

## **ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ ГОРОДА НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

УДК: 711.01  
ББК: 85.118

**Пучков Максим Викторович**

кандидат архитектуры, доцент,  
Уральская государственная архитектурно-художественная академия;  
Екатеринбург, Россия, e-mail: maxpouthkov@mail.ru

**Бутенко Анна Андреевна**

аспирант,  
Уральская государственная архитектурно-художественная академия,  
Екатеринбург, Россия

### **Аннотация**

*В статье рассматриваются перспективные подходы к решению проблем градостроительства с использованием параметрического моделирования, композиционные и технологические аспекты проектного моделирования архитектурно-пространственной среды города на основе использования информационных технологий (параметрическое моделирование, пространственный синтаксис, ГИС-системы).*

### **Ключевые слова**

*градостроительство, генплан, проект, параметрика, информационная модель*

*Статья подготовлена при поддержке РГНФ / РААСН*

В концепцию планировочного и архитектурного развития генплана города изначально заложена единая композиционная схема, предполагающая некий архитектурно-пространственный облик. С другой стороны, город – это динамичная система, процесс, требующий мониторинга и корректировки под влиянием факторов пространственных изменений – как стихийных, так и целенаправленных. Градостроительство – сложная, многосторонняя по своему содержанию проектная работа. Город – очень сложное мультисистемное образование, в том числе его архитектурно-планировочный аспект. При этом разработка и сравнение вариантов проектных решений – важнейшие методологические основы градостроительного проектирования.

Архитектурно-пространственная модель городской среды, встроенная в общую информационную систему планирования и управления городским хозяйством, может стать эффективным инструментом в теории и практике градостроительства. В этой модели необходимо учитывать ландшафтные особенности, социальные явления, историческую ткань и региональную специфику, а также архитектурно-пространственные качества территорий, чего не хватает современным ГИС и САД системам. Создание модели территории города при помощи информационных технологий может быть использовано в процессе проектирования архитектурно-пространственной среды города и управления им на основе биосферной совместимости в реальном времени.

Использование методов параметрики позволяет преодолеть сложности, связанные с обработкой данных и качественно улучшить результаты работы, превратить генплан

