

МАНХЭТТЕНСКИЙ КОД

Титов Сергей Сергеевич,

доктор физико-математических наук, профессор,
зав. кафедрой прикладной математики и технической графики,
ФГБОУ ВО «Уральский государственный архитектурно-художественный университет»,
Екатеринбург, Россия, e-mail:

Холодова Людмила Петровна,

доктор архитектуры, профессор, зав. кафедрой теории архитектуры и профессиональных коммуникаций,
ФГБОУ ВО «Уральский государственный архитектурно-художественный университет»,
Екатеринбург, Россия, e-mail: lph@usaaa.ru

УДК: 711-1
ББК 85.118

Аннотация

Работа посвящена изучению моделей эволюции архитектурных планировок во времени и пространстве. Это направление относится как к разделу архитектурной топологии, так и к разделу градостроительной теории в рамках урбанистического моделирования. Цель таких исследований – выяснение «генетического кода», развертывание которого во времени и пространстве приводит к осуществленным наблюдаемым архитектурным и градостроительным формам.

Ключевые слова:

манхэттенская решетка, планировочная модель, математическая модель, уравнение реакции-диффузии, пространство Минковского

Манхэттенизм – это единственная урбанистическая идеология, вскормленная на достоинствах и недостатках характерной для метрополиса сверхплотной городской среды. Он раз и навсегда сделал ставку на перенаселенность, высокую плотность как основу идеальной современной культуры.

Рем Колхас

Позиция

Феномен «манхэттенской решетки» будоражит мир теоретиков архитектуры. Прежде всего, хочется понять, почему в 1811 г. предложена модель развития города, которая представляет собою решетку, никак не обоснованную с позиций градостроительной теории. К этому времени разработаны правила организации градостроительных территорий, написаны трактаты о градоустройстве и пр. Самое интересное, что всем известен аргумент авторов решетки: удобство коммерческой сделки, удобство продавать кварталы; но не понятно, почему столько лет ничего не меняется на основании градостроительной науки. В дальнейшем разработана (еще продолжает разрабатываться) теория манхэттенизма, которая гласит: в городе может происходить все что угодно (с архитектурной точки зрения), но только в пределах одного квартала. Общая планировка не должна быть нарушена [1].

Манхэттенскую решетку улиц можно рассматривать как концептуальную догадку. Оказалось, что исходной задачей проекта была задача полного уничтожения, подавления природного начала. Цивилизация против «варварства» природы. В 1850 г. была попытка сохранить природный кусок территории в виде парка. Но на практике уничтожили и этот участок, разместив на этом месте искусственную природу (холмы, озера, лес). Идея полного подчинения природы осуществилась.

Вычерченная на бумаге решетка улиц – это идеальная модель, независимая от территориального своеобразия. Все история градостроительства, наоборот, построена на своеобразии территориальных качеств. «Двухмерная дисциплина решетки создает, прежде всего, немислимые возможности для трехмерной анархии» [2]. Это и случилось в Манхэттене.

В настоящее время мы можем утверждать, что сам факт «разлиновки» городской территории практиковался задолго до знаменитой «решетки». Город Милет (411), город Екатеринбург (1723), рис. 1–2.

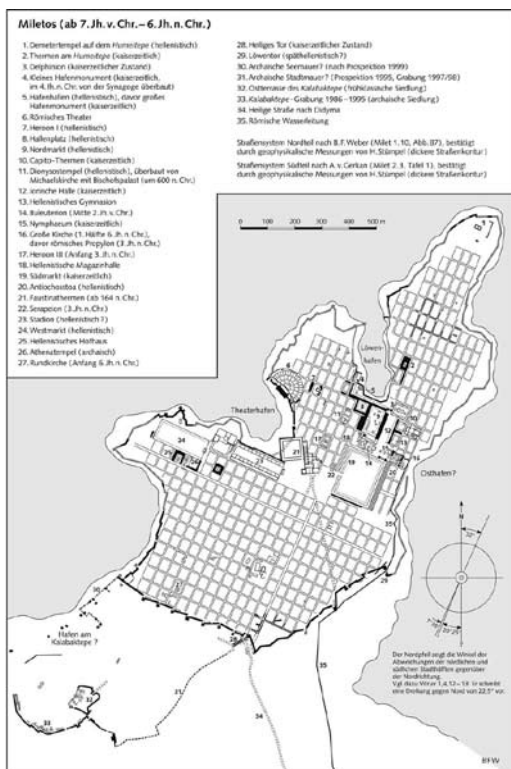


Рис. 1. Город Милет. Основан в 411 г.



