

Secondly, the theme of sacralization of style characteristics of Ukrainian construction was spreading among Ukrainian institutions as well as socio-cultural publications, art centers, scientific societies of the Ukrainian culture researchers.

Diaspora architecture has become a treasure trove of professional values and a source for their restoration and development in Ukraine. Thanks to

publications in magazines, the Ukrainian diaspora has preserved the Ukrainian style in modern architecture, which requires further indepth.

**Key words:** architecture, art emigration, Ukrainian identity, journalism, public architectural education.

DOI: 10.29295/2311-7257-2018-91-1-54-60

УДК 72.01

**Данилов С. М.**

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры  
(ул. Сумская, 40, Харьков, 61002, Украина; e-mail: smd66@i.ua )*

### **ИНФОРМАЦИОННО-НАКОПИТЕЛЬНАЯ МАТРИЦА АНАЛИЗА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ГОРОДА КАК ОТКРЫТОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

В статье излагаются принципы впервые разработанной информационно-накопительной матрицы анализа функционирования и развития города как открытой динамической системы. Путем мониторинга динамических процессов, происходящих в городе, указанная матрица позволяет выявить иерархическую систему протекающих процессов по оценке силы их влияния на город. Это в свою очередь дает возможность определять срочность и важность принятия необходимых решений, избежать ряд системных ошибок, способных критически повлиять на ситуацию в городе и спрогнозировать основные показатели развития города, потенциально опасные для его стабильного существования. Разработан интуитивно понятный графический интерфейс матрицы, позволяющий оптимизировать управление и восприятие большого массива данных о городе.

**Ключевые слова:** город, динамика, развитие, функционирование, кризис, система.

**Постановка проблемы.** Тренд развития современной архитектуры – представление о городе как динамической системе, все элементы которого связаны через процессы своей жизнедеятельности. Множество вызовов, стоящих перед нашей цивилизацией обусловили острую необходимость оптимизации функционирования городской среды. Необходимость существенного снижения антропоморфного давления города на окружающую среду и ряд ресурсных и экономических кризисов заставляют города оптимизировать процессы своей жизнедеятельности. Данное направление фиксируется во все более жестком экологическом и энергетическом законодательстве [1].

Уязвимость города как динамически развивающейся системы проявляется в различных критических ситуациях, которые возникают в результате изменений внешней среды, экономических условий,

научно-технического прогресса и др. Отсутствие представлений о городе как сложной динамической, саморазвивающейся системе, функционирующей в пространстве и времени, привело к ряду крупных системных ошибок в архитектуре. Причиной совершенных ошибок в анализе и проектировании такой системы стало многократное усложнение принципов ее функционирования и невозможность в некоторых ситуациях опираться на тысячелетний опыт накопленный прошлыми поколениями архитекторов [2, 3].

Попытка эмпирического поиска путей решения кризисных ситуаций в такой сверхсложной системе как современный город заранее обречена на провал. В условиях существующих явных и скрытых взаимосвязей между практически всеми аспектами жизнедеятельности города боль-

шинство локальных решений по корректировке какого-либо одного кризиса может иметь непредвиденные последствия. Необходим новый инструментарий, позволяющий анализировать как текущее состояние системы города и его элементов с точки зрения: устойчивость либо кризис, так и проводить прогностику их будущих возможных состояний.

Предпосылками развития предлагаемых методов стало достижение вычислительными технологиями определенного уровня, позволяющего интерактивно обрабатывать большие массивы данных. Сегодня создание соответствующей лаборатории по сбору и обработке необходимой для исследования информации является реальной и достижимой целью.

В результате мы приходим к необходимости создания модельного комплекса, предназначенного для анализа города как динамической открытой системы. Это значит, что необходима инновационная система работы с массивами данных о городе, помогающая упорядочить информационные потоки, включить в научный поиск десятки и сотни ученых различных областей данных и организовать научный полигон апробации полученных результатов на виртуальных моделях в реальном времени. Фактически возникает прецедент необходимости слияния в единой модели данных градостроительства, архитектуры, а также философии, социологии, экологии, инновационных технологий, статистики и еще сотен парадигм для того, чтобы получить матрицу, описывающую как текущее состояние системы, так и прогнозирующее ее состояние в ближайшем будущем, до горизонта предсказаний.

**Методы исследования.** Одним из методов исследования является системный анализ. Применение этого метода позволяет классифицировать город как открытую динамическую систему, обладающую большим числом элементов, сложным характером связей между этими элементами, сложностью функций, выполняемых системой и риском потери равновесного состояния [4, 5].