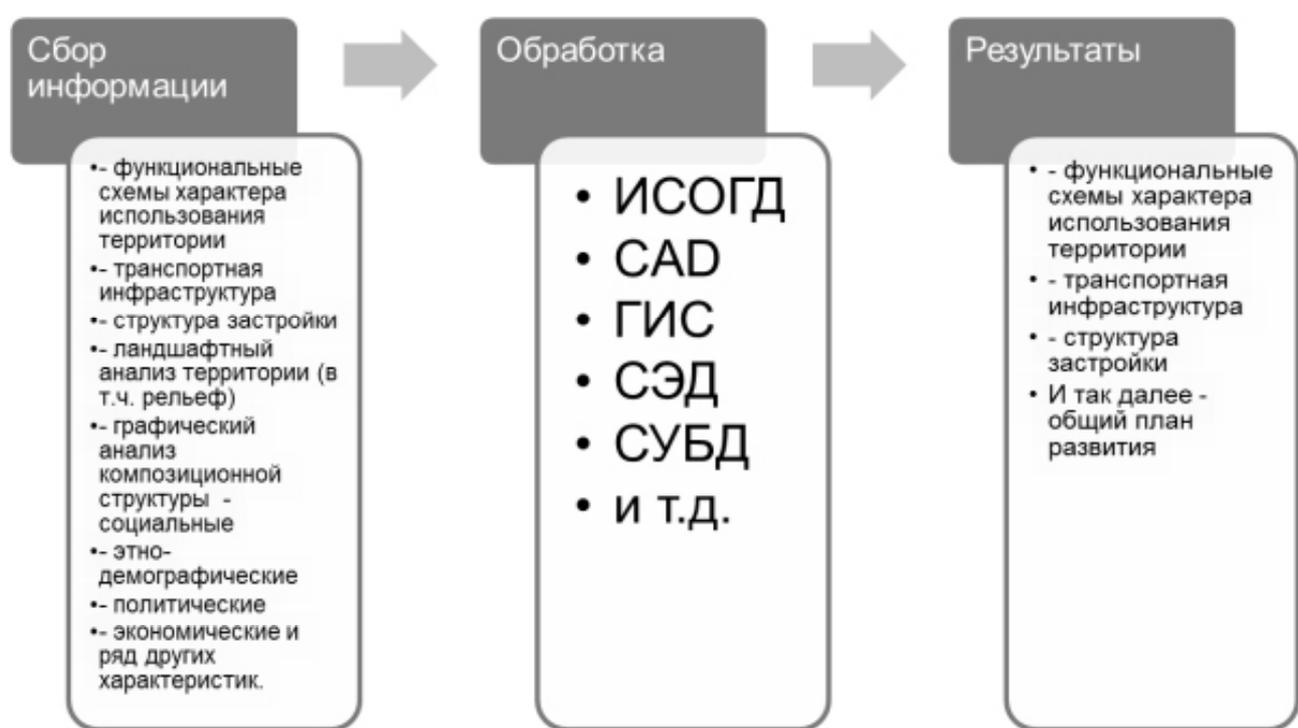


Схема 1. Информационная модель города

из статичного объекта в динамический инструмент.

Параметрическое моделирование (параметризация) – это проектирование с использованием параметров элементов модели и соотношений между этими параметрами. Параметризация позволяет за короткое время «проиграть» различные схемы с помощью изменения параметров или геометрических соотношений. Имея возможность закладывать в процесс проектирования большее количество данных и ограничений, можно получить проект, максимально учитывающий многие факторы, сложно увязываемые традиционными методами. Параметрические методы позволяют работать в реальном времени с самыми актуальными данными. Параметрический метод проектирования основан на создании алгоритмов среды с использованием меняющихся параметров. В дальнейшем применение этих алгоритмов позволяет решить множество задач, которые либо не решаемы, либо очень трудоемки при использовании традиционного проектирования.

Все информационные системы моделирования городской среды можно разделить на несколько больших групп (схема 1):

1. Системы сбора и обработки информации – массива исходных данных (базы данных – структурированный информационный массив)

2. Системы автоматизированного проектирования (САПР и САД системы).

3. ГИС системы (геоинформационная система, представляющая информацию с привязкой к системе географических координат);

4. ИСОГД системы как комплексы обработки информации (ИСОГД — организованный в соответствии с требованиями Градостроительного кодекса РФ систематизированный свод документированных сведений о развитии территорий, необходимых для осуществления градостроительной, инвестиционной и иной хозяйственной деятельности. Включает материалы в текстовой форме и в виде карт).

В широком понимании ИСОГД – метасистема, которая обеспечивает информационную поддержку множества разнообразных процессов развития города.



Схема 2. Информационная модель города с акцентом на недостающий элемент

ИСОГД – информационная система обеспечения градостроительной деятельности – система получения, хранения и обработки информации о градостроительной деятельности (на основе ГИС и САД систем).

Системы автоматизации проектирования городской среды в настоящее время существуют в достаточно большом количестве и бывают различных типов. Но все они лишены целостного проектного «ядра» (схема 2), позволяющего как вводить разнообразную информацию, так и получать комплексный проектный ответ, так как специализируются на отдельных локальных «слоях» информационной модели города. Необходимый этап развития системы – введение понятия «экспертной системы».

Экспертные системы и системы с «проектным ядром», в качестве которых рационально использовать параметрические системы, – это направление исследований в области искусственного интеллекта по созданию вычислительных систем, умеющих принимать решения, схожие с решениями экспертов в заданной предметной области. Данное направление является плодом совместной работы экспертов в данной предметной области, инженеров по знаниям и программистов (схема 3). Эксперт предоставляет необходимые знания о тщательно отобранных примерах проблем и путей их решения; инженер формализует всю полученную информацию в виде базы знаний и помогает программисту в написании экспертной системы.

Эксперт – это человек, способный ясно выразить свои мысли и пользующийся репутацией специалиста, умеющего находить правильные решения проблем в конкретной предметной области. Он использует собственные приемы и методы, чтобы сделать поиск решения более эффективным, а экспертная система моделирует все его стратегии.

Инженер знаний – специалист в области информатики и искусственного интеллекта и знающий, как надо строить экспертные системы. Инженер опрашивает экспертов, решает, каким образом их знания должны быть представлены в экспертной системе и может помочь программисту в написании программ.