Рис. 2. План Екатеринбурга. Основан в 1723 г.

Суть исследования

Важным вопросом эволюции архитектурных планов во времени, связанной в том числе и с историей архитектуры, является вопрос смены одних планировок другими. Так, планы домов, квартир, небольших строений, ориентированные на прямую видимость интерьеров, движение по прямым, сменяются при переходе к индустриальным масштабам к четким модульным структурам, к планировкам, тяготеющим к ортогональным, ориентированным по двум осям (зачастую замаскированным под привычные интерьеры в малых, «человеческих» масштабах). Далее, при переходе к увеличению масштабов деятельности появляется и третья ось – направленная вверх, что проявляется в высотном строительстве и небоскрёбах. Аналогичный процесс наблюдается в градостроительстве: переход от радиальной планировки малых городков к прямоугольной, а затем к трёхмерной ортогональной, одиозным выражением которой стала застройка острова Манхэттен, рис. 3.



Рис. 3. Генеральный план Манхэттена. 1811

Эта тенденция видна на протяжении истории с древних времен и в Пекине (сохранилась до сих пор ориентировка север–юг и запад–восток), и в империи Александра Македонского, и – особенно – в Карфагене, рис. 4. Конечно, объяснения этого явления имеют определенные основания – и особенности менталитета жителей, их религиозные и психологические настроения, и нехватка территории, и конструктивно-технологические особенности, законотворчество и т. д. Однако количество и разнообразие этих объяснений указывает на их недостаточность и некоторую поверхностность. Исчерпывающего объяснения требует сама суть этого феномена, ярко проявившегося в наши дни через обратное влияние на психологию и поведение людей – *манхэттенский код*.

Любопытно воззрение Александра Македонского, что переход к прямоугольной планировке селений от случайной и хаотичной «по тропе осла», знаменует собой переход к высшей ступени развития – от варварства к цивилизованности [3]. Конечно, можно измерять степень цивилизованности и другими шкалами признаков, умением изготавливать оливковое масло, например, однако сам подход – синергетический подход к увеличению соорганизованности, развития – может быть положен в основу декодирования этого явления как сигнала, как наблюдаемой экспериментально величины. Тем более что наблюдается и обратный процесс – деградация, связанная с увеличением энтропии в системе расселения. Таким образом, основа нашего подхода – заложенный в планировочной структуре синергетический код, отражающий степень саморазвития данного пространства (территории или объема), который

