



ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИРШЕННЯ МІСТОБУДІВНИХ ЗАВДАНЬ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНО- ПЛАНУВАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ МІСТА

О. В. Михайлов

Донбаська національна академія будівництва і архітектури,

2, вул. Державіна, м. Макіївка, 86123.

E-mail: aleksandr-910@yandex.ru

Отримана 14 жовтня 2016; прийнята 28 жовтня 2016.

Анотація. У статті розглянуто основні напрямки дослідження, пов'язані з використанням різних методів і підходів для вирішення різноманітних містобудівних завдань щодо організації транспортно-планувальної структури міста. На основі прикладних методів для визначення меж зони впливу міського центру і середньої віддаленості міських територій, районування території міста за інтенсивністю зв'язків, імітаційного моделювання і пофакторного аналізу було визначено ієрархічну систему як основну для побудови моделі транспортно-планувальної структури міста. Моделювання за ієрархічним принципом дозволяє розглядати процес побудови моделі на різних рівнях абстрагування або деталізації в рамках фіксованих уявлень. Між моделями утворюються зв'язки, кожен з яких може включати в себе моделі більш низького рівня. Отримані теоретичні передумови дозволили дійти до висновку про можливість створення комплексної моделі транспортно-планувальної структури міста.

Ключові слова: транспортна система, планувальна система, функціональні зв'язки, математичні методи містобудівного аналізу.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ ГОРОДА

А. В. Михайлов

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,

2, ул. Державина, г. Макеевка, 86123.

E-mail: aleksandr-910@yandex.ru

Получена 14 октября 2016; принята 28 октября 2016.

Аннотация. В статье рассмотрены основные направления исследования, связанные с использованием различных методов и подходов для решения разнообразных градостроительных задач по организации транспортно-планировочной структуры города. На основе прикладных методов для определения границ зоны влияния городского центра и средней удаленности городских территорий, районирования территории города по интенсивности связей, имитационного моделирования и пофакторного анализа была определена иерархическая система как основная для построения модели транспортно-планировочной структуры города. Моделирование по иерархическому принципу позволяет рассматривать процесс построения модели на разных уровнях абстрагирования или детализации в рамках фиксированных представлений. Между моделями образуются связи, каждая из которых может включать в себя модели более низкого уровня. Полученные теоретические предпосылки позволили прийти к умозаключению о возможности создания комплексной модели транспортно-планировочной структуры города.

Ключевые слова: транспортная система, планировочная система, функциональные связи, математические методы градостроительного анализа.

THE USE OF MATHEMATICAL METHODS FOR SOLVING URBAN PROBLEMS FOR TRANSPORT-PLANNING STRUCTURE OF THE CITY

Alexander Mikhailov

*Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,
2, Derzhavina Str., Makiyivka, 86123.
E-mail: aleksandr-910@yandex.ru*

Received 14 October 2016; accepted 28 October 2016.

Abstract. The article describes the main lines of research related to the use of different methods and approaches to address a variety of urban problems on the organization of transportation and city planning structure. On the basis of application of methods for determining the boundaries of the zone of influence of the city center and the average distance of urban areas, city zoning intensity relations, simulation and factor analysis, which allowed to identify a hierarchical system, as the basic model for the construction of transport-planning structure of the city. Modeling in a hierarchical manner allows us to consider the process of building the model at different levels of abstraction and detail within the framework of fixed notions. Connection is formed between the models, each of which may include lower level model. The theoretical reflections allowed to come to the conclusion on the establishment of an integrated model of transport-planning structure of the city.

Keywords: transport system, planning system, functional relationships, mathematical methods of urban analysis.

Введение

Важной градостроительной задачей является улучшение условий транспортной доступности и единство всего городского и тяготеющего к нему пространства с сокращением структурно-планировочных противоречий между транспортом и городской средой, охраной естественных ресурсов и экономией энергии и финансовых средств.

