

Л. К. Трубина¹✉

Геопространственный подход к решению экологических проблем

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: trubinalk@rambler.ru

Аннотация. Современные технологии способствуют развитию геопространственного подхода к анализу экологической обстановки городских территорий. В статье отмечается значимая роль технологий дистанционного зондирования и тематических ресурсов (в том числе веб-ресурсов), обеспечивающих накопление и систематизацию экологических сведений. Приведены основные составляющие комплексного анализа городской территории на основе геопространственного подхода. Конкретные приемы анализа выбираются исходя из особенностей города и типа загрязнения. Акцентируется важность детального анализа морфологических особенностей рельефа, как фактора, влияющего на распространение загрязняющих веществ. Результатом комплексного пространственного анализа территории является экологическое зонирование территории в соответствии с установленными требованиями природоохранного законодательства. Апробация указанных подходов реализуется применительно к оценке территории г. Новосибирска.

Ключевые слова: геопространственный подход, геоинформационные системы, экологическая информация

L. K. Trubina¹✉

Geospatial approach to solving environmental problems

Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: trubinalk@rambler.ru

Abstract. Modern technologies contribute to the development of a geospatial approach to the analysis of the environmental situation in urban areas. The article notes the significant role of remote sensing technologies and thematic resources (including web resources) that ensure the accumulation and systematization of environmental information. The main components of a comprehensive analysis of an urban area based on a geospatial approach are presented. Specific analysis techniques are selected based on the characteristics of the city and the type of pollution. The importance of a detailed analysis of the morphological features of the relief as a factor influencing the spread of pollutants is emphasized. The result of a comprehensive spatial analysis of the territory is the ecological zoning of the territory in accordance with the established requirements of environmental legislation. The testing of these approaches is implemented in relation to the assessment of the territory of Novosibirsk.

Keywords: geospatial approach, geographic information systems, environmental

Введение

Экологические проблемы, связанные с загрязнением природной среды, имеют ярко выраженную пространственную привязку. Поэтому интеграция пространственных данных с применением современных информационных технологий позволяет получать объективную оценку существующей экологической си-

туации и, следовательно, принимать обоснованные решения в различных областях от городского планирования до природопользования.

Актуальность такой интеграции возрастает, что связано:

- с совершенствованием технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ);
- с широким внедрением цифровой картографической продукции как средства отображения результатов экологической оценки;
- с популяризацией тематических ресурсов (в том числе веб-ресурсов), обеспечивающих накопление и систематизацию экологических сведений.

Следует отметить также активное развитие искусственного интеллекта, что способствует повышению эффективности решения некоторых проблем. Например, выполняется распознавание опасных природных процессов по материалам дистанционного зондирования, или реализуется автоматическая классификация отходов и др.

Возросшее число источников пространственной информации требует решения новых методологических проблем. К ним относятся, в частности, такие как разнообразие форматов представления данных и систем координат и другие. Поэтому актуальным остается совершенствование и разработка инструментов интеграции пространственных данных.

Методы и материалы

В современных условиях наиболее значимыми являются исследования, направленные на анализ городских территорий, при этом их цели могут быть разными. Выявляются условия функционирования природных экосистем или определяются оптимальные условия для строительства, а также оцениваются условия комфортности проживания человека.

Установленные действующими нормативными документами процедуры оценки состояния окружающей среды предполагают покомпонентную оценку, которая осуществляется исходя из сведений об уровнях загрязнения в конкретных точках местности. Этот подход позволяет выявлять локальные воздействия от техногенных источников, но не позволяет системно анализировать экологическую обстановку. При этом уровень загрязнения природных компонентов рассматриваются без учета их взаимосвязи между собой. При небольшом количестве точек отбора проб по определению концентраций загрязняющих веществ, при этом неравномерно расположенных в пространстве исследуемой территории, результат не обеспечивают объективного моделирования уровня загрязнения городской территории.

Комплексный анализ пространственных данных, реализуемый на основе геопространственного подхода, позволит анализировать и учитывать разнообразные антропогенные факторы и географические особенности территории [1, 2].