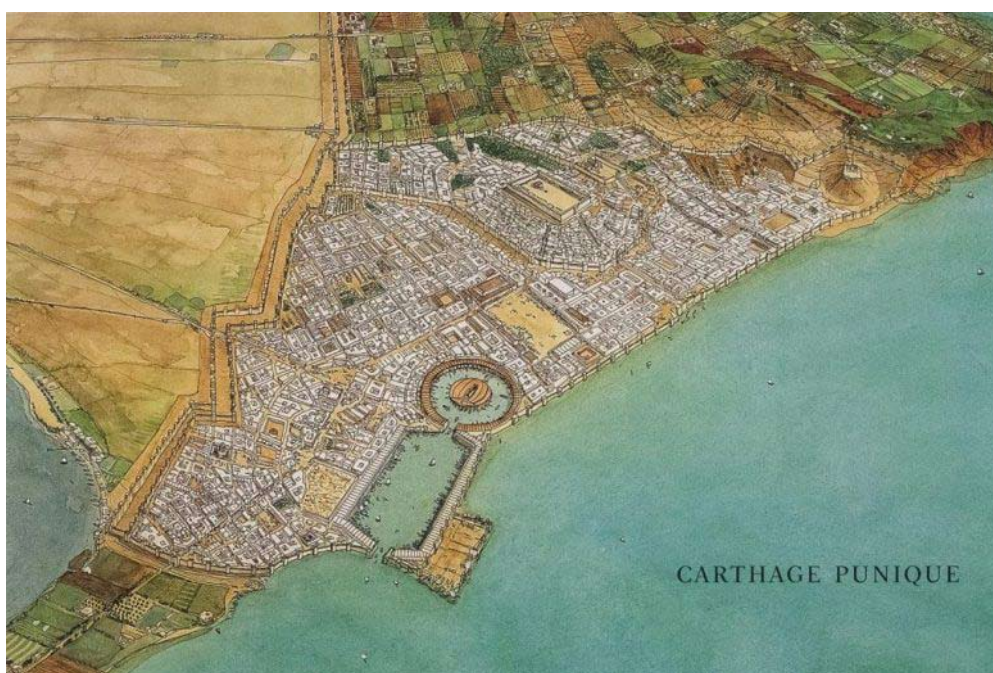


Рис. 4. Город Карфаген

предполагается возможным выявить и описать в термодинамических терминах. Предлагается разработать модель архитектурного пространства-времени с добавлением еще одной – термодинамической – величины (которую можно назвать потенциалом, энергией, температурой, ценностью или стоимостью, например, или урбанизационной плотностью), причем изменение этой величины может приводить к изменению геометрии рассматриваемого пространства. Так, в общей теории относительности Эйнштейна такой величиной, искривляющей пространство-время (изменяющей его геометрию), является масса (локальное распределение плотности). В теории градообразования Лёша-Кристаллера [4] такой величиной является капитал, накопленный в результате успешной конкуренции с соседями (например, по продаже лучшего пива), что приводит к замене равномерного расселения на идеальной равнине расселением в дискретных пунктах – вершинах правильных шестиугольников ячеистой планировочной структуры. Креативной метафорой для данного подхода является шестиугольная структура ячеек Бенара, возникающая на поверхности нагреваемой жидкости при ее конвекции [5]. Такая термодинамическая аналогия позволяет рассматривать введенную нами величину как аналог энергии, работы (в том числе как объем капитализации, выраженный в деньгах). Синергетической моделью развития архитектурного пространства естественно считать уравнение реакции-диффузии (точнее – семейство уравнений и моделей), связывающее выработку некоторого потенциала (в терминах капитала – прибавочной стоимости) в каждой точке территории, с распространением, диффузией, переходом этого потенциала на соседние и затем более дальние точки, пункты этого пространства через движение информации, товаров и капиталов. Хорошо известные в математике фундаментальные решения таких уравнений позволяют проанализировать, соответствует ли вид симметрии и метрики рассматриваемого пространства процессу изменения величины исследуемого потенциала, и предсказать, не вдаваясь в детали, момент бифуркации – т.е. изменения геометрических характеристик пространства для приведения в соответствие присущему данному моменту времени значению (величине) потенциала. Так, в качестве вывода, например, получается смена радиальной планировки на прямоугольную при достижении некоторой величины потенциала, когда фундаментальное решение уравнения плоской диффузии (теплопроводности) становится меньше («отстает» от уравнения объемной диффузии), что влечет за собой изменение Евклидовой метрики территории и замену ее на манхэттенскую.

В результате нашего пилотажного исследования выявилось три направления исследований, направленных на формулировку манхэттонского кода.

Первое направление. Исследование эволюции градостроительного формирования на основе «решетки». Интересно разработать критерии анализа городов, вычерченных по типу манхэттенской решетки.

Интересными объектами для изучения в этом направлении являются уральские города. Возникновение планировки уральских городов-заводов, изначально близкой к ортогональной, может иметь как семиотическое объяснение (крест река-плотина, по Н.Н. Ляпцеву [12]), так и синергетическое обоснование: начальный этап радиальной планировки оказывается скрытым внутри завода, где расположение частей плана подчинено логике и метрике производственного процесса, причем этот этап быстро заканчивается ввиду того, что в данном месте оказываются сосредоточены большие вложения капитала, производственных мощностей (как форм обобщенной энергии), поэтому высокий достигнутый потенциал требует соответствующего оформления, проявляющегося в ортогональной планировке вне промышленной зоны. Интересно отметить этот феномен в сравнении с радиальной планировкой посадок, примыкающих к замкам, кремлям, купеческим городкам как торгово-логистическим центрам прошлого, в которых потенциал территории не столь высок и поэтому смена планировок происходит более растянуто во времени и пространстве, что делает сам процесс хорошо заметным.

При этом торговые города по берегам рек, например, остаются по своей сути соответствующими линейной планировке, и вторая ортогональная ось формируется слабо.