Методы системной динамики используются в исследовании как среда для изучения комплексных систем, которые подвержены изменениям с течением времени, а также в условиях структурной перестройки и динамичности изменений внешней среды. В результате применения указанных методов появляется возможность установления параметрических связей между ключевыми элементами города, благодаря чему возможно выявить и оценить динамику процессов, протекающих в городе и спрогнозировать основные показатели их развития [6–12].

Теория катастроф, применяемая в исследовании города как системы, объясняет сущность и роль кризисов в его развитии. Она является эффективным инструментом изучения резких и внезапных изменений в состоянии нелинейных динамических систем при трансформации их параметров [13, 14].

В исследовании использованы методы кластерного анализа, благодаря использованию которого мы получаем возможность построить информационно-накопительную модель города. Для установления прямых и обратных связей между динамическими процессами элементов анализируемой системы города применяются методы табличной и графической параметризации, что позволяет в интерактивном режиме оценивать внутренние и внешние изменения, происходящие в системе города [15, 16].

В качестве прототипа для разработки интуитивно понятного интерфейса прямого и обратного диалога с большими массивами данных «Big Data» в исследовании используются программа Any Logic. Программы интеллектуального анализа данных Data Mining используются для выявления скрытых закономерностей и закономерностей в массивах неоднородных многомерных данных [17–19].

**Результаты исследования.** В данной статье излагаются основные принципы первые разработанной информационно-накопительной матрицы анализа функционирования и развития города как открытой

динамической системы. Все элементы данной матрицы параметрически взаимосвязаны. Эти связи прослеживаются как на глобальном (город), так и на локальном (объект) уровне. Изменения качеств каждого из элементов потенциально способно отобразиться на всей модели в целом. Путем мониторинга динамических процессов, составляющих основу функционирования города, указанная матрица позволяет выявить иерархическую систему этих процессов по оценке силы их влияния на город. В результате мы получаем инструмент, способный отслеживать и управлять сложными информационными потоками, проводить их анализ и объединять данные по заранее заданным параметрам. Благодаря появившейся обратной связи этот инструмент является средством прогностики и апробации вносимых в город изменений.

Таким образом при оперировании статистическими пакетами данных, временным показателем, имея корректно оцененные данные по общей динамике развития системы города, появляется возможность в дальнейшем оценить текущее состояние его системы, элементов, а также и сделать прогнозы тех проблем, которые могут появиться в будущем.

В рамках управления большими массивами архитектурно-строительной информации разработан синтез методов кластерного анализа и типологизации объектов городской среды. Типологизация фактически является своеобразным иерархическим древом, самой своей структурой задающим направление и область кластеризации объектов. Подобный подход обусловлен необходимостью рассмотрения архитектурного объекта не только как типологической единицы – малая форма / здание / квартал / микрорайон / район / город, но и как объекта, наполненного не связанными с архитектурно-строительной деятельностью процессами и участвующего в процессе функционирования города как системы.

В нашем случае предполагается кластеризация объектов, находящихся на некой конкретной анализируемой территории. Подробность кластеризации зависит

от уровня задач, которые ставятся перед архитектором. Потенциально в анализ могут быть включены даже самые маленькие объекты, такие как урны для мусора и велопарковки. Каждый такой объект обладает собственным, уникальным набором статистических данных.

Разработана иерархическая структура архитектурных кластеров, основанная на их территориальной принадлежности – объектный / квартальный / районный / административно-районный и общегородской. Также для нужд представителей смежных областей знания введено понятие технологического, социального и экологического кластера, также привязанных по принципу территориальной принадлежности.

Фактически каждый кластер можно рассматривать в качестве своеобразного паспорта объекта, в котором фиксируется вся доступная к анализу информация. Естественно, что уже на уровне многоквартирного дома поток сведений может создать настолько плотный информационный хаос, что любые смыслы будут потеряны. Поэтому в текущее время разрабатывается интуитивно понятный интерфейс прямого и обратного диалога с цифровыми массивами данных. Здесь мы сталкиваемся с необходимостью использования методик из областей обработки больших массивов данных «Big Data». В качестве прототипа визуального представления полученных результатов был выбран автомобильный спидометр со стрелкой.

Каждый кластер представлен как комплекс материальных и информационных составляющих, регулирующих его жизнедеятельность. Кластер представлен как континуум паттернов, определяющих в сумме своих процессов динамику жизнедеятельности кластера. Разработан принцип разбиения информации о архитектурном кластере на массив специализированных паттернов. Разработанная модель компиляции паттернов в специализированные кластеры, характерные для прочих, неархитектурных областей знания позволяет осуществлять вертикальные и горизонтальные

связи между всеми иерархическими элементами городской системы.