Программист разрабатывает инструментальное средство (если оно разрабатывается заново или впервые), содержащее в пределе все основные компоненты



Схема 3. Совместная работа специалистов в процессе разработки экспертной системы

экспертной системы, и осуществляет его сопряжение с той средой, в которой оно будет использовано. Пользователь использует уже построенную экспертную систему. Преимущества экспертных систем перед человеком-экспертом – легкость передачи. Передача знаний от одного человека другому – долгий и дорогой процесс. Передача искусственной информации – простой процесс копирования программы или файла данных.

Экспертная система должна обладать «проектным ядром», т. е. генерировать проектные решения, а не постулировать изменения или только вводить проектные результаты, разработанные отдельной группой проектировщиков (схема 4).

Характерные черты экспертной системы:

- четкая ограниченность предметной области;
- способность принимать решения в условиях неопределенности;
- способность объяснять ход и результат решения понятным для пользователя способом;
- разделение декларативных и процедурных знаний (фактов и механизмов вывода);
- способность пополнять базу знаний, возможность наращивания системы;
- результат в виде конкретных рекомендаций для действий в сложившейся ситуации, не уступающих решениям лучших специалистов;
- ориентация на решение неформализованных (способ формализации пока неизвестен) задач;
- алгоритм решения не описывается заранее, а строится самой экспертной системой;
- отсутствие гарантии нахождения оптимального решения с возможностью учиться на ошибках.

Градостроительная экспертная система может включать следующие компоненты: социальные, этнодемографические, политические, экономические, ландшафтные, архитектурные, климатические и ряд других характеристик, инженерную и транспортную инфраструктуру, функциональную схему, морфологию застройки и т. д.

Согласно ст. 10 (п. 2) Градостроительного кодекса, при разработке генерального плана требуется показать возможные варианты развития территории. Однако в силу



Схема 4. Информационная модель города – экспертная система

большого объема информации, требующей анализа и обработки, очень продолжительная работа градостроителей-проектировщиков без использования систем «искусственного интеллекта», создание различных вариантов для рассмотрения требует больших трудозатрат. Генплан статичен, он не изменяется, а исходные данные меняются быстро, следовательно, учитывать эти изменения и своевременно делать корректные выводы крайне сложно.

Таким образом, основной проблемой проектирования становится невозможность развития алгоритма. Так происходит с любым проектом при использовании традиционных методов. В этом случае методы параметрического моделирования позволяют учитывать большое количество исходных данных в рамках процесса подготовки объемно-планировочных решений генерального плана.

По сути, создание параметрической модели генерального плана на основе системного анализа существующей градостроительной ситуации позволит генерировать под контролем специалиста объемы больших масштабов в гораздо меньшие сроки и одновременно рассматривать множество итоговых вариантов.

Инструментом программирования параметрических алгоритмов является программа Grasshopper. Это графический редактор генеративных алгоритмов, использующий принципы параметрического (нодового) проектирования, тесно интегрированный в инструментарий среды 3D-моделирования Rhino. Rhinoceros (или просто Rhino) – это программное обеспечение для трехмерного NURBS моделирования. Именно эта программа используется как среда для работы плагина Grasshopper.

Параметрическая модель генерирует проекты, опираясь на знания, которые в нее заложены. Исследование происходит в процессе производства, параметрическая модель “эволюционирует”. Это ориентация на процесс и на идею. Значит, развивается не каждый отдельный проект, а идея в целом.

Можно настраивать алгоритм таким образом, что он будет учитывать в вычислениях именно те показатели генерального плана, которые необходимы и наиболее актуальны. Это могут быть функциональные схемы характера использования территории (соотношения площадей территорий жилых и общественных районов, промышленных зон, территорий специального назначения, данные об объектах социального и культурно-бытового обслуживания населения и т. д.); данные о населении; ландшафтный анализ территории, в том числе анализ рельефа; графический