При этом понятно, что линейная планировка предполагает моделирование посредством одномерного уравнения (с одной пространственной переменной, скажем, x), и, несмотря на возможную извилистость (реки, дороги на рельефе и т.п.), в идеальном выражении можно считать эту переменную изменяющейся вдоль действительной прямой.

Аналогично при двумерном и трехмерном моделировании можно при сущностном исследовании ситуации отвлечься от искривленности рельефа и рассматривать моделирование на идеальной равнине. У этого есть и обратное движение: стремление к идеалу может потребовать изменение подосновы, рельефа, реконструкции сети дорог и т. п. (что может быть проявлено в менталитете жителей, гордящихся тем, что они живут в идеальном месте, как минимум – «в лучшем городе Земли»!).

Реальная искривленность может быть учтена на дальнейших этапах моделирования, например – вместо метрики Евклида на идеальной равнине введением метрики Римана на реальном рельефе с изменением правила измерения расстояний от места к месту.

Рассмотренный подход позволяет провести информационный анализ градостроительной планировки в градостроительстве и урбанистике, рассмотреть развитие схемы городской планировки со временем. На примерах конкретных городов (например, Екатеринбурга) проследить, как в процессе роста города радиальная планировка сменяется ортогональной. Тезис о радиальности и метрике промышленной территории на примере Екатеринбурга легко обосновать наблюдением за изломом улиц, окружающих Исторический сквер, рис. 5.

Возможное объяснение этого явления, согласно нашему подходу: момент такого перехода связан с накоплением некоего «урбанистического потенциала», который очень быстро стал перестраивать под себя окружающее пространство...

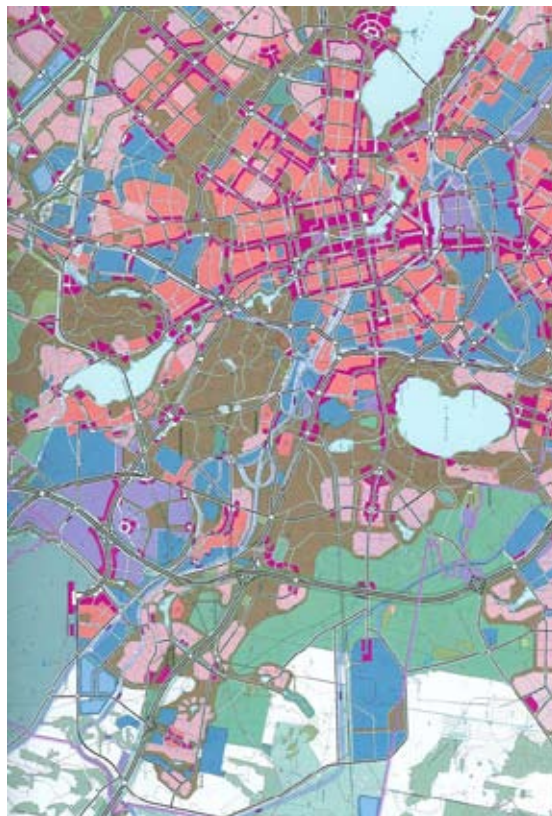


Рис. 5 Генеральный план города Екатеринбурга. 1972 г.

Было бы интересно подтвердить или опровергнуть эту гипотезу на других примерах и контр-примерах, рассмотрев «скрытую радиальность», применить различные модели, включая математическую модель «случайных блужданий» по улицам города.

Это позволит уточнить решения проблемы эволюции городской планировки в процессе развития городского пространства и на основе синергетической модели с использованием уравнения реакции-диффузии показать, в частности, причины изменения радиальной планировки на ортогональную – двумерную и трехмерную.

Второе направление. Одномерная и двумерная диффузия

Уравнение диффузии (теплопроводности) для искомой функции $c(x,t)$ естественно возникает как непрерывный предел аналогичного разностного уравнения, возникающего, в свою очередь, при рассмотрении задачи о случайном блуждании на дискретной решетке (одномерной или n -мерной). Это простейшая модель; в более сложных моделях случайных блужданий уравнение диффузии также возникает в пределе при стремлении к нулю шага решетки. Простейшей интерпретацией функции $c(x,t)$ в этом случае служит количество (или концентрация, плотность) частиц в данной точке.

