

## Исследования систем общественных благ в городе

© 2010 А.А. Красильников

Государственный университет - Высшая школа экономики

E-mail: alexander@krasilnikov.spb.ru

Статья посвящена определению границ проведенных исследований, основным объектом изучения которых являются системы объектов общественных благ в различных городских структурах. Обсуждается влияние расположения объектов общественных благ на размер города при моноцентрической и полицентрической схеме планирования города. Рассматриваются результаты теоретических работ в условиях линейного города и идеальной плоскости, а также вопросы использования результатов в эмпирических исследованиях.

*Ключевые слова:* локальные общественные блага, планирование города.

### Введение

Данная работа представляет собой обзор теоретических и эмпирических работ, основным объектом исследования которых являются системы объектов общественных благ в различных городских структурах. В статье предполагается систематизировать накопленные знания и дать ответы на следующие вопросы:

- Почему именно экономисты должны решать задачи расположения общественных благ в городе?
- Почему задача не превращается в систему линейной оптимизации при заданных ограничениях?
- Какие направления исследований проводились в этой области, какие исследовательские задачи ставились и каких результатов достигли?
- Почему экономистами?

Нередко возникает вопрос - по какой причине именно экономисты должны заниматься решением вопросов оптимального расположения объектов в городской структуре? Очевидно, что задача состоит в поиске оптимального решения на замкнутом чертой города множестве альтернативных положений объектов с некоторым набором естественных ограничений.

Однако поиск оптимального решения о расположении объектов затруднен отсутствием необходимых вычислительных мощностей и инструментов. Так, для поиска оптимального расположения одного объекта методом простого перебора, путем анализа каждого местоположения из 8000 возможных за 0,1 с (среднее количество почтовых адресов на 1 млн. жителей в мегаполисах России<sup>1</sup>) потребуется около четверти часа. Включение второго объекта увеличивает время поиска решения до двух месяцев. Заметим, что это лишь простейшая постановка задачи с одним типом объектов и всего с двумя объектами. После решения простейшей задачи немедленно возникнет ряд сопутствующих вопросов, напри-

мер об оптимальности найденного решения при росте города. При детальном рассмотрении видно, что количество вычислений превосходит разумные пределы и задача перестает быть счетной.

Помимо сложности обработки больших массивов данных, не следует забывать о вопросах доступности, машиночитаемости и предварительной обработке<sup>2</sup> этих данных. Чаще всего подобные данные являются недоступными для исследователей и планировщиков, а сбор данных выступает очень кропотливой задачей<sup>3</sup>. В случае отсутствия необходимых данных принятие решений будет в условиях неопределенности.

Неопределенность также увеличивается в связи с необходимостью вести поиск оптимального решения в условиях неизвестного временного горизонта планирования. Обзор немногочисленных эмпирических и теоретических работ по планированию в динамике приведен в работе<sup>4</sup>. В ней обсуждаются основные подходы - сценарный и вероятностный - к оценке качества решений на временном горизонте, их достоинства (решаемость задач за счет уменьшения множества вариантов) и недостатки (ограниченность из-за игнорирования части решений).

Планирование распределения объектов во временном континууме поднимает ряд вопросов, связанных с устойчивостью найденных решений к изменениям конъюнктуры в будущем. Особую актуальность этих вопросов необходимо отметить ввиду больших затрат в случае переноса таких объектов в будущем.

Означенные выше проблемы делают труднительным поиск решения в духе линейной оптимизации. Частично объем вычислительных операций сокращают путем введения зонирования, однако введение зонирования порождает другие проблемы - определения размеров и границ зон, локаций объектов внутри зон. В любом случае применение зонирования лишь разбивает задачу на ряд меньших счетных подзадач, одна-

ко поднимает вопросы об оптимальности найденного решения.

При отказе от использования методов поиска решений неизменно возникают вопросы о необходимости упрощения реальной жизни и моделировании процессов. Отказавшись от поиска недоступного оптимального решения, экономическая теория переключается на поиск критериев “хорошего” решения.

Вводя понятие оптимальности и равенства при планировании расположения объектов общественных благ, планировщику необходимо ввести и четко определить критерий равенства в обществе, который будет использоваться в качестве целевой функции. В работе, посвященной методологии подобных исследований<sup>5</sup>, разбираются понятия *справедливости, равенства, эффективности* применительно к исследовательской области; обсуждаются различные вопросы, относящиеся к процессу выбора общественной функции для максимизации; на основе ретроспективного анализа предлагается унифицированный инструментарий и отмечаются особенности моделирования в области оптимального планирования объектов общественных благ. Обсуждение возможных критериев оптимальности и формальные постановки задач планирующего агента представлены в работе<sup>6</sup>.