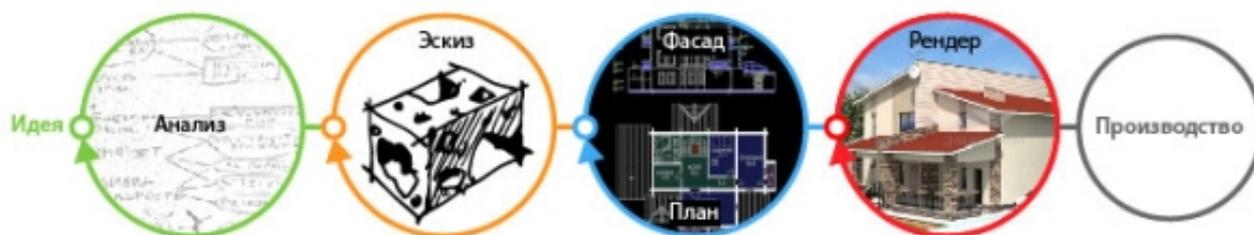


Схема 5. Традиционный подход к проектированию. Источник: [www.hiteca.ru](http://www.hiteca.ru)

анализ композиционной структуры города (при его реконструкции и разработке стратегии развития); данные о существующем кадастровом делении территории; транспортной инфраструктуре; градостроительных ограничениях и особых условиях использования территорий и т. д.

Комплексные результаты анализа служат основой для обоснования выбора оптимального варианта архитектурно-градостроительного проекта. Учитывая их, можно закладывать разнообразные требуемые физические параметры будущей структуры застройки: от простых (этажность и плотность, процентное соотношение площадей застройки разных категорий) до сложных (площадь застройки) и сопутствующие экономические вычисления.

Проектирование возможно на основе моделей (что более характерно для доиндустриальной архитектуры классицизма) или концепций (что стало распространено после художественной и социальной революции модернизма) (А. Леви, 2001).

Создание отдельных проектов не дает ничего в методическом смысле, а создание моделей может дать много новых проектов. Знания могут накапливаться по-разному