В одномерном случае фундаментальное решение однородного уравнения с постоянным – не зависящим от x и t коэффициентом диффузии (теплопроводности) D при начальном условии, выражаемом дельта-функцией и граничном условии убывания на бесконечности, есть

$$c(x,t) = \sqrt{1/4\pi Dt} \cdot \exp(-x^2/(4Dt)) \quad (\text{см. далее формулу при } N=0)$$

В этом случае $c(x,t)$ можно интерпретировать как плотность вероятности того, что одна частица, находившаяся в начальный момент времени в исходном пункте, через время t перейдет в пункт с координатой x . Здесь x можно считать отсчитываемой вдоль прямой, являющейся (единственной) осью линейной планировочной структуры [13]. Дельта-функцию можно интерпретировать как условие задания начальной плотности в малой окрестности начальной точки $x = 0$ в начальный момент времени $t = 0$.

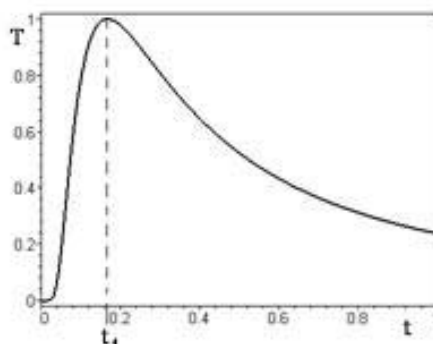
В случае двумерной диффузии, в нашем случае интерпретируемой через случайные блуждания на идеальной равнине, фундаментальное решение имеет в Евклидовой метрике вид

$$c(x,t) = (1/4\pi Dt) \exp(-x^2/(4Dt)) \quad (\text{уже без квадратного корня}).$$

В случае же двумерной решетки, которую можно интерпретировать как городские кварталы в прямоугольной планировке, модель случайного блуждания дает (в манхэттенской метрике) фундаментальное решение, формально совпадающее с фундаментальным решением для трехмерного пространства в Евклидовой метрике:

$$c(x,t) = (1/4\pi Dt)^{3/2} \exp(-x^2/(4Dt))$$

При этом график изменения со временем потенциала в данной точке на расстоянии r от источника имеет вид:



что характеризует влияние условного «центра» на «периферию».

Использование манхэттенской метрики в трехмерном случае формально эквивалентно построению фундаментального решения, формально совпадающего с фундаментальным решением для четырехмерного пространства в Евклидовой метрике (см. ниже)

$$c(x,t) = (1/4\pi Dt)^2 \exp(-x^2/(4Dt)),$$

что объясняет переход к высотному строительству на определенном этапе развития и накопления урбанизационного потенциала территории.

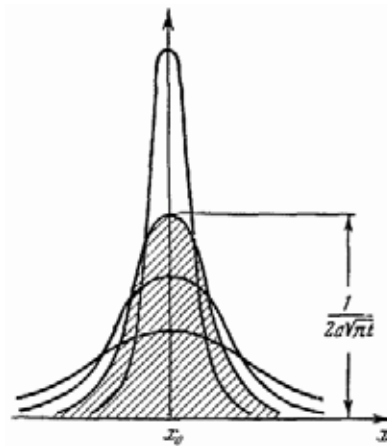
В общем случае Евклидова пространства размерности $N+1$ фундаментальное решение имеет вид

$$\mathcal{E}(x, t) = \frac{\vartheta(t)}{(4\pi t)^{N/2}} \exp\left(-\frac{|x|^2}{4t}\right)$$

(здесь ϑ характеризует плотность потенциала в начальной точке).

Поскольку метрика – это математическая модель сходства объектов, то и ее выбор во многих случаях не однозначен ввиду изменчивости исследуемых объектов, в том числе в процессе их эволюции во времени. Сейчас все чаще применяются методы, в которых метрика подстраивается под объекты и эволюционирует вместе с ними. Поэтому естественно использовать различные метрики для такого эволюционного уравнения, как уравнение реакции-диффузии.