Интерес человека к оптимизации транспортных связей и организации архитектурно-планировочной структуры города является удивительно старым. Еще в 30–40-х годах прошлого века огромный вклад в развитие основных положений методологических расчетов и научного прогнозирования на городском пассажирском транспорте был заложен советскими специалистами А. Х. Зильберталем, В. К. Петровым, С. Г. Писаревым, А. А. Поляковым, В. Г. Сосянцем, А. М. Якшиным и др. Вопросы, связанные с изучением фундаментальной динамики транспортного потока, плотности транспортных средств на дорогах, межрайонных связей, неустойчивости транспортного потока, заторах и т. д., все еще уместны в наше время. Решением этих задач занимаются специальные научно-исследовательские институты. В настоящее время нет общепризнанных методов

расчета, которые давали бы достаточно достоверные данные для определения трудности сообщения. Причинами, из-за которых мало уделяется внимание этим проблемам, является трудоемкость сбора исходных данных, расчетов и финансовая составляющая. Недостаточность исследований в этом направлении определяет его актуальность.

Основная часть

Изучение функциональных связей как основы моделирования структурной иерархии является основным методологическим подходом при определении количественных методов оценки эффективности и приемов регулирования любых архитектурных экосистем. Тем более это проявляется в моделировании градостроительных структур. В существующих математических моделях размещения промышленности, мест приложения труда, учреждений культурно-бытового обслуживания так или иначе отражаются городские функции, вызванные необходимостью реализации системы потребностей населения [1].

Существуют математические модели структуры города – полные, имитирующие «поведе-

ние» всех элементов, или частные, отражающие закономерности изменения каких-либо характеристик (например плотности населения). Выделяется два подхода по виду моделирования. Первый называют статистическое моделирование методами анализа, а второй – функциональное – пространственное моделирование [2; 3]. Первые описывают те внешние проявления скрытой функциональной структуры города, которые проявляются уже при поверхностном изучении микрогеографии городских образований без теоретического обоснования найденных статистических закономерностей. Функциональные модели, напротив, имитируя реальные взаимосвязи между структурными элементами, позволяют более целенаправленно регулировать развитие городской среды, учитывая те объективные закономерности, которые определяют это развитие.

Привлечение подобных аналогов для моделирования системы связей между элементами города, описания «поведения» этих элементов во времени, их взаимозависимости и соподчиненности, наконец, их иерархии всегда означает, что исследователь в теоретическом плане закладывает в модель градостроительного объекта те же логические предпосылки, тот же механизм влияния различных факторов на структуру объекта.

Прикладные методы градостроительных исследований, включая количественные и графоаналитические, позволяют исследовать сложившуюся или формируемую градостроительную ситуацию, получать объективную информацию о характере и принципах функционирования градостроительной системы и принимать корректные проектные решения на основе получаемой с помощью данных методов информации.

В своих работах В. А. Сосновский [4] рассматривает большое количество прикладных методов градостроительных исследований, направленных на решение задач **градостроительного анализа**, а именно определение и анализ ресурсного потенциала территории во всех его аспектах. Другими словами, в ходе исследований проводится пофакторный анализ территорий города с точки зрения их способности удовлетворять современным и перспективным требованиям развития города.

Методы определения границ зоны влияния города-центра [5], средней удаленности город-

ских территорий и населения относительно городского центра [6] и районирование территории города по интенсивности связей [7] применяются для определения оптимального местоположения городского и локальных центров обслуживания и зон их влияния.

Метод анализа условий размещения района реконструкции в плане города, предложенный Г. А. Заблоцким [8], позволяет на основе анализа группы влияющих показателей оценить функциональное удобство размещения района реконструкции. Функциональная оценка каждого участка городской территории в большей мере определяется удобством связей его с другими районами: центрами обслуживания, жилыми районами, зонами отдыха.

При решении задач связанных с оптимизацией транспортных задач, рационального выбора планировки функционального зонирования, комплексной оценки городских территорий, используют математические, натурные и физические методы моделирования систем, а из них можно выделить аналитический, имитационный и научный эксперимент.