Каждый паттерн, либо его фрагмент может служить частью иных кластеров, относящихся к прочим парадигмам. Так часть паттерна «Жильцы дома» могут входить в кластеры «Пенсионеры», «Избиратели», «Больные», «Дети», «Военнообязанные» и т.д., формируя подсистему «Социум города». Солнечные панели, когенерационные установки, тепловые насосы, солнечные коллекторы и прочие инновации могут составлять кластер «Энергетика района» из подсистемы «Техносфера» и т.д. Таким образом практически все паттерны города входя в некое множество кластеров через динамические процессы своей жизнедеятельности создают некую связь всех городских элементов между собой. Благодаря такому подходу разработана система установления параметрических связей всех кластеров города через динамические процессы паттернов связывающих их между собой.

Исходя из логики поставленных архитектурных задач определен нижний иерархический уровень кластеризации – объектный типологический кластер. На этом уровне каждый объект городской среды рассматривается как отдельный кластер и описывается в максимально доступной полноте присущей ему информации. Кластер представлен как сумма паттернов, сгруппированных по признакам их отнесения к одной из трех подсистем города: Эко-сфере, Техносфере либо Социуму. Благодаря этому каждый объект может быть оценен с точки зрения его воздействия на окружающую среду, описан как физический объект и определена его социальная составляющая и значимость. Каждая из представленных подсистем кластера разделена на материальный и информационный уровень жизнедеятельности.

На материальном уровне описывается физическое состояние объекта, создаваемое на основе его статистически зафиксированной истории. Так как создаваемая модель интерактивна и каждый ее элемент описан в цифровом формате, то каждый

паттерн кластера может обладать собственным всплывающим меню с прикрепленной к нему необходимой информацией.

На информационном уровне производится оценка возможного влияния идеальной составляющей каждой из подсистем на кластер в целом. К таким составляющим могут относиться: законы, нормативные акты, идеология, религиозные и мировоззренческие императивы населения и т.д. Естественно, что произвести адекватную оценку некоторых идеальных составляющих практически невозможно, но степень влияния законодательных актов на объект и систему города в принципе может быть учтена.

В качестве рабочих прототипов программной оболочки указанной матрицы использовались методы установления параметрических связей, заложенные в программе Any Logic. Это позволило в интерактивном режиме оценивать внутренние и внешние изменения, происходящие в системе города. Общая идея построения прямого и обратного диалога с большими массивами данных заложенная в этой программе была использована для разработки интуитивно понятного интерфейса матрицы. Логика построения программы интеллектуального анализа данных Data Mining использовалась для выявления скрытых закономерностей и закономерностей в массивах неоднородных многомерных данных.

По каждому из паттернов, составляющих кластер, на основе полученных статистических данных, при помощи методов системной динамики проводится оценка динамики процессов его жизнедеятельности. Эти методы позволяют учесть основополагающие взаимосвязи между элементами системы (кластерами) и колебания в динамике её развития, а также определить, каким образом жизненные процессы каждого кластера влияют на динамику развития прочих элементов системы. Для совмещения различных по своей структуре и характеру пакетов данных был выбран метод их анализа по «базисному темпу прироста». В результате оценка состояния кла-

стера (устойчивость, кризис, либо предкатастрофное состояние) выводится из суммы векторов оценки динамик паттернов.

Индикатор состояния элемента/объекта/системы выполнен в виде полукруга разделенной по вертикали на две равные половины. Левая половина окрашена в светлозеленый цвет обозначающий, что система находится в устойчивом состоянии. Правая половина – светлокрасная – система переживает кризисное состояние. Индикатор снабжен подвижной стрелкой, угол наклона которой указывает так то, какое из состояний – устойчивое либо кризисное, состояние переживает система. Расстояние от кончика стрелки до внешнего края полукруга индикатора указывает на значимость события.

**Значимость события.** Учитывая тот факт, что каждый кластер является набором паттернов, взаимодействующих в модели с прочими паттернами, необходимо было определить силу их влияния на окружение. Для этой цели был разработан коэффициент значимости, который выражает соотношение значимости рассматриваемой динамики паттерна для объекта, к которому он принадлежит к значимости объекта для системы, частью которой он является. Примером необходимости такого коэффициента может быть сравнение двух событий: первое – ночью хулиганы намазали медом все дверные ручки дома и второе – дом утонул из-за Великого Потопа. И в первом и во втором случае событие коснулось всех жильцов дома. Если не вводить соотношение значимости происходящего процесса для объекта и для системы, то события могут выглядеть равнозначно.

