

Геопространственное моделирование в урбоэкодиагностике

Л. К. Трубина^{1}, Л. А. Головина¹*

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

Аннотация. Современные технологии способствуют развитию методов анализа и визуализации пространственной информации о состоянии окружающей среды, которые расширяют возможности урбоэкодиагностики. В статье рассмотрены некоторые аспекты использования геоинформационных технологий, включая, и трехмерное моделирование в урбоэкодиагностике. Приведены основные этапы проведения комплексного анализа городской территории для целей урбоэкодиагностики. Отмечается, что геопространственное моделирование позволяет выявлять основные закономерности процессов распространения загрязнений по территории города, что в свою очередь может использоваться для планирования его развития с целью повышения комфортности городской среды.

Ключевые слова: экология городской среды, урбоэкодиагностика, ГИС-технологии, трехмерное моделирование

Geospatial modeling for urban environmental assessment

L. K. Trubina^{1}, L. A. Golovina¹*

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
* e-mail: trubinalk@rambler.ru

Abstract. Modern technologies contribute to the development of methods for analyzing and visualizing spatial information about the state of the environment, which expand the possibilities of urban environmental diagnostics. The article discusses some aspects of the use of geoinformation technologies, including 3D modeling in urban diagnostics. The main stages of a comprehensive analysis of the urban area for the purposes of urban ecodiagnosics are given. It is noted that geospatial modeling makes it possible to identify the main patterns of the processes of the spread of pollution throughout the city, which in turn can be used to plan its development in order to improve the comfort of the urban environment.

Keywords: urban ecology, urban systems, urban diagnostics, GIS technology, three-dimensional modeling

Введение

Природные условия, инфраструктура и техногенные источники городской среды являются специфическими для каждого города, соответственно они определяют экологическую обстановку и наличие тех или иных экологических проблем. Быстрые темпы развития городов приводят к увеличению антропогенной нагрузки, следовательно, усиливается значимость исследований по ее учету и определению комфортности среды для проживания человека.

Как отмечается в работе [1] «урбоэкодиагностика – новое направление в исследовании городов, изучающее признаки состояния городской среды, методы и принципы установления экодиагноза». При определении качества среды необходимо учитывать все многообразие особенностей функционирования города. На сегодняшний день оценка экологической обстановки городской среды осуществляется с помощью ряда подходов, среди которых все большее распростра-

нение получают методы математического моделирования средствами ГИС-технологий. Функциональные возможности геоинформационных систем обеспечивают интеграцию разнородных данных о конкретных проявлениях природных и антропогенных процессов, совместный анализ достаточно большого числа параметров городской среды, и отображение результатов в разных формах. Комплексность рассмотрения разных экологических факторов обеспечивается возможностями формирования и хранения неограниченного количества тематических слоев и их совместного анализа. Кроме того, реализуется достаточно широкий ряд задач по моделированию экологических процессов на земной поверхности.

Цель исследований, представленных в данной работе, рассмотреть некоторые аспекты применения геопространственного моделирования в урбоэкодиагностике.

Материалы и методы

Поскольку информация о городской территории по большей мере относится к пространственной, то объекты городской инфраструктуры представляются в виде цифровых моделей местности (ЦММ), обязательными параметрами которых являются координаты и масштаб (степень детальности), а также точность определения координат. Основой для создания ЦММ служат базовые пространственные данные на территорию. Среди которых наиболее значимыми являются топографические карты и материалы аэрокосмических съемок.

ЦММ включает две ее составляющие модели: цифровую модель рельефа (ЦМР) и цифровую модель объектов местности (ЦМО). Рекомендуется начинать с формирования ЦМР, поскольку среди всех прочих природных условий особенности рельефа могут оказывать существенное влияние на формирование экологической обстановки в контексте формирования зон загрязнения.

Основные этапы проведения комплексного анализа экологической обстановки городской территории приведены на рис. 1.

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, которые могут способствовать накоплению или наоборот рассеиванию загрязняющих веществ, климатические характеристики, морфологические особенности рельефа, структура почв, дифференциация ландшафта территории, наличие и видовой состав растений, состояние водных объектов.