При имитационном моделировании оптимальный вариант определяется не чисто математически строгими методами, как при аналитическом подходе, а путем последовательных приближений, перебирая те или иные структуры и численные значения факторов.

В отличие от реального эксперимента, который, как правило, слишком дорог, требует значительного времени и не всегда возможен, имитационное моделирование позволяет за время во много раз меньшее, чем время течения рассматриваемого реального процесса, просмотреть (проиграть) путем перебора факторов, оказывающих влияние на параметр оптимизации, различные варианты (траектории) и выбрать из них оптимальный [9].

Недостатком имитационных моделей является то, что они дают множество решений, из которых необходимо выбрать наилучшее, однако оно может быть и неоптимальным. В связи с этим представляет интерес объединение имитационных и оптимизационных моделей в единую комплексную систему.

Транспортно-планировочную организацию города можно рассматривать как очень сложную систему, которую невозможно воспроизвести в одной модели [10]. В этом случае использование

комплекса моделей позволяет вначале решать общие задачи, а в дальнейшем переходить к частным. Это соответственно предопределяет использование иерархической системы показателей – для города в целом.

Феномен сложной системы как раз и состоит в том, что никакое ее единственное представление не является достаточным для адекватного выражения всех особенностей моделируемой системы. Согласно принципу абстрагирования, который предписывает включать в модель только те аспекты проектируемой системы, которые имеют непосредственное отношение к выполнению системой своих функций или своего целевого предназначения. При этом все второстепенные детали опускаются, чтобы чрезмерно не усложнять процесс анализа и исследования полученной модели. Иерархическое построение модели транспортно-планировочной системы города может быть представлено в виде графа (рисунок), состоящего из моделей различных уровней. Между моделями существуют связи, каж-

дая из которых может включать в себя модели более низкого уровня.

Принцип иерархического построения предписывает рассматривать процесс построения модели на разных уровнях абстрагирования или детализации в рамках фиксированных представлений. Поэтому естественен подход «от простого – к сложному», при котором возникает цепочка (**иерархия**) все более полных моделей. Каждая из этих моделей обобщает предыдущие, включая их в качестве частного случая.

При этом исходная или первоначальная модель сложной системы имеет наиболее общее представление (метапредставление). Такая модель строится на научном этапе проектирования и может не содержать многих деталей и аспектов моделируемой системы. Применение теории системного подхода при моделировании транспортно-планировочной системы позволяет учесть взаимодействие различных факторов (компактность территорий; плотность транспортной сети; концентрации мест жительства, при-