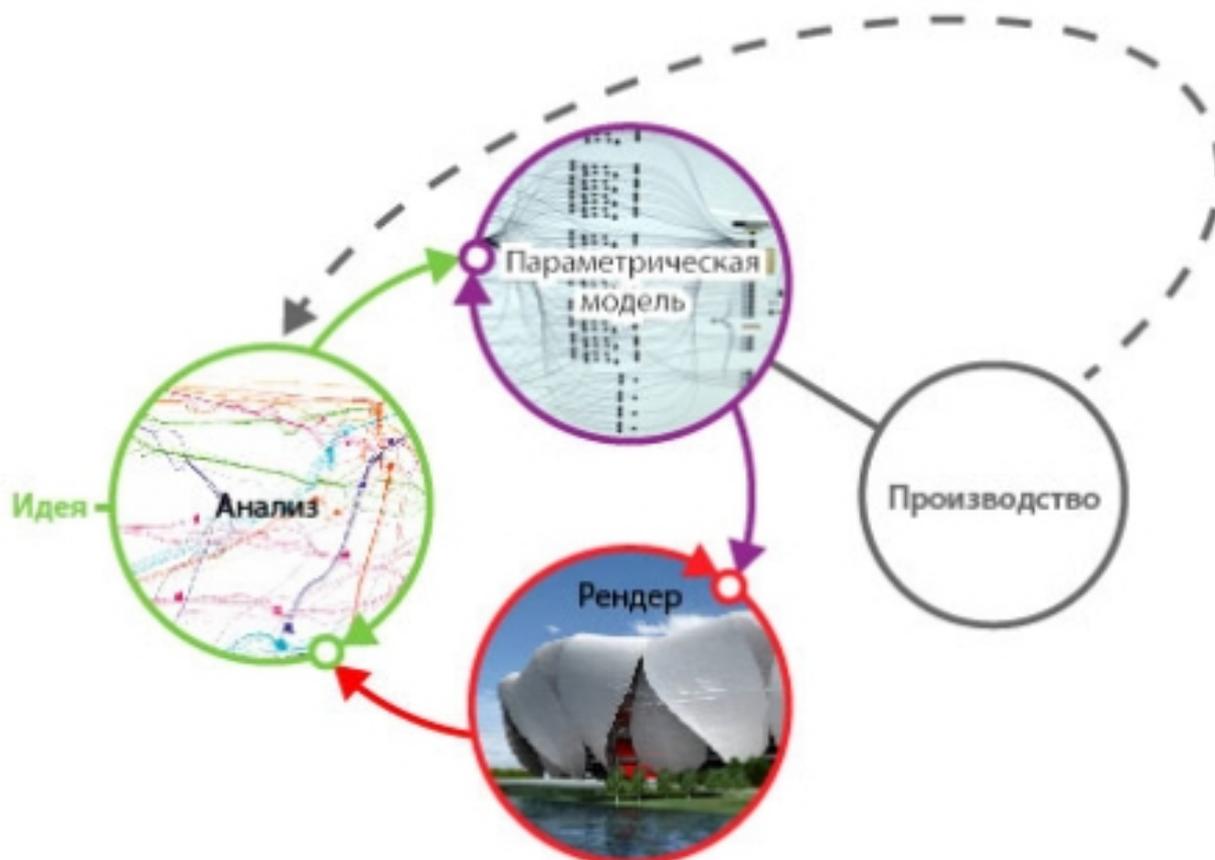


Схема 6. Применение параметрического метода. Источник: [www.hiteca.ru](http://www.hiteca.ru)



Схема 7. Подход, основанный на использовании в информационной модели города – проектного ядра

– в виде статей, схем или скриптов. Исследования в традиционном понимании архитектора – это теоретические дипломные работы, диссертации и т. п.

Производственная и исследовательская деятельность – два отдельных направления; все этапы от идеи до производства последовательно связаны.

Параметрический метод включает и производство, и исследование. Параметрическая модель генерирует проекты, опираясь на знания, которые в нее заложены. Анализ здесь – не абстрактные графики и линии на генплане города, а точные данные. Можно анализировать существующую ситуацию, а можно внедрять в нее каждый вариант объекта, оценивая каждый вариант. Это даст новые результаты анализа – входные данные для параметрической модели.

Имея возможность закладывать в процесс проектирования большее количество данных, можно получить проект, максимально учитывающий многие факторы, сложно увязываемые традиционными методами (схемы 5, 6).

Параметрический подход тесно связан с понятием синергетики. Синергетика – наука о сложных самоорганизующихся системах – начала формироваться в 1980-е годы. Е.Н. Князева определяет ее как науку о хаосе и порядке [5]. В синергетике важнейшим является принцип нелинейности мышления, нелинейности развития системы. Синергетику интересует интересное, уникальное решение, а не собственно достижение цели, оригинальность. Структура города существует как изменяющаяся во времени, на каждом временном отрезке являясь одновременно и завершенной, и открытой к дальнейшему развитию. От застывшей в форме генплана модели города с помощью применения параметрических методов можно начать рассматривать город как комплекс вероятных сценариев развития территории.

Новое мышление, сформировавшееся под воздействием идей и принципов синергетики, дает толчок к переосмыслению существования города, происходящих в нем процессов, его взаимосвязи с окружением, а также к градостроительному проектированию и планированию. Принципы синергетики работают во многих сферах жизнедеятельности человека, в том числе и в архитектуре и градостроительстве. Развитие архитектуры с учетом принципов синергетики будет альтернативой в решении насущных градостроительных проблем, поскольку влияние основных концепций синергетики на процесс формирования города трудно переоценить.

### **Заключение**

Параметрический метод проектирования основан на создании алгоритмов

---

среды с использованием меняющихся параметров. В дальнейшем использование этих алгоритмов позволяет решить множество задач, которые либо не решаемы, либо очень трудоемки при традиционном проектировании. Параметрическая модель генерирует проекты, опираясь на знания, которые в нее заложены.

Имея возможность закладывать в процесс проектирования большее количество данных, можно получить проект, максимально учитывающий многие факторы, сложно увязываемые традиционными методами. Результат – умело дифференцированный городской пейзаж, который облегчает навигацию через его закономерную застройку и с помощью архитектурных акцентов, глобальных и местных пространственных свойств.

Мы получаем новый подход к обоснованию предлагаемых проектных решений, исходящих из совокупности социально-экономических, технических, технологических и иных факторов, привязки к местности и исторических характеристик. Включая проверенные временем методики анализа в комплекс алгоритма, мы автоматизируем и, как следствие, ускоряем процесс предпроектных исследований.

Можно настраивать алгоритм таким образом, что он будет учитывать в вычислениях именно те показатели генерального плана, которые необходимы и наиболее актуальны. Комплексные результаты проведенного анализа объединяются и служат основой для последующего обоснования выбора оптимального варианта архитектурно-градостроительного проекта в «проектном ядре» (схема 7).