Следует обратить внимание на зоны с особыми условиями использования территорий, особенно выделяемые по экологическим критериям: зоны особо охраняемых природных территорий, водоохранные зоны, прибрежные и береговые полосы, санитарно-защитные зоны. Они играют важную роль в сохранении экологически благоприятного развития территории. Сведения о загрязнении компонентов природной среды включают ряд количественных показателей, таких как значения концентраций загрязняющих вредных веществ в воздухе, воде

и почве, а также об объемах выбросов вредных веществ в атмосферу. Они формируются в процессе проведения мониторинга окружающей среды.



Рис. 1. Основные этапы проведения комплексного анализа городской территории для целей урбоэкодиагностики

Следующий этап – это формирование геоинформационной модели 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.

Совокупность перечисленной информации позволяет моделировать некоторые процессы, влияющие на формирование экологической обстановки на городской территории. Так модели потоковых структур, определяемые морфологическими особенностями рельефа, позволяют прогнозировать возможные зоны аккумуляции загрязняющих веществ [2]. Модели водосборных бассейнов позволяют планировать контроль стоковых процессов, способствующих загрязнению водных объектов. Это могут быть экологические карты, трехмерные модели местности или трехмерные видеосцены [3], на которых наглядно отображены источники и поля загрязнения окружающей среды в пределах конкретной территории. Такой подход является комплексным и способствует повышению уровня объективности получаемых оценок. В результате получаемые интегральные показатели с достаточной полнотой отображают экологическую ситуацию городской территории [4, 5].

В целом, представление об экологической обстановке исследуемой территории в форме, удобной для визуального восприятия пользователем облегчает ее интерпретацию. Следует отметить, цифровые модели городов становятся все более востребованными, при этом перечень 3D-продуктов пополняется.

Результаты

Экспериментальные исследования проводились в городе Новосибирске. Сформирована ЦМР городской территории средствами ГИС Панорама. Далее выполнен детальный морфометрический анализ, что позволило выделить зоны транзита, аккумуляции и рассеяния загрязняющих веществ [6].

Следующий этап эксперимента заключался в сборе, анализе и картографическом моделировании данных о загрязнении основных компонентов природной среды. Были использованы данные от организаций, осуществляющих государственный мониторинг в городе Новосибирске.

Систематизированные и представленные на общей географической основе карты позволили построить ряд пространственных моделей городской среды и выполнить зонирование территории по разным критериям [6].

Обсуждение

Таким образом, проведение урбоэкодиагностики на основе использования геоинформационных технологий обеспечивает эффективную обработку экологических данных, при этом есть возможность учитывать взаимосвязи между компонентами природной среды и пространственным распространением загрязнений от разных источников.

Моделирование позволяет выявлять основные закономерности загрязнения городской территории для планирования ее развития с целью повышения комфортности городской среды. Прежде всего, это анализ пространственного распределения загрязняющих веществ от стационарных источников, в частности, объектов промышленности разных отраслей.

Возможности моделирования зон загрязнения приземного слоя атмосферы, например, ТЭЦ и другими крупными источниками целесообразно применять для планирования высотной жилой застройки.

В целом такие подходы позволят оптимизировать размещение новых объектов городской инфраструктуры, включая селитебные и зеленые зоны, а также проектируемые промышленные объекты, с точки зрения обеспечения требований экологической безопасности населения.

Результаты пространственного моделирования могут служить основой совершенствования инструментального мониторинга.

Заключение

В целом применение геопространственного моделирования в урбоэкодиагностике обеспечивает информационную базу для пространственной локализации территориальных зон города, отличающихся по экологическому качеству. При этом возможен и обязателен учет разных критериев, характеризующих не только экологическую обстановку, но и другие сферы жизни человека, включая состояние здоровья и социальные аспекты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Урбоэкодиагностика и сбалансированное развитие Москвы: монография / И.В. Ивашкина, Б.И. Кочуров. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 203 с.
2. 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.
3. Хлебникова Т.А., Ямбаев Х. К., Оприцова О. А. Разработка технологической схемы сбора и обработки данных аэрофотосъемки с использованием беспилотных авиационных систем для моделирования геопространства // Вестник СГУГиТ. – 2020. - Т. 25, № 1, - С. 106-118.
4. 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.
5. 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.
6. Геопространственное моделирование экологической обстановки территории г. Новосибирска: монография/ Трубина Л.К., Николаева О.Н., Хлебникова Т.А. – Новосибирск: СГУГиТ, 2022.