**Моноцентрические и полицентрические города**

Принято считать, что изучение экономики города началось с работы фон Тюнена (1826), в которой представлено вербальное описание модели возникновения города и распределения зем-

ли вокруг него, формализованной впоследствии Алонсо<sup>7</sup>. По этой модели кругового города в центре располагается деловой центр, в котором сосредоточена деловая активность города. Вокруг города расселяются жители, выбирая удаленность проживания от города в зависимости от готовности платить арендную плату и нести издержки по транспортировке себя и своих грузов в деловой центр.

При росте города, а также при соблюдении других ограничений становится выгодно создавать район второго делового центра, связанного с основным. Представим графики распределения жителей моноцентрического и полицентрического городов (рис. 1, 2). Эмпирические показатели для различных городов представлены в работе<sup>8</sup>. Теоретическая модель эндогенного возникновения второго делового центра представлена в работе<sup>9</sup>. В ней рассмотрен случай появления в городской структуре крупной фирмы и рассчитаны условия, при которых фирме будет выгодно самостоятельное строительство альтернативного делового центра.

Какое отношение полицентричность имеет к исследованию расположения общественных благ? В случае, если бы отсутствовала необходимость в общественных благах, то дополнительные бизнес-центры создавались бы агентами самостоятельно<sup>10</sup>, однако в реальности требуется вмешательство планирующего агента. Первоначально создание второго (и последующих) делового центра возможно только при поддержке планирующего агента. Так, создание дополнительного делового центра уменьшит издержки (изменит форму кривой  $C(P)$ , сделав ее более поло-



**Рис. 1. Графики распределения жителей. Полицентрический город (Нью-Йорк)**

Источник. Fujita M., Krugman P., Venables J. The Spatial Economy. Cities, Regions, and International Trade The MIT Press, 1999. С. 21.



**Рис. 2. Графики распределения жителей. Моноцентрический город (Санкт-Петербург)**

гой), что в свою очередь увеличит оптимальный размер города, а в коротком периоде увеличит

выгоды агентов от проживания в городе. Подобное расширение, однако, напрямую связано с издержками по созданию дополнительных объектов общественных благ. Эмпирический пример трансформации городской структуры из моноцентрической в полицентрическую приведен в статье<sup>11</sup>.

Особняком стоит уникальный пример городского планирования г. Москвы, где численность населения на единицу площади возрастает по мере удаления от центра (рис. 3). Современные мегаполисы имеют другой профиль распределения жителей с обратным по отношению к Москве наклоном. Предварительный анализ причин появления “особенного” города приводится в работе<sup>12</sup>. Влияние особенностей структуры на экономическую эффективность детально не изучено.

Методология тестирования структуры городов на моноцентричность для эмпирических исследований приведена в работе<sup>13</sup>.

#### Линейный город и идеальная плоскость

Модель линейного города, введенная в употребление Хотеллингом, является наиболее изученным в теории случаем. Из ряда работ этого направления необходимо выделить работу, содержащую доказательство, имеющее очень важное практическое значение<sup>14</sup>. Так, для случая дискретно расселенных жителей на территории линейного города доказано существование такого распределения объектов общественных благ, при котором потребители будут достигать одинакового уровня полезности с учетом транспортных издержек. Более того, оптимальное распределение объектов с различной мощностью предоставления благ будет доминировать по Парето над распределением объектов с одинаковой мощностью.



Рис. 3. Графики распределения жителей. “Особенный” город (Москва)

Исследования в поисках равновесия при распределении общественных благ на плоскости представляются более интересными с практической точки зрения, однако текущее развитие математического аппарата затрудняет поиск новых доказательств. В работах<sup>15</sup> представлены основные достижения применительно к исследуемой области. В работе<sup>16</sup> рассматриваются вопросы оптимального распределения объектов общественных благ на плоскости. Исследуемое общество равномерно распределено на плоскости  $R^2$ . Общество принимает решение о софинансировании и расположении общественных благ, т.е. о том, сколько объектов общественных благ создавать и как их располагать на плоскости. Общественное благо является материальной точкой на данной плоскости. Каждый член общества несет издержки по финансированию общественного блага и транспортные издержки, которые трактуются как расстояние между индивидом и точкой расположения общественного блага данной юрисдикции.

Авторы анализируют следующие вопросы:

- определение структуры юрисдикций - размеров и границ множеств индивидов, обслуживаемых одним объектом общественного блага;
- расположение объекта общественного блага внутри юрисдикций;
- правило финансирования расходов на создание общественного блага.

При принятии решения о размерах и количестве объектов общественных благ общество руководствуется правилом минимизации расходов на создание общественных благ и совокупных транспортных издержек (прямо пропорциональных расстоянию до объекта) жителей.

