

Пространственные методы в анализе динамики развития градостроительных показателей

Виктор Викторович ЛЕОНОВ, зам. начальника отдела научных исследований, e-mail: v.leonov@dev-city.ru

ООО НПЦ «Развитие города», 129090 Москва, просп. Мира, 19, стр. 3

Аннотация. Изложена методика использования картографических технологий в анализе различных аспектов градостроительного развития территорий. В ее основе лежат методы пространственного анализа, позволяющие устанавливать связи между различными типами объектов по условию пересечения их пространственных компонент. Это дает возможность в рамках одного пространственного запроса сформировать целостную структуру градостроительных показателей по всей совокупности исследуемых территориальных единиц. Сопоставление значений таких показателей, последовательно вычисленных подобным образом через регламентированные периоды времени, позволяет проанализировать динамику их развития. Возможности представленной методики иллюстрируются на примере Москвы в приложении к проектам планировки, правилам землепользования и застройки, зонам с особыми требованиями. Рассмотренная методика может эффективно использоваться для решения широкого круга задач градостроительного развития, в которых связи между объектами формируются по признаку их территориального пересечения. Отмечено, что достоверность полученных результатов существенно зависит от полноты данных, имеющихся по исследуемым территориальным объектам.

Ключевые слова: показатели градостроительного развития, картографические технологии, геоинформационные системы, методы пространственного анализа, зонирование городских территорий, проекты планировки территорий, правила землепользования и застройки, зоны с особыми требованиями.

SPATIAL METHODS IN ANALYZING THE DYNAMICS OF URBAN DEVELOPMENT INDICATORS

Viktor V. LEONOV, e-mail: v.leonov@dev-city.ru

Research and Design Center "City Development", prospekt Mira, 19, str. 3, Moscow 129090, Russian Federation

Abstract. The method of using cartographic technologies in the analysis of various aspects of urban development of territories is described. It is based on spatial analysis methods that make it possible to establish relationships between different types of objects based on the condition that their spatial components intersect. This makes it possible to form an integral structure of urban planning indicators for the entire set of territorial units under study within a single spatial query. Comparing the values of such indicators, sequentially calculated in this way through regulated time periods, makes it possible to analyze the dynamics of their development. The possibilities of the presented method are illustrated by the example of Moscow in the Appendix to planning projects, land use and development rules, and zones with special requirements. The method considered can be effectively used for solving a wide range of problems of urban development, in which links between objects are formed on the basis of their territorial intersection. It is noted that the reliability of the results obtained significantly depends on the completeness of the data available for the studied territorial objects.

Key word: indicators of urban development, cartographic technologies, geo-information systems, spatial analysis methods, zoning of urban territories, territory planning projects, land use and development rules, zones with special requirements.

В настоящее время при решении задач градостроительного развития территорий получили широкое распространение информационные картографические технологии [1]. Их использование обусловлено присутствием пространственной компоненты у атрибутивных объектов анализа. Кроме того, возможность визуализации территориального расположения позволяет адекватно и наглядно отобразить специфику этих объектов.

Все современные информационные системы, используемые

в области градостроительства, включают в себя модули обработки картографических данных, созданных на основе геоинформационных систем (ГИС) [2]. Это дает возможность предоставлять пользователю в доступной форме набор семантических характеристик отдельных объектов, а также визуальное отображение территориального расположения этих объектов на электронной карте.

Наглядное представление картографической информации существенно повышает уровень

восприятия данных, поэтому она широко используется в различных аспектах градостроительной деятельности: информационном обеспечении управления и координации программы комплексного развития территорий Москвы [3], разработке мероприятий Программы реновации жилищного фонда в г. Москве [4], информационно-аналитическом сопровождении программы «Мой район» [5], организации работ по благоустройству прилегающих к объектам транспортной системы территорий [6], информацион-

ном сопровождении инженерного обеспечения застройки [7–10] и адресных перечней объектов капитального строительства [11].