Учитывая эти результаты, можно закладывать разнообразные требуемые физические параметры будущей структуры застройки и сопутствующие экономические вычисления.

Подводя итог, можно сказать, что затраты времени, которое тратится на освоение территории традиционными методами и методами параметрической генерации, несопоставимы. Методами параметрики мы можем более качественно прорабатывать гораздо большие площади территорий, при этом рассматривая большое количество разных вариантов сценариев развития города, используя всегда актуальные данные. Спроектировав систему, имеющую возможность к адаптации, просчитывающую все требуемые параметры, мы получим инструмент для гораздо более гибкого и эффективного подхода к работе. Изменяемые требования к архитектурно-пространственной модели городской среды, встроенной в общую информационную систему планирования и управления городским хозяйством, могут стать эффективным инструментом в области теории и практики градостроительства.

### **Библиография**

1. Авдотьян, Л.Н. Градостроительное проектирование: учеб. для вузов / Л.Н. Авдотьян, И.Г. Лежава, И.М. Смоляр. – М.: Стройиздат, 1989. – 432 с.: ил.
2. Анисимов А.Н. Синергетический метод градостроительного проектирования [Электронный ресурс] // Свердловская областная универсальная научная библиотека им. В.Г. Белинского. – URL: [http://book.uraic.ru/project/conf/txt/005/archvuz22\\_pril/24/template\\_art...](http://book.uraic.ru/project/conf/txt/005/archvuz22_pril/24/template_art...)
3. Горбачев, В.Н., Назыров, Т.Э. Система имитационного моделирования развития городской территории / В.Н. Горбачев, Т.Э. Назыров. – Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет: Интегро, 2012.
4. Информационное моделирование – Архитектурное радио [Электронный ресурс] // Хитека: Копилка знаний и идей по развитию архитектуры и автоматизации проектирования – 2011. – URL: [http://www.hiteca.ru/2011/03/blog-post\\_6721.html](http://www.hiteca.ru/2011/03/blog-post_6721.html)
5. Князева, Е. Н., Курдюмов, С. П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем / Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов. – М.: Наука, 1994. – 236 с.
6. Параметрическое проектирование: лекция [Электронный ресурс] / ВКонтакте. – URL:

<http://vk.com/event42758703>.

7. Манифест [Электронный ресурс] // Хитека: Копилка знаний и идей по развитию архитектуры и автоматизации проектирования. – 2010. – URL: <http://www.hiteca.ru/p/blog-page.html>

8. Параметризм – Новый Глобальный Стиль для Архитектуры и Городского Дизайна [Электронный ресурс] // Хитека: Копилка знаний и идей по развитию архитектуры и автоматизации проектирования. – 2011. – URL: [http://www.hiteca.ru/2011/10/blog-post\\_04.html](http://www.hiteca.ru/2011/10/blog-post_04.html)

9. Параметрическая практика – архитектурное радио [Электронный ресурс] // Хитека: Копилка знаний и идей по развитию архитектуры и автоматизации проектирования. – 2010. – URL: [http://www.hiteca.ru/2011/03/blog-post\\_8493.html](http://www.hiteca.ru/2011/03/blog-post_8493.html)

10. Пучков, М.В. Архитектура в эпоху информационных технологий / М.В. Пучков. – Екатеринбург: Архитектон, 2006.

11. Цель параметрики [Электронный ресурс] // Хитека Копилка знаний и идей по развитию архитектуры и автоматизации проектирования – 2013. – URL: <http://www.hiteca.ru/2013/02/parametrica.html>

12. ADArchitectural Design – DigitalCities. – 2009. – Вып. 79, № 4. – URL: [http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism\\_Russian%20text.html](http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism_Russian%20text.html)

Произведение «ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ ГОРОДА НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ», созданное автором по имени Пучков Максим Викторович, Бутенко Анна Андреевна, публикуется на условиях лицензии Creative Commons «Attribution-ShareAlike» («Атрибуция — На тех же условиях») 4.0 Всемирная.

Разрешения, выходящие за рамки данной лицензии, могут быть доступны на странице [maxrouthkov@mail.ru](mailto:maxrouthkov@mail.ru).