Рассмотрим основные составляющие такого подхода. На начальном этапе осуществляется сбор и интеграция разнообразных сведений о территории и последующая их формализация для представления в ГИС. Прежде всего это базовая пространственная информация о территории в соответствии с инфраструктурой пространственных данных. Учету подлежат метеорологические условия, ко-

которые могут способствовать накоплению или, наоборот, рассеиванию загрязняющих веществ, другие природные условия. Следует обратить внимание на зоны с особыми условиями использования территорий, особенно выделяемые по экологическим критериям: водоохранные зоны, прибрежные и береговые полосы, санитарно-защитные зоны, которые играют важную роль в сохранении экологически благоприятного развития территории. Сведения о загрязнении компонентов природной среды включают ряд количественных показателей, таких как значения концентраций вредных веществ в воздухе, воде и почве, а также об объемах выбросов вредных веществ в атмосферу. Они формируются в процессе проведения мониторинга окружающей среды.

На следующем этапе формируется геоинформационная модель территории, которая включает цифровую модель местности и цифровые модели экологических факторов. Цифровые (картографические) модели экологических факторов создают на основе статистической обработки данных о концентрации загрязняющих веществ и пространственного анализа загрязнений с учетом размещения источников загрязнения.

Все перечисленные составляющие геоинформационной модели позволят системно подходить к анализу экологической обстановки. Поскольку рассматриваются не только дискретные показатели загрязнений в отдельных участках города, но и процессы пространственного распространения загрязняющих веществ, на распределение которых оказывают влияние природные условия и особенности городской инфраструктуры.

Важным элементом комплексного ГИС-анализа является детальный анализ морфологических особенностей рельефа, как фактора, влияющего на распространение загрязняющих веществ.

Кроме того, ГИС предоставляют такую важную возможность, как интерактивная трехмерная визуализация собранных экологических и физико-географических сведений на разных этапах моделирования, что способствует повышению эффективности аналитических процессов. Трехмерная визуализация упрощает восприятие информации, позволяет устанавливать различные взаимосвязи пространственных объектов и этим существенно дополняет численные модели и текстовые описания. В современных ГИС визуализация геопространственных данных выступает как самостоятельный исследовательский инструмент.

Важным результатом, достигаемым в процессе комплексного пространственного анализа территории, является экологическое зонирование территории, выполненное в соответствии с установленными требованиями природоохранного законодательства и официально утвержденными режимами использования исследуемой территории.

Таким образом, методологическая основа геопространственного подхода к анализу экологической обстановки города включает в себя структурирование и геоинформационный анализ экологических данных совместно с данными о городской инфраструктуре. Конкретные приемы анализа выбираются исходя из особенностей города и типа загрязнения. Использование геопространственного подхода позволяет интегрировать вышеперечисленные данные в единой системе координат и высот и этим сформировать информационную основу для последующего моделирования (в том числе – 3D-моделирования) экологической обста-

новки территории с учетом процессов переноса загрязняющих веществ по рельефу подстилающей поверхности города. Основные компоненты, реализующие исследования для достижения этой цели представлены на (рис. 1).

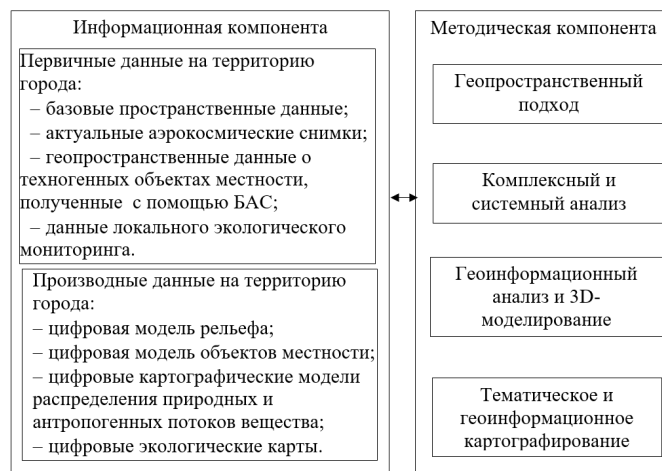


Рис.1 Информационно-методическая база анализа экологической обстановки городской территории

В качестве первичных данных необходим комплекс пространственно-распределенных данных об исследуемой территории (рис.1). В нормативных документах по инфраструктуре пространственных данных определен набор базовых пространственных данных. При этом в набор данных включаются не только координатные сведения о местоположении пространственных базовых объектов, но и цифровые изображения (материалы дистанционного зондирования Земли), а также цифровые модели рельефа. Данные о техногенных объектах интегрируются из различных источников, таких как кадастровые карты, генеральные планы поселений, отчетные сведения Росстата и пр. Для анализа экологической обстановки целесообразно использовать актуальные материалы аэрокосмических съемок, в том числе и полученных беспилотными летательными аппаратами.