Однако наличие у современных ГИС мощного ядра, в котором реализованы эффективные методы обработки пространственных и семантических данных, а также развитого пользовательского интерфейса позволяет ставить и решать не только справочные, но и статистические и аналитические задачи, т. е. задачи организации, планирования и управления градостроительной политики. В частности, методы пространственного анализа использовались для оценки транспортной доступности объектов здравоохранения [12], оценки затрат на развитие социальной и инженерной инфраструктуры [13], анализа градостроительной деятельности для принятия управленческих решений [14, 15].

Цель работы — показать возможности пространственных методов в задачах обобщенного анализа показателей по совокупности территориальных единиц для формирования эффективной градостроительной политики.

В настоящей статье рассматривается методика использования пространственных методов, реализованных в ГИС, для формирования целостной структуры градостроительных показателей у групп территориальных единиц, в которых реализуется определенная категория зонирования городских территорий. Для корректного анализа целей и задач, лежащих в основе подобного зонирования, необходимо иметь возможность сопоставлять на регулярной основе по всей совокупности территориальных единиц значения заложенных в них показателей зонирования с реальной ситуацией. Это может быть сделано при наличии быстрых и эффективных механизмов, позволяющих определять:

- текущие и прогнозные значения градостроительных показателей по отдельным территориальным единицам;
- изменения в составе и границах территориальных единиц по сравнению с предыдущим периодом.

В официальных утвержденных документах, на основании которых формируется соответствующая категория зонирования, показатели территориальных единиц представлены в виде текстовых файлов. Попытка определения для них реальных градостроительных характеристик в «ручном режиме» сталкивается со значительными затруднениями, обусловленными:

- большим количеством территориальных единиц отдельной категории зонирования (для Москвы их количество может достигать нескольких десятков тысяч);
- отсутствием связей между территориальными единицами и объектами, на основании которых определяются реальные градостроительные характеристики.

Существенное продвижение в решении этой проблемы может быть достигнуто при помощи реализованных в картографических технологиях методов пространственного анализа, которые позволяют установить связи между объектами по условию их территориального пересечения друг с другом. Используя соответствующий пространственный запрос можно получить единый массив данных, в котором по каждой территориальной единице составлен перечень объектов, дающих возможность рассчитать ее реальные градостроительные характеристики. Сопоставляя различные версии территориальных единиц данной категории зонирования в разные моменты времени определим динамику их изменения.

Таким образом, реализация представленного механизма воз-

можно при выполнении следующих условий:

- наличие у исследуемых объектов пространственной компоненты, позволяющей определить их положение на территории города;
- наличие связей пространственной компоненты объектов с их семантическими характеристиками.

Источником данных о территориальном расположении могут стать официальные информационные ресурсы. В Москве к таким ресурсам относятся интегрированная Автоматизированная информационная система обеспечения градостроительной деятельности г. Москвы (ИАИС ОГД), проходящая эксплуатацию в Москомархитектуре, Информационно-аналитическая система управления градостроительной деятельностью (ИАС УГД, Департамент градостроительной политики), информационные ресурсы МосгорБТИ. Как правило, вместе с пространственными координатами эти ресурсы предоставляют и набор семантических характеристик объектов, однако в некоторых случаях полноценный состав семантики отсутствует. Такая ситуация требует дополнительного анализа и «ручного» сопоставления данных. Далее проиллюстрируем возможности метода пространственного анализа на нескольких примерах.

Проекты планировки территорий

Проекты планировки территорий (ППТ) — документы территориального планирования регионального уровня. Показатели, заложенные в этих документах, формируют основные направления градостроительного развития Москвы в краткосрочной перспективе. В частности, на основе разрабатываемых проектов планировки создается организационно-экономическая модель



Рис. 1. Схема пространственного расположения областей, выделенных под реализацию проектов планировки на территории «старой» Москвы

Программы реновации жилищного фонда в г. Москве [16]. На текущий момент в столице действуют более 680 проектов планировки, утвержденных начиная с 2012 г.

Анализ хода реализации этих документов является основой эффективного управления городскими градостроительными процессами. Однако регулярное осуществление данной процедуры по всей совокупности ППТ Москвы сталкивается с серьезными затруднениями, поскольку официальные информационные ресурсы не предоставляют явной информации о существующих и планируемых к постройке капитальных объектах, расположенных на территориях проектов планировки.