Вот графики фундаментального решения в одномерном случае в зависимости от времени t при данной начальной плотности α :



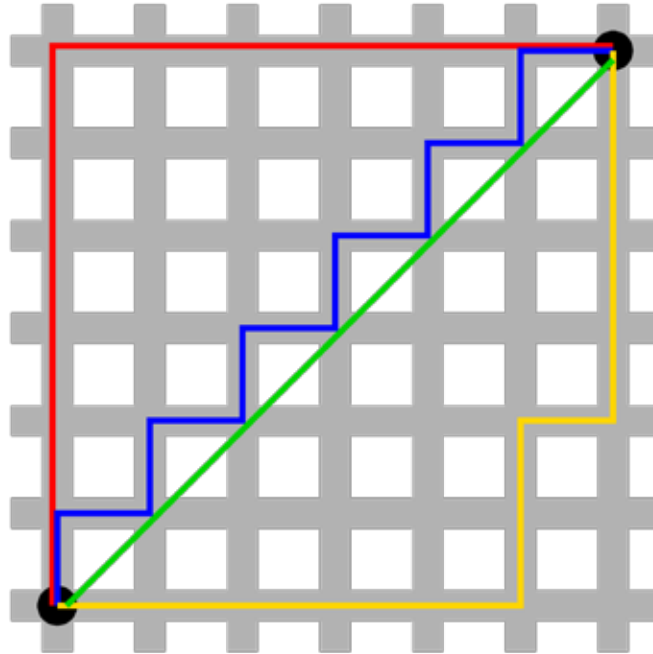
https://ru.wikipedia.org/Уравнение_теплопроводности

Следовательно, из вида фундаментального решения для различных размерностей N вытекает следующий **вывод**: моменты бифуркации, связанные с перестройкой планировочной структуры, влекущие за собой изменения также и образа жизни и менталитета населения территории, соответствуют моментам накопления ее потенциала, пропорциональным их квадратному корню в некоторой временной шкале.

Третье направление. «Решетка» как частный случай пространства Минковского. Модель случайного блуждания.

Расстояние городских кварталов как частный случай пространства Минковского на плоскости (в которой роль шара играет ромб), может быть введено и для случая трехмерной решетки (для трехмерного пространства шар в этой метрике имеет форму октаэдра, вершины которого лежат на осях координат). Модель случайного блуждания совместно с моделью «энерго-

выделения» в узлах такой решетки (т.е. с совершением некоторой работы) при стремлении к нулю размеров кварталов (или, что равносильно, при стремлении к бесконечности их количества, что применимо для больших городов), приводит к синергетической модели уравнения реакции-диффузии в метрическом пространстве с манхэттенской метрикой.



Подробности и интересные свойства этой метрики популярно изложены в [14].

Интересно, что первоначальный этап развития поселения, предшествующий радиальной планировке, может быть описан посредством Французской железнодорожной метрики [15].

Заключение

Исследование феномена манхэттенской решетки включает спектр направлений исследовательского характера. Манхэттенизм – явление современное, так как парадигма перегрузки стала основой всех мегаполисов. Отыскание манхэттенского кода прольет свет на логику и порядок эволюции города или ее торможение. Исследование должно проводиться на уровне различных фундаментальных наук.

Библиография:

1. Колхас, Р. Нью-Йорк вне себя. Ретроактивный манифест Манхэттена / Р. Колхас / Пер. с англ. – М.: Strelka Press. 2013. – 336 с.ил.
2. Колхас, Р. Нью-Йорк вне себя. Ретроактивный манифест Манхэттена / Р. Колхас / Пер. с англ. – М.: Strelka Press. 2013. С. 19.
3. Ковалёв, С. Александр Македонский / С. Ковалёв. – Л.: Соцэкгиз, 1937. – 115 с.
4. Голобородский, М., Токменинова, Л., Санок. С.История генерального плана Екатеринбурга / М. Голобородский, Л. Токменинова, С.Санок. – Екатеринбург: Татлин, 2013.
5. https://ru.wikipedia.org/wiki/Ячейки_Бенара
6. Форрестер, Дж. Динамика развития города / Дж. Форрестер. – М.: Прогресс. 1974.
7. Зайцев, В.Ф. Математические модели в точных и гуманитарных науках / В.Ф. Зайцев. – СПб: Изд-во библиотеки Акад. наук, 2006. – 112 с.