В ходе работы постулируется и доказывается следующая теорема: для равномерно распре-

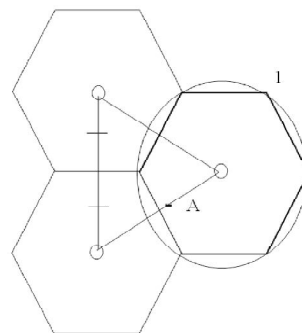


Рис. 4. Оптимальный размер юрисдикций

Источник. Красильников А.А. Эмпирические исследования географического распределения объектов общественных благ на примере Санкт-Петербурга // Сборник лучших выпускных работ. 2008. СПб., 2009. С. 132.

деленного общества на  $R^2$  при фиксированной стоимости общественного блага существуют оптимального размера шестиугольники, которыми будет “замощена” плоскость. Каждый из шестиугольников будет образовывать юрисдикцию, в центре которой будет находиться общественное благо. Размеры шестиугольников будут напрямую зависеть от плотности населения и стоимости постройки объекта.

В работе<sup>17</sup> вводится понятие Нэш-стабильной юрисдикции: состояния, в котором ни один индивид не желает переключиться с одной юрисдикции на другую. Так, индивид А, входящий в юрисдикцию 1 (см. рис. 4), имеет возможность свободно выбирать принадлежность юрисдикции, но не переключается на любую другую из-за потери в собственном выигрыше. Также вводится понятие локальной стабильности – случая, когда изменение размеров и числа юрисдикций никому из участников не выгодно.

В упомянутых работах, как и в классической работе Мас-Коллел<sup>18</sup> об общественных благах, предполагается, что решение об объемах благ принимается самим обществом при отсутствии специального планирующего агента.

Необходимо отметить, что об оптимальности использования юрисдикций в форме шестиугольников было известно (бездоказательно) еще с 1930-х гг. из работ Кристаллера (1933) и Леша (1954)<sup>19</sup>. Работы<sup>20</sup> содержат строгое математическое доказательство этого факта применительно к исследуемой области.

Результатов теоретических исследований об оптимальном расположении юрисдикций на плоскости при дискретном распределении жителей в настоящее время нет.

### Эмпирические исследования

Эмпирические исследования на примере конкретных городов или участков местности применительно к распределению общественных благ оставались вне фокуса исследований, они чаще носят несистемный характер<sup>21</sup>. Планирование коммерческого сектора более востребовано и поэтому более развито<sup>22</sup>.

Альтернативное направление, получившее бурное развитие одновременно с развитием эконометрического аппарата, – это исследования по изучению влияния системы общественных благ на благосостояние потребителей<sup>23</sup>. Подобные исследования ставят перед собой задачу выявления факторов спроса и изучения степени их влияния на ключевой показатель исследуемого объекта. Так, например, в статье<sup>24</sup> выясняется статистическая значимость влияния фактора удаленности расположения американских колледжей от

потенциальных студентов на желание последних учиться. Работы такого направления строятся на основе данных опросов или пообъектных характеристик, и на основе их эконометрического анализа делаются выводы о функционировании объекта внутри системы. Основным недостатком таких работ является отсутствие комплексных моделей взаимодействия внутри городской системы, а также в некоторых случаях смещенность исследований в пользу тех факторов, которые доступны для исследователя, при игнорировании прочих факторов, не вошедших в набор данных.

### Заключение

Данный систематический обзор литературы был сделан с целью выявления основных направлений исследований, ключевым объектом которых являются системы объектов общественных благ в различных городских структурах.

Из-за отсутствия универсального механизма, позволяющего идеально планировать расположение объектов общественных благ, планирующий агент должен иметь необходимый набор методик, недоступный в настоящее время. Ошибки при планировании приведут к издержкам, не всегда видимым и поддающимся измерению, но не становящимся от этого менее реальными.

Специфика российских городов такова, что из-за большого количества земельных ресурсов в России исторически сложились не всегда эффективные городские структуры, что негативно влияет как на уровень жизни жителей и производительность предприятий, так и на эффективность систем в целом. Эта специфика требует от современной экономической теории не только инструментария для эффективного планирования городских систем, но и специфического инструментария по эффективной перепланировке городских систем, так что логично ожидать появления подобных работ в ближайшем будущем.

<sup>1</sup> Собственные расчеты автора.

<sup>2</sup> Обсуждение методологических вопросов обработки картографических данных для возможности использования в экономических исследованиях. См.: *Gar-On Yeh A., Man Hong Chow* An Integrated GIS and Location-Allocation Approach To Public Facilities Planning - An Example Of Open Space Planning Computational // *Environment and Urban Systems*. 1996. Vol. 20. □ 4/5. P. 339-350. О влиянии ошибок триангуляции объектов на результаты исследований. См.: *Murray A.* Site placement uncertainty in location analysis *Computers // Environment and Urban Systems*. 2003. □ 27. P. 205-221.