Использование пространственного метода территориально-

го наложения объектов, позволяющего в ходе выполнения специального запроса сформировать систему связей ППТ с объектами капитального строительства, дает возможность существенно упростить решение этой задачи. Источник пространственных данных о расположении областей, где планируется реализация проектов планировки, – информационный ресурс ИАИС ОГД. На рис. 1 в качестве иллюстрации представлена схема размещения проектов планировки на территории «старой» Москвы.

Выгружаемый картографический слой, помимо контуров границ самих ППТ, содержит сведения о номере соответствующего документа, дате его утверждения и названии проекта. Поскольку до 2012 г. включительно все сведения о капитальном фонде Мо-

сквы подлежали регистрации в МосгорБТИ, наиболее достоверную информацию о капитальных объектах, построенных за этот период на территории, выделенной под проекты планировки (картографическую и семантическую), можно получить из базы данных этой организации «Адресный реестр зданий и сооружений г. Москвы». В качестве источника сведений о зданиях и сооружениях, построенных и планируемых к вводу с 2013 г., удобно выбрать Единый реестр объектов капитального строительства ИАС УГД.

Результатом обработки этих данных методом пространственного анализа будет таблица, в которой каждому проекту планировки соответствует перечень капитальных объектов, возведенных или планируемых к вводу на его территории. Чтобы выбрать из этого перечня здания, связанные с ППТ, утвержденными с 2012 г., содержимое этой таблицы подлежит дополнительной фильтрации. Во-первых, должны быть отброшены проекты планировки, утвержденные до 2012 г. Во-вторых, в оставшихся строках также необходимо ограничиться объектами, год ввода которых (плановый или фактический) начинается с 2012 г., поскольку здания, строительство которых предусмотрено проектом планировки, не могут быть возведены до его утверждения. Полученный результат можно рассматривать как первое приближение поставленной задачи. Для его уточнения необходимо провести дополнительный отбор по типам объектов, указанных в ППТ. Однако, поскольку в выгрузке из ИАИС ОГД информация по типам запланированных объектов отсутствует, реализация подобной процедуры требует трудоемкой обработки текстов утверждающих документов.

Сформированная подобным

образом структура связей ППТ с капитальными объектами естественным образом вписывается в административную структуру территориального деления и позволяет вывести сводные данные о ходе реализации проектов планировки в муниципальных районах и административных округах. Параллельно может быть выведена информация о масштабах строительства, не предусмотренного ППТ. Для этого достаточно отбросить из общего перечня взводимых с 2012 г. объектов здания, для которых была установлена связь с проектами планировки.

Проекты землепользования и застройки

В настоящее время все показатели градостроительного развития Москвы должны соответствовать требованиям, установленным Правилами землепользования и застройки (ПЗЗ), которые были официально утверждены постановлением правительства Москвы от 28.03.2017 № 120-ПП. В процессе разработки и утверждения ПЗЗ на территории столицы выделены отдельные участки — *зоны и подзоны*, где были установлены условия, в рамках которых может происходить их дальнейшее развитие:

- для зон — виды разрешенного использования территории;
- для подзон — допустимые параметры строительства (максимальная высота, плотность застройки, процент застроенности).

Данные о пространственном расположении зон и подзон на территории Москвы, а также установленные ими требования содержатся в выгрузке, предоставляемой ИАИС ОГД. Однако среди них отсутствует привязка к административным единицам территориального деления, что делает затруднительным быстрое определение места расположе-