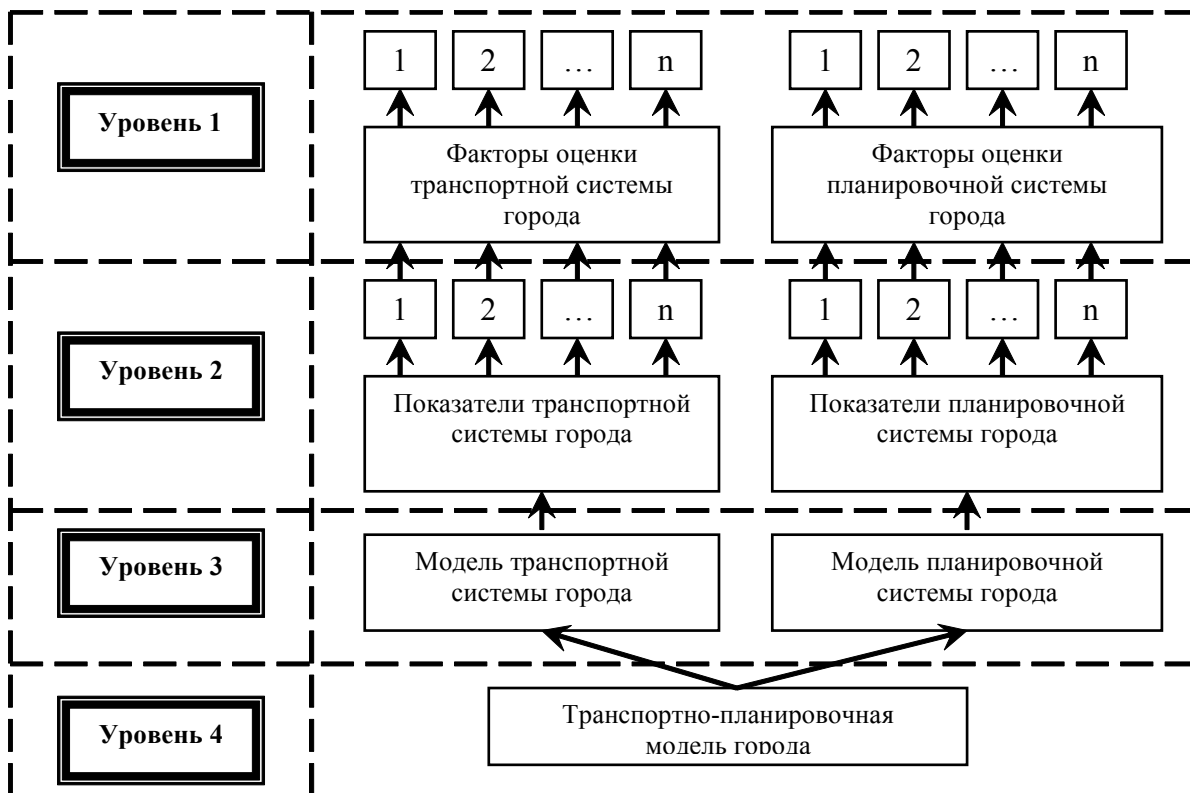


Рисунок. Иерархическая система построения модели транспортно-планировочной структуры города.

ложения труда и нетрудового тяготения; средняя дальность поездки и многие другие факторы).

Заключение

Подводя итоги, можно сказать, что в общем виде комплексная модель транспортно-планировочного решения будет иметь вид комбинаций раз-

личных отдельных моделей, связанных между собой. Отдельно взятая модель описывает одну из подсистем, а целью комплекса моделей является описание всей системы целиком. Описание методов и моделей для оптимизации транспортных связей и организации планировочной структуры города представляет собой обширную область исследований, выходящую за рамки данной статьи.

Литература

1. Транспорт и модели планировочной структуры города [Текст] : (обзор) / Госстрой СССР, Госком. по гражд. стр-ву и архитектуре, Центр науч.-техн. информ. по гражд. стр-ву и архитектуре ; сост. Г. А. Заблоцкий. – М. : ЦНТИ по гражд. стр-ву и архитектуре, 1973. – 46 с. – (Серия «Градостроительство»).
2. Evans, Lawrence C. Partial Differential Equations and Monge-Kantorovich Mass Transfer [Текст] / Lawrence C. Evans // *Current Developments in Mathematics, 1997* / ed. by S. T. Yau. – Boston : International Press, Inc., 1998. – P. 65–126.
3. Швецов, В. И. Математическое моделирование транспортных потоков [Текст] / В. И. Швецов // *Автоматика и Телемеханика*. 2003. № 11. С. 3–46.
4. Сосновский, В. А. Прикладные методы градостроительных исследований [Текст] : Учеб. пособие / В. А. Сосновский, Н. С. Русакова. – М. : Архитектура-С, 2006. – 112 с.
5. Демин, Н. М. Метод определения зон влияния городов [Текст] / Н. М. Демин, Н. Ф. Тимчук // В помощь проектировщику-градостроителю. Вып. 1. Районная планировка и расселение : [Науч.-техн. темат. сборник] / Госком. по гражд. строительству и архитектуре при Госстрое СССР, Госстрой УССР. – К. : Будівельник, 1972. – С. 23–28.
6. Графоаналитический метод в градостроительных исследованиях и проектировании [Текст] / А. М. Якшин, Т. М. Говоренкова, М. И. Каган [и др.]. – М. : Стройиздат, 1979. – 204 с.
7. Хаггетт, П. Пространственный анализ в экономической географии [Текст] / П. Хаггетт. – М. : Прогресс, 1968. – 389 с.
8. Заблоцкий, Г. А. Оценка функционального удобства городской территории [Текст] / Г. А. Заблоцкий // Развитие и застройка городов УССР: Социально-экономические проблемы первоочередного строительства / Е. Е. Ключниченко, Л. И. Белова, Г. А. Заблоцкий и др. ; под ред. Е. Е. Ключниченко. – К. : Будівельник, 1984. – С. 106–117.
9. Завадский, Ю. В. Решение задач автомобильного транспорта методом имитационного моделирования [Текст] / Ю. В. Завадский. – М. : Транспорт, 1977. – 72 с.