8. Холодова, Л.П., Титов, С.С. Разработка компьютерной модели уральского города для ретроспективных и прогностических исследований / Л.П. Холодова, С.С. Титов // Архитектура России: межвуз. сб. тезисов. – Екатеринбург: УралАРХИ, 1992. С. 85–87.
9. Kholodova, L.P, Titov, S.S., Shipitsina, O.A. Virtual tourism around the monuments of the Ural industrial heritage / L.P. Kholodova, S.S. Titov, O.A. Shipitsina // The transformation of old industrial centres and the role of industrial heritage: abstracts of papers XII International Congress TICCIH. Moscow-Ekaterinburg-Nizhny Tagil, July 10-17, 2003. – Moscow, 2003.
10. Елена Деца, Мишель Мари Деца. Энциклопедический словарь расстояний = Dictionary of Distances. – М: Наука, 2008. – С. 278.
11. Elena Deza, Michel Marie Deza. Encyclopedia of Distances. – Springer, 2009. – С. 325–326.
12. Ляпцев, Н.Н. Объемно-пространственная композиция исторически сложившихся малых городов Урала: канд. дис. / Н.Н. Ляпцев. – М., 1974.
13. https://ru.wikipedia.org/wiki/Уравнение_диффузии
14. https://ru.wikipedia.org/wiki/Расстояние_городских_кварталов
15. https://ru.wikipedia.org/wiki/Французская_железнодорожная_метрика

Статья поступила в редакцию 30.11.2018

Лицензия Creative Commons

Это произведение доступно по лицензии Creative Commons «Attribution-ShareAlike» («Атрибуция – На тех же условиях») 4.0 Всемирная.



THE MANHATTAN CODE

Titov, Sergey S.

Doctor habil. (Math.), Professor,
Head, Applied Mathematics and Technical Graphics,
Ural State University of Architecture and Art,
Ekaterinburg, Russia, e-mail:

Kholodova, Liudmila P.

Doctor habil. (Architecture), Professor,
Head, Theory of Architecture and Professional Communications,
Ural State University of Architecture and Art,
Ekaterinburg, Russia, e-mail: lph@usaaa.ru

Abstract

The work is devoted to the study of models of evolution of architectural planning in time and space. This direction belongs to both architectural topology and urban planning theory in the framework of urban modeling. The purpose of such studies is to clarify the «genetic code», the deployment of which in time and space leads to observed architectural and urban forms

Keywords:

town-planning theory, Manhattan lattice, planning model, mathematical model, reaction-diffusion equation, Minkowski space

References:

1. Koolhaas, R. (2013) Delirious New-York. A Retroactive Manifesto of Manhattan. Translated from English. Moscow: Strelka Press. (in Russian)
2. Koolhaas, R. (2013) Delirious New-York. A Retroactive Manifesto of Manhattan. Translated from English. Moscow: Strelka Press, p. 19. (in Russian)
3. Kovalev, S. (1937). Alexander the Great. Leningrad: Sozegiz. (in Russian)
4. Goloborodsky, M.V., Tokmeninova, L.I., Sanok, S.I. (2013) History of Ekaterinburg's master plan. Tatlin. (in Russian)
5. https://ru.wikipedia.org/wiki/Ячейки_Бенара (in Russian)
6. Forrester, J. (1974) Urban Dynamics. Moscow: Progress. (in Russian)
7. Zaitsev, V.F. (2006) Mathematical models in exact sciences and humanities. Saint-Petersburg: Academy of Sciences Library publishing. (in Russian)
8. Kholodova, L.P., Titov, S.S. (1992) Development of a computer model for Ural cities for retroactive and prognostic studies. Architecture of Russia. Interuniversity book of abstracts. Ekaterinburg: UralARHI, p. 85-87. (in Russian)
9. Kholodova, L.P., Titov, S.S., Shipitsina, O.A. (2003) Virtual tourism around the monuments of the Ural industrial heritage. The transformation of old industrial centres and the role of industrial heritage. Abstracts of the XII International Congress TICCIH, Moscow-Ekaterinburg-Nizhny Tagil, July 10-17, 2003. Moscow, 2003. (in Russian)
10. Deza, E., Deza, M.M. (2008) Dictionary of Distances. Moscow: Nauka, p. 278. (in Russian)

11. Deza, E., Deza, M.M. (2009) Encyclopedia of Distances. Springer, p.325–326.
12. Lyaptsev, N.N. (1974) Spatial Composition of Historically Formed Towns in the Urals. PhD. Dissertation. Moscow. (in Russian)
13. https://ru.wikipedia.org/wiki/Уравнение_диффузии (in Russian)
14. https://ru.wikipedia.org/wiki/Расстояние_городских_кварталов (in Russian)
15. https://ru.wikipedia.org/wiki/Французская_железнодорожная_метрика (in Russian)