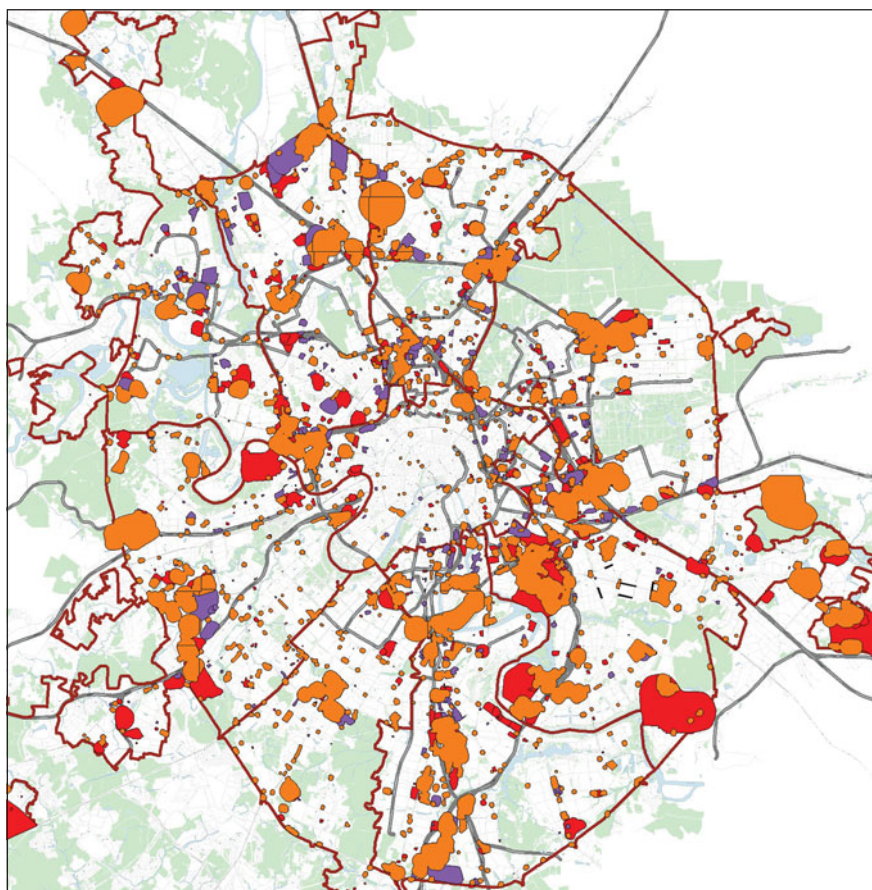


Рис. 2. Схема размещения на территории «старой» Москвы санитарно-защитных зон

ния текущей зоны и подзоны на карте Москвы. Кроме того, для большинства подзон отсутствуют явные значения предельных показателей. Предполагается, что здесь они установлены по фактическому состоянию, но конкретные величины при этом не указываются.

Методы пространственного анализа могут быть эффективно использованы и для решения этих проблем. Обработка пересечения зон и подзон с административными территориальными единицами устанавливает их принадлежность к городским округам, муниципальным районам, кадастровым кварталам. Аналогичный пространственный запрос по пересечению зон и подзон с объектами капитального строительства позволяет определить реальные градостроительные по-

казатели на участках зонирования ПЗЗ. Итог такого исследования — таблицы, где по каждой зоне или подзоне ПЗЗ с одной стороны приводится округ, район и кадастровый квартал, где они расположены, а с другой — реальные параметры застройки и виды расположенных там объектов согласно установленной классификации. Это позволяет быстро и в наглядной форме получать информацию о соотношении установленных в ПЗЗ и реальных значениях градостроительных показателей как по отдельным зонам и подзонам, так и по муниципальным районам и городским округам в целом. Проведение данной процедуры по различным версиям ПЗЗ в регламентированные моменты времени дает основу для анализа динамики изменения структуры

ПЗЗ в части их установленных и фактических характеристик.

Территории с особыми требованиями

Важным фактором, определяющим потенциал градостроительного развития территории, является наличие ограничений, связанных с возможным использованием земли. Эти ограничения реализуются в форме зонирования территорий по определенным категориям ограничений (типичные примеры таких категорий – санитарно-защитные и водоохранные зоны, зоны объектов культурного наследия). В качестве примера на *рис. 2* представлена схема размещения санитарно-защитных зон на территории «старой» Москвы.

Для успешного отслеживания тенденций градостроительного развития важно знать текущее распределение зон с особыми требованиями по административ-

ным территориям, а также динамику его изменения. Применение пространственных методов анализа дает возможность существенно упростить решение этой задачи, поскольку они позволяют не только выделить пересекающиеся территориальные единицы, но и определить площадь пересечения.

