technologies], 2015. URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2015/special/shu/shub.pdf>

3. Harrison C., Eckman B., Hamilton R., Hartswick P., Kalagnanam J., Paraszczak J., Williams P. Foundations for Smarter Cities. IBM Journal of Research and Development, 2011, 54(4), pp. 1—16. <https://doi.org/10.1147/jrd.2010.2048257>
4. Коптыаева А. С., Гulyаева В. И. [Virtual city: realities of the XXI century]. Goroda i mestnye soobshchestva [Cities and local communities], 2017, vol. 2, pp. 238—244.
5. Stroyeva O. V. [City as virtual space]. Geografiya iskusstva: insaid-aut [Geography of art: inside out. Coll. of articles]. Moscow, 2018, pp. 246—252.
- 6.. Turkina V. G. [City as a virtual phenomenon]. Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Filosofiya. Sotsiologiya. Pravo [Belgorod State University Scientific Bulletin. Philosophy. Sociology. Law], 2009, no. 16, pp. 52—60.
7. Cirulis A., Brigmanis K. B. 3D outdoor augmented reality for architecture and urban planning. Procedia Computer Science, 2013, vol. 25, pp. 71—79. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.009>
8. Döllner J., Baumann K., Buchholz H. Virtual 3D City Models as Foundation of Complex Urban Information Spaces. M. Schrenk (ed.). CORP, Vienna. 2006. Vol. 2. Pp. 107—112.
9. Meilinger T., Knauff M., Bulthoff H. H. Working memory in wayfinding — A dual task experiment in a virtual city. Cognitive Science, 2008, 32(4), pp. 755—770. <https://doi.org/10.1080/03640210802067004>
10. Gribkov R. V., Mukhin M. A. [The smart city: a conceptual approach to creating the smart city platform at the municipal level]. Razvitie menedzhmenta v Industrii 4.0: perekhod k kiberfizicheskim organizatsiyam i formirovanie ikh sistem upravleniya [The management development in Industry 4.0: transition to cyber-physical organizations and the formation of their management systems. XI All-Russian Conf.], 2018, pp. 49—51.
11. Sheina S. G., Martynova E. V. [Project “Energy efficient city” as the basis of the concept of “smart city”]. Biosfernaya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii [Biosphere compatibility: human, region, technology], 2016, no. 4, pp. 87—96.
12. Anthopoulos L., Tsoukalas I. A. The Implementation Model of a Digital City. The Case Study of the Digital City of Trikala, Greece. Journal of E-Government, 2006, 2(2), pp. 91—109. [https://doi.org/10.1300/j399v02n02\\_06](https://doi.org/10.1300/j399v02n02_06)
13. Fusero P., Massimiano L., Tedeschi A., Lepidi S. Parametric Urbanism: A New Frontier for Smart Cities. Planum. The Journal of Urbanism, 2013, 2(27), pp. 1—13.
14. Panfilov A. V. [Smart city. Formation of the city in the framework of tectological concept]. Traditsii i innovatsii v stroitel'stve i arkhitekture. Arkhitektura i dizain [Traditions and innovations in construction and architecture. Architecture and design. Coll. of articles]. Samara, 2017. Pp. 242—246.
15. Panfilov A. V. [Cluster model of city development]. Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V. G. Shukhova [Bulletin of Belgorod State Technological University named V. G. Shukhov], 2016, no. 9, pp. 83—90.

© Панфилов А. В., 2019

Received in April 2019

Поступила в апреле 2019 г.

**Ссылка для цитирования:** Панфилов А. В. Виртуализация города // Социология города. 2019. № 2. С. 23—30.

**For citation:** Panfilov A. V. [Virtualization of the city]. *Sotsiologiya Goroda* [Sociology of City], 2019, no. 2, pp. 23—30.