<sup>3</sup> См.: *Fonseca F.* GIS for a Two-Million People City in Three Years *Proceedings of the URISA '93 Conference*. 1993. Vol. 3. P. 146-152.

- <sup>4</sup> Strategic facility location // A review European J. of Operational Research, 1998. □ 111. P. 423-447.
- <sup>5</sup> Marsh M., Schilling D. Equity measurement in facility location analysis // A review and framework European J. of Operational Research. 1994. □ 74. P. 1-17.
- <sup>6</sup> Revelle C. Urban Public Facility // Location Handbook of Regional and Urban Economics. 1987. Vol. 2. P. 1053-1096 (Chapter 27).
- <sup>7</sup> Alonso W. Location and Land Use Harvard university Press, 1964.
- <sup>8</sup> Bertaud A. Metropolis: A Measure of the Spatial Organization of 7 Large Cities Unpublished // Working Paper. 2001. URL: <http://www.alain-bertaud.com>.
- <sup>9</sup> Fujita M., Thisse J.-F., Zenou Y. On the Endogeneous Formation of Secondary Employment Centers in a City // J. Of Urban Economics. 1997. □ 41. P. 337-357.
- <sup>10</sup> Там же.
- <sup>11</sup> Dökmeci V., Berköz L. Transformation of Istanbul from a monocentric to a polycentric city European // Planning Studies. 1994. Vol. 2. Issue 2. P. 193-205.
- <sup>12</sup> Bertaud A. Metropolis: A Measure of the Spatial Organization of 7 Large Cities Unpublished // Working Paper. 2001. URL: <http://www.alain-bertaud.com>.
- <sup>13</sup> Arnott R., McMillen D. A Companion to Urban Economics Blackwell Publishing. 2006. Гл. 8. *Testing for Monocentricity*.
- <sup>14</sup> Berliant M., Shin-Kun Peng, Ping Wang. Welfare analysis of the number and locations of local public facilities Regional Science and Urban Economics // Elsevier. 2006. Vol. 36. □ 2. P. 207-226.
- <sup>15</sup> См.: Dr'eze J., Le Breton M., Savvateev A., Weber S. Jurisdictions on the Plane. 2005; Bogomolnaia A., Le Breton M., Savvateev A., Weber A. On Heterogeneous Size of Stable Jurisdictions. 2005.
- <sup>16</sup> Dr'eze J., Le Breton M., Savvateev A., Weber S. Jurisdictions on the Plane. 2005
- <sup>17</sup> Bogomolnaia A., Le Breton M., Savvateev A., Weber A. On Heterogeneous Size of Stable Jurisdictions. 2005.
- <sup>18</sup> Mas-Colell A. Efficiency and Decentralization in the Pure Theory of Public Goods // The Quarterly J. of Economics. 1980. Vol. 94. □ 4. P. 626-641.
- <sup>19</sup> Bollobas B., Stern N. The Optimal Structure of Market // Areas Journal of Economic Theory. 1972. □ 4. P. 174-179.
- <sup>20</sup> См.: Dr'eze J., Le Breton M., Savvateev A., Weber S. Jurisdictions on the Plane. 2005; Bogomolnaia A., Le Breton M., Savvateev A., Weber A. On Heterogeneous Size of Stable Jurisdictions. 2005.
- <sup>21</sup> См., например: Красильников А.А. Эмпирические исследования географического распределения объектов общественных благ на примере Санкт-Петербурга // Сборник лучших выпускных работ. 2008. СПб., 2009. С. 129-157; Brown S. The Complex Model of City Centre Retailing: An Historical Application Transactions of the Institute of British Geographers, New Series, 1987. Vol. 12. □ 1. P. 4-18.
- <sup>22</sup> См., например: Zhang L., Rushton G. Optimizing the size and locations of facilities in competitive multi-site service systems // Computers and Operations Research. 2008. □ 35. P. 327-338.
- <sup>23</sup> См.: Pollakowski H., Wachter S. The Effects of Land-Use // Constraints on Housing Prices Land Economics. 1990. Vol. 66. □ 3. P. 315-324; Downes T., Zabel A. The impact of school characteristics on house prices: Chicago 1987-1991 // J. of Urban Economics. 2002. □ 52. P. 1-25.
- <sup>24</sup> Jepsen C., Montgomery M. Miles to go before I learn: The effect of travel distance on the mature person's choice of a community college // J. of Urban Economics. 2009. Vol. 65. Issue 1. P. 64-73.

Поступила в редакцию 08.10.2010 г.

# Экономика и управление