После выполнения соответствующего пространственного запроса для картографических слоев по выбранным типам административного деления и категории ограничений формируется таблица с перечнем административных территориальных единиц (районов, округов), где присутствуют зоны с особыми требованиями для данной категории, а также значениями суммарных площадей зон в пределах этих территорий и доли этой площади в общей площади административных территориальных единиц. Таким образом, накапливая ре-

зультаты таких запросов для различных версий зон с особыми требованиями, выгружаемых из ИАИС ОГД по прошествии регламентированных периодов времени, получаем основу для выявления тенденций в развитии ограничительного зонирования по городу в целом и его отдельным территориям.

Вывод

Проведенные исследования показали, что рассмотренная методика может эффективно использоваться для решения широкого круга задач градостроительного развития, в которых связи между объектами формируются по признаку их территориального пересечения. При этом, как было показано на примере проектов планировки, достоверность полученных результатов существенно зависит от полноты данных, представленных по объектам исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бешенцев А. Н. Научные основы информационной концепции картографического метода исследования // Вестник Сибирского государственного университета геосистем и технологий. 2018. Т. 23. № 1. С. 85–108.
2. Шокин Ю. И., Потапов В. П. ГИС сегодня: состояние, перспективы, решения // Вычислительные технологии. 2015. Т. 20. № 5. С. 175–213.
3. Киевский И. Л., Семенов С. А., Жуков Г. Н., Грушецкий Д. А. Информационно-картографический контроль с функциями бизнес-аналитики для городского управления // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 8. С. 72–78. DOI: 10.33622/0869-7019.2019.08.72-78.
4. Замахина Д. В., Пархоменко М. И. Инфографический анализ данных для разработки мероприятий программы реновации // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 8. С. 60–66. / DOI: 10.33622/0869-7019.2019.08.60-66.
5. Волохина О. А., Харланенков И. С. Информационно-аналитическое сопровождение программы «Мой район» // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 8. С. 79–84. DOI: 10.33622/0869-7019.2019.08.79-84.
6. Курбанов М. Х., Николаев А. Н. Специфика организации работ по благоустройству территорий, прилегающих к объектам транспорта // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 8. С. 85–89. DOI: 10.33622/0869-7019.2019.08.85-89.
7. Леонов В. В. Детализация информационной модели инженерного обеспечения застройки // Развитие города : сб. науч. тр. 2006–2014 гг. М. : СвР-АРГУС, 2014. С. 489–493.
8. Арсеньев С. В. Применение ГИС-платформ в планировании строительства инженерного обеспечения вновь возводимых зданий // Там же. С. 461–464.
9. Игнатъев А. Л., Гришутин И. Б., Каргашин М. Е. Разработка электронных маршрутных карт газоснабжения // Там же. С. 500–504.
10. Аргунов С. В., Коган Ю. В. Преимущества геоинформационных технологий при подготовке адресной инвестиционной программы по развитию инженерной инфраструктуры в городе Москве // Там же. С. 494 – 499.
11. Гришутин И. Б., Каргашин М. Е. Использование информационно-картографических технологий для формирования адресных перечней // Там же. С. 523–529.
12. Леонов В. В., Долгушин А. В., Максимов С. О. Оценка транспортной доступности государственных организаций здравоохранения // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 8. С. 18–23. DOI: 10.33622/0869-7019.2019.08.18-23.

13. Аргунов С. В., Коган Ю. В. Геоинформационный анализ при оценке затрат на развитие социальной и инженерной инфраструктуры // Развитие города: сб. науч. тр. 2006–2014 гг. М. : СвР-АРГУС, 2014. С. 548–553.
14. Аргунов С. В., Коган Ю. В. Использование геоинформационного анализа для принятия управленческих решений // Там же. С. 465–472.
15. Киевский Л. В. Анализ градостроительной деятельности как информационного процесса (информационно-картографический анализ плоскостных стоянок) // Там же. С. 505–516.
16. Арсеньев С. В., Киевская Р. Л. Организационно-экономическая модель реновации с учетом разработки проектов планировки территорий // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 8. С. 44–48. DOI: 10.33622/0869-7019.2019.08.44-48.