References

1. Zablotskiy, G. A. Transport and models of town planning structure (overview). Moscow: TsNTI in civil engineering and architect, 1973. 46 p. (in Russian)
2. Evans, Lawrence C. Partial Differential Equations and Monge-Kantorovich Mass Transfer. In: *Current Developments in Mathematics 1997* / ed. by S. T. Yau. Boston: International Press, Inc., 1998, pp. 65–126.
3. Shvetsov, V. I. Mathematical modeling of traffic flows. In: *Automatic equipment and telemechanics*, 2003, No. 11, pp. 3–46. (in Russian)
4. Sosnovskiy, V. A.; Rusakova, N. S. Applied methods of urban research. Textbook. Moscow: Architecture-S, 2006. 112 p. (in Russian)
5. Demin, N. M.; Timchuk, N. F. Method for determination of zones of influence of cities. In: *Project planning. Issue 1. Regional planning and resettlement*. Kiev: Budivelnik, 1972, pp. 23–28. (in Russian)
6. Yakshin, A. M.; Govorenkova, T. M.; Kagan, M. I.; Merkulov, Z. I.; Strelnikov, A. I. Graphic-analytical method of urban studies and planning. Moscow: Stroizdat, 1979. 204 p. (in Russian)
7. Haggett, P. Spatial analysis in economic geography. Moscow: Progress, 1968. 389 p. (in Russian)
8. Zablotskiy, G. A. Evaluation of the functional convenience of an urban area. In: *Development and building of the cities USSR. Social and economic problems of prime constructions* / Edited by E. E. Klyushnichenko. Kiev: Budivelnik, 1984, pp. 106–117. (in Russian)
9. Zavadskiy, Yu. V. Meeting the challenges of road transport simulation method. Moscow: Transport, 1977. 72 p. (in Russian)
10. Ignatyev, Y. V. Engineering and urban development management foundations of the street and road system of the city: the thesis submitted for the Scientific Degree on competition of Doctor of Engineering: 05.13.10, 05.13.12. Chelyabinsk, 1999. 378 p. (in Russian)

10. Игнатъев, Ю. В. Инженерно-градостроительные основы управления развитием улично-дорожной системы города [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.10., 05.13.12 / Игнатъев Ю. В. – Челябинск, 1999. – 378 с.

Михайлов Олександр Володимирович – асистент кафедри міського будівництва та господарства Донбаської національної академії будівництва і архітектури, аспірант НДУ «Московський державний будівельний університет». Наукові інтереси: транспортно-планувальні системи міст.

Михайлов Александр Владимирович – асистент кафедри городского строительства и хозяйства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, аспирант НИУ «Московский государственный строительный университет». Научные интересы: транспортно-планировочные системы городов.

Mikhailov Alexander – assistant, Municipal Building and Economy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, postgraduate student NRU «Moscow State University of Civil Engineering». Scientific interests: transport and urban planning system.