В нижних полях индикатора находятся сегменты, выкрашенные в более активные цвета: зеленый сегмент, означает стагнацию системы, красный – предкатастрофное состояние. Под индикатором находится временная шкала, обозначающая соответствующими цветами – зеленый (устойчивость), оранжевый (кризис) и красный (предкатастрофное состояние) прогнозику существования системы от

настоящего времени до горизонта предсказаний.

Все обработанные статистические данные собираются в единый параметрически связанный информационный массив, который становится матрицей структурированной информации, фактически представляющей собой цифровую модель города. Имея таким образом, оцифрованный пакет статистических данных, мы имеем возможность в автоматическом режиме построить динамическую модель развития во времени процессов, происходящих с рассматриваемым кластером. Даже статичные объекты, не имеющие сложной структуры через процессы своей жизнедеятельности неизбежно связаны с прочими объектами анализируемой территории (например, парковая скамья, может быть элементом ландшафтного дизайна, частью повышения комфорта городской среды и объектом, повышающим занятость населения).

Таким образом разработанная информационно-накопительная матрица позволяет:

- зафиксировать и учесть неограниченное количество информационных блоков, отображающих разнообразие факторов функционирования и развития города. Зафиксировать связи его ключевых элементов. Накапливать статистические данные и динамические карты максимально большего количества процессов, протекающих в городе;
- путем мониторинга динамических процессов, происходящих в городе оценить его как открытую, сложную, динамичную систему, все элементы которой находятся во взаимосвязи и взаимовлиянии;
- имитировать поведение системы города в условиях постоянно меняющихся данных, проанализировать прямые и обратные связи между главными элементами системы, выявлять и диагностировать негативные сценарии ее развития.
- благодаря впервые разработанным методам установления параметрических связей между динамическими процессами социума, техносферы и экосферы как со-

ставляющих города, выявить иерархическую систему этих процессов по оценке силы их влияния на город;

- это позволяет определять срочность и значимость принимаемых решений, позволяет прогнозировать, а значит избежать ряда системных ошибок, способных критично повлиять на ситуацию в городе.

**Основные выводы.** Разработаны методы структурирования больших массивов данных основывающихся на синтезе методов кластерного анализа и типологизации объектов городской среды. Разработана иерархическая модель архитектурных кластеров, основанная на их территориальной принадлежности – объектный / кварталный / районный / административно–районный и общегородской. Также для нужд представителей смежных областей знания введено понятие технологического, социального и экологического кластера, также привязанных по принципу территориальной принадлежности.

Каждый кластер представлен как комплекс материальных и информационных составляющих, регулирующих его жизнедеятельность. Кластер представлен как сумма паттернов, определяющих в сумме своих процессов динамику жизнедеятельности кластера. Разработан принцип разбиения информации о архитектурном кластере на массив специализированных паттернов. Впервые разработана модель компиляции паттернов в специализированные кластеры, характерные для прочих, неархитектурных областей знания. Разработана система установления параметрических связей всех кластеров города через динамические процессы паттернов связывающих их между собой. Разработана иерархическая модель архитектурных кластеров, основанная на их территориальной принадлежности.

В результате впервые разработана информационно–накопительная матрица анализа функционирования и развития города как открытой динамической системы. Путем мониторинга динамических процессов, происходящих в городе, указанная матрица позволяет выявить иерархическую систему

протекающих процессов по оценке силы их влияния на город. Это в свою очередь дает возможность определять срочность и важность принятия необходимых решений, избежать ряд системных ошибок, способных критически повлиять на ситуацию в городе и прогнозировать направления жизнедеятельности города, потенциально опасные для его стабильного существования. В результате мы получаем модель, способную отслеживать и управлять сложными информационными потоками, проводить их анализ и объединять данные по заранее заданным параметрам. Кроме того, благодаря появившейся обратной связи модель является инструментом прогнозтики и апробации вносимых в город изменений.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Данилов С.М. Системная динамика как метод анализа региона как сложной динамически развивающейся системы. Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА. Вип. 1 (87) – 2017. – С. 22 – 28.
2. Данилов С.М. Инновационная архитектура: проблемы и противоречия. (часть первая – проблемы). Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА. – Том 89. – №3. – 2017. – С. 38 – 46.
3. Serhii Danylov. Crises and disasters in functioning of a city as an open dynamic system. Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА. – Том 90. – №4 – 2017. – С. 28 – 36.
4. Берталанфи Л. Общая теория систем: Обзор проблем и результатов // Системные исследования: Ежегодник. – М.: Наука, 1969. – С. 30–54.
5. Акофф Р., Эмери Ф. О целеустремленных системах. – М.: Сов. радио, 1974. – 272 с.
6. Forrester J.W. System Dynamics and the Lessons of 35 years // A Systems – based approach to Policymaking / Ed.by De Green U.B. Boston: Kluwer, 1995. – P. 199–239.
7. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. Классика CS. 3–е изд. – СПб: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2004. – 847 с.
8. Sterman J. Business Dynamics: systems thinking and modeling for a complex world. The McGraw–Hill Companies, Inc., 2000.
9. Геловани В.А., Егоров В.А., Митрофанов В.Б., Пионтковский А.А. Решение одной

- задачи управления для глобальной динамической модели Форрестера. – препринт ИПМ АН СССР, 1974, №56.
10. Егоров В.А., Каллистов Ю.Н., Митрофанов В.Б., Пионтовский А.А. Математические модели глобального развития. – Л.: Гидрометеиздат, 1980], Левашов В.К. Устойчивое развитие общества: парадигма, модели, стратегия. – М.: Academia, 2001.
  11. Матросов, И.В. Глобальное моделирование с учетом динамики биомассы и сценарии устойчивого развития. / Новая парадигма развития России (Комплексные исследования проблем устойчивого развития). – М.: Academia, МГУК, 1999, с. 18–24.
  12. Матросова К.В. Устойчивое развитие в модифицированной математической модели «Мировая динамика». / Новая парадигма развития России (Комплексные исследования проблем устойчивого развития). – М.: Academia, МГУК, 1999. – с. 344–353.
  13. Том Р. Структурная устойчивость и морфогенез, — М.: Логос, 2002. М.: Логос, 2002. – 288 с.
  14. Poston, Tim and Stewart, Ian. Catastrophe Theory and Its Applications. London, San Francisco, Melbourne: Pitman, 1978.
  15. Аношкин П. А. Методы и инструменты пространственного развития крупнейшего города: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. Оренбург, 2013. – 23 с.
  16. Robinson, Darren. Computer modelling for sustainable urban design – physical principles, methods and applications = Компьютерное моделирование экологически чистого городского строительства / D. Robinson. – L.: Earthscan, 2011. – 278 с.
  17. Лычкина Н.Н. Технологические возможности современных систем моделирования // Банковские технологии, 2000. – Вып. 9. – С. 60–63.
  18. Каталевский. Д. Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении. М.: Издательство МГУ. 2011. – 312 с.
  19. Гафарова Е. А. Имитационные модели комплексного регионального развития // Управление большими системами. 2013. – № 45. – С. 206–213.

**Danylov S.M. INFORMATION AND ACCUMULATIVE MATRIX THE ANALYSIS OF THE FUNCTIONING AND DEVELOPMENT OF THE CITY AS AN OPEN DYNAMIC SYSTEM.** The article describes the principles of the first developed information–accumulative matrix of the analysis of the functioning and development of the city as an open dynamic system. By monitoring the dynamic processes occurring in the city, this matrix allows us to identify a hierarchical system of ongoing processes to assess the strength of their influence on the city. This in turn makes it possible to determine the urgency and importance of making the necessary decisions, avoid a number of systemic errors that can critically affect the situation in the city and predict the forecast of the main indicators of the city's development, potentially dangerous for its stable existence.

**Key words:** city, dynamics, development, functioning, crisis, system.

**Данилов С.М. ІНФОРМАЦІЙНО–НАКОПИЧУВАЛЬНА МАТРИЦА АНАЛІЗУ ФУНКЦІОНУВАННЯ І РОЗВИТКУ МІСТА ЯК ВІДКРИТОЇ ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ.** У статті розкриваються принципи вперше розробленої інформаційно–накопичувальної матриці аналізу функціонування і розвитку міста як відкритої динамічної системи. Шляхом моніторингу динамічних процесів, що відбуваються в місті, зазначена матриця дозволяє виявити ієрархічну систему їх та ступінь впливу на місто. Це в свою чергу дає можливість визначити терміновість і важливість прийняття необхідних рішень, уникнути ряд системних помилок, здатних критично вплинути на ситуацію в місті та спрогнозувати основні показники розвитку міста, потенційно небезпечні для його стабільного існування.

**Ключові слова:** місто, динаміка, розвиток, функціонування, криза, система.