REFERENCES

1. Beshencev A. N. Scientific basis of the information concept of the cartographic research method. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologii*, 2018, vol. 23, no. 1, pp. 85–108. (In Russian).
2. Shokin Yu. I., Potapov V. P. GIS today: state, prospects, solutions. *Vychislitel'nye tekhnologii*, 2015, vol. 20, no. 5, pp. 175–213. (In Russian).
3. Kievskiy I. L., Semenov S. A., Zhukov G. N., Grusheckij D. A. Information and map-made control with the functions of business analytics for urban management. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2019, no. 8, pp. 72–78. DOI: 10.33622/0869-7019.2019.08.72-78. (In Russian).
4. Zamahina D. V., Parhomenko M. I. Infographic data analysis for the development of renovation program activities. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2019, no. 8, pp. 60–66. DOI: 10.33622/0869-7019.2019.08.60-66. (In Russian).
5. Volokhina O. A., Kharlanenkov I. S. Information and analytical support of the program "My District". *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2019, no. 8, pp. 79–84. DOI: 10.33622/0869-7019.2019.08.79-84. (In Russian).
6. Kurbanov M. H., Nikolaev A. N. Specifics of the organization of works on improvement of the territories adjacent to objects of transport. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2019, no. 8, pp. 85–89. DOI: 10.33622/0869-7019.2019.08.85-89. (In Russian).
7. Leonov V. V. Detailing the information model of the engineering support of the development. *Razvitie goroda. Sb. nauch. tr. 2006–2014 gg.* [City development. Collection of scientific works 2006–2014]. Moscow, SvR-ARGUS Publ., 2014, pp. 489–493. (In Russian).
8. Arsen'ev S. V. Application of GIS platforms in planning the construction of engineering support for newly erected buildings. *Ibid*, pp. 461–464. (In Russian).
9. Ignat'ev A. L., Grishutin I. B., Kargashin M. E. Development of electronic route maps for gas supply. *Ibid*, pp. 500–504. (In Russian).
10. Argunov S. V., Kogan Yu. V. The advantages of geoinformation technologies in the preparation of a targeted investment program for the development of engineering infrastructure in the city of Moscow. *Ibid*, pp. 494–499. (In Russian).
11. Grishutin I. B., Kargashin M. E. Use of information and cartographic technologies for the formation of address lists. *Ibid*, pp. 523–529. (In Russian).
12. Leonov V. V., Dolgushin A. V., Maksimov S. O. Evaluation of transport accessibility of the state health care organizations of the city of Moscow. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2019, no. 8, pp. 18–23. DOI: 10.33622/0869-7019.2019.08.18-23. (In Russian).
13. Argunov S. V., Kogan Yu. V. Geographic information analysis in assessing the cost of developing social and engineering infrastructure. *Razvitie goroda. Sb. nauch. tr. 2006–2014 gg.* [City development. Collection of scientific works 2006–2014]. Moscow, SvR-ARGUS Publ., 2014, pp. 548–553. (In Russian).
14. Argunov S. V., Kogan Yu. V. Using geoinformation analysis for making management decisions. *Ibid*, pp. 465–472. (In Russian).
15. Kievskiy L. V. Analysis of urban planning activities as an information process (information and cartographic analysis of plane parking). *Ibid*, pp. 505–516. (In Russian).
16. Arsen'ev S. V., Kievskaya R. L. Organizational and economic model of renovation with due regard for the development of territory planning projects. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2019, no. 8, pp. 44–48. DOI: 10.33622/0869-7019.2019.08.44-48. (In Russian).

Для цитирования: *Леонов В. В. Пространственные методы в анализе динамики развития градостроительных показателей // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 11. С. 69–74. DOI: 10.33622/0869-7019.2020.11.69-74.*

For citation: *Leonov V. V. Spatial Methods in Analyzing the Dynamics of Urban Development Indicators. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo [Industrial and Civil Engineering], 2020, no. 11, pp. 69–74. (In Russian). DOI: 10.33622/0869-7019.2020.11.69-74.* ■