Сведения о загрязнении компонентов природной среды получают в процессе реализации мониторинга окружающей среды. При этом в качестве отправной точки для исследователя целесообразно использовать общедоступные экологические сведения, публикуемые органами государственной власти в сети Интернет.

Существуют целый ряд Интернет-ресурсов, нацеленные на систематизацию и предоставление широкому кругу пользователей различных экологических сведений. Из них наиболее интересными с точки зрения получения непривязанной экологической информации являются информационные ресурсы субъектов РФ (геопорталы).

Общедоступные экологические сведения формируют информационную основу исследования состояния окружающей среды города, которая затем расширяется и детализируется в ходе специализированных исследований.

По результатам анализа создаются аналитические экологические карты, отражающие загрязнение соответствующего компонента. А результаты интегра-

ции и анализа данных отображаются в виде комплексных экологических и синтетических карт.

Результаты

Апробация предложенных подходов реализуется в исследованиях территории г. Новосибирска. Сформирован ряд тематических слоев, отражающих как компоненты природной среды, так и особенности инфраструктуры города. Сформирована цифровая модель рельефа территории, на основе морфометрического анализа которой выполнено зонирование, по особенностям переноса загрязняющих веществ (зоны транзита, аккумуляции и рассеяния загрязняющих веществ [3]. Рассмотрена обеспеченность зелеными насаждениями [4]. Создана база данных по загрязнению малых рек и выполнена пространственная визуализация результатов [5]. Проведен анализ и картографическое моделирование других компонентов природной среды [6]. Все сведения об экологических факторах систематизированы и представлены на общей географической основе, что позволило построить ряд пространственных моделей городской среды.

Заключение

Таким образом, применение геопространственного подхода средствами геоинформационных технологий позволяет систематизировать и структурировать данные экологического характера, учитывая особенности исследуемого природного компонента и типа загрязнения. Это обеспечивает возможность исследования разнообразных процессов и выявление основных закономерностей загрязнения исследуемой территории.

В целом современный инструментарий в виде геоинформационных систем и данных дистанционного зондирования обеспечивает информационную базу для детальной оценки городской окружающей среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ивашкина И.В., Кочуров Б.И. Урбозкодиагностика и сбалансированное развитие. М.: ИНФРА-М, 2017. 214 с.
2. Подходы к моделированию экологических процессов на территории города для учета экологической составляющей при ведении государственного реестра недвижимости. Трубина Л. К., Аврунев Е.И., Николаева О.Н., Каленицкий А.И., Антипов И.Т. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов». – 2018, Т.329. № 9. с.43-51.
3. Трубина Л.К., Лисицкий Д.В., Панов Д.В. Пространственная дифференциация городских земель на основе геоинформационного анализа рельефа // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». – 2013. - № 4/с. – С. 149-152.
4. Трубина Л.К., Лисакова О.А., Хлебникова Т.А. Зеленая инфраструктура как инструмент устойчивого развития урбанизированных территорий. Вестник СГУГиТ, Том 28, № 5, 2023. С 140-148.
5. Николаева О. Н, Беленко О.А. Опыт геоинформационного анализа экологического состояния малых рек на примере Р. Каменка (Новосибирск) / Естественные и технические науки. – 2022. – № 7(170). – С. 94-98.
6. Трубина Л.К., Николаева О.Н. Об опыте комплексного картографирования экологической обстановки урбанизированных территорий с учётом пространственного распространения загрязняющих веществ // Геодезия и картография. – 2020. – Т. 81. – № 6. – С. 20-28.

© Л. К. Трубина, 2025