Пучков Максим Викторович  
кандидат архитектуры, доцент,  
Уральская государственная архитектурно-художественная академия;  
Екатеринбург, Россия, e-mail: [maxrouthkov@mail.ru](mailto:maxrouthkov@mail.ru)  
Бутенко Анна Андреевна  
аспирант,  
Уральская государственная архитектурно-художественная академия,  
Екатеринбург, Россия

Статья поступила в редакцию 05.11.2014

Электронная версия доступна по адресу: [http://archvuz.ru/2015\\_1/6](http://archvuz.ru/2015_1/6)

© М.В. Пучков 2015

© А.А. Бутенко 2015

© УралГАХА 2015

# PARAMETRIC MODELLING OF SPATIAL ARCHITECTURAL URBAN ENVIRONMENTS BASED ON INFORMATION TECHNOLOGIES

**Puchkov Maxim V.**

PhD (Architecture), Associate professor  
Ural State Academy of Architecture and Arts,  
Ekaterinburg, Russia, e-mail: maxpouthkov@mail.ru

**Butenko Anna A.**

PhD student,  
Ural State Academy of Architecture and Arts,  
Ekaterinburg, Russia

## ABSTRACT

*The article reviews new promising approaches to the solution of urban planning problems using parametric modeling and considers compositional and technological aspects of urban space design modelling based on information technologies (parametric modelling, spatial syntax, GIS-systems).*

## KEY WORDS

*urban planning, general plan, project, parametricism, information model*

## References

1. Avdotyin, L.N., Lezhava, I.G., Smolyar, I.M. (1989) Urban Plan Design. Moscow: Stroyizdat (in Russian)
2. Anisimov, A.N. A Synergy Method of Urban Plan Designing [online] Sverdlovsk V. Belinsky Regional Universal Scientific Library. Available from: [http://book.uraic.ru/project/conf/txt/005/archvuz22\\_pril/24/template\\_art...](http://book.uraic.ru/project/conf/txt/005/archvuz22_pril/24/template_art...) (in Russian)
3. Gorbachev, V.N., Nazyrov, T.E. (2012) Urban Development Simulation System. Ufa: Ufa state Aviation Technical University; Integro (in Russian)
4. Information Modelling – Architectural Radio (2011) [online]. Hiteca: a Bank of Knowledge ad Ideas for Development of Architecture and Design Automation. Available from: [http://www.hiteca.ru/2011/03/blog-post\\_6721.html](http://www.hiteca.ru/2011/03/blog-post_6721.html) (in Russian)
5. Knyazeva, E.N., Kurdyumov, S.P. (1994) Laws of Evolution and Self-Organization of Complex Systems. Moscow: Nauka (in Russian)
6. Parametric Design: a lecture [online]. Available from: <http://vk.com/event42758703> (in Russian)
7. Manifesto (2010) [online] Hiteca: a Bank of Knowledge ad Ideas for Development of Architecture and Design Automation. Available from: <http://www.hiteca.ru/p/blog-page.html> (in Russian)
8. Parametricism, a New Global Style for Architecture and Urban Design (2011) [online] Hiteca: a Bank of Knowledge ad Ideas for Development of Architecture and Design Automation. Available from: [http://www.hiteca.ru/2011/10/blog-post\\_04.html](http://www.hiteca.ru/2011/10/blog-post_04.html) (in Russian)
9. Parametric Practice – Architectural Radio (2010) [online] Hiteca: a Bank of Knowledge ad Ideas for Development of Architecture and Design Automation. Available from: [http://www.hiteca.ru/2011/03/blog-post\\_8493.html](http://www.hiteca.ru/2011/03/blog-post_8493.html) (in Russian)
10. Puchkov, M.V. (2006) Architecture in the Age of Information Technologies. Ekaterinburg: Architecton (in Russian)
11. The Objective of Parametrics (2013) [online] Hiteca: a Bank of Knowledge ad Ideas for Development of Architecture and Design Automation. Available from: <http://www.hiteca.ru/2013/02/parametrica.html> (in Russian)
12. ADArchitectural Design – DigitalCities (2009). Issue 79, No. 4. Available from: [http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism\\_Russian%20text.html](http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism_Russian%20text.html) (in Russian)

Article submitted 05.11.2014

The online version of this article can be found at: [http://archvuz.ru/2015\\_1/6](http://archvuz.ru/2015_1/6)

© M.V. Puchkov 2015

© A.A. Butenko 2015

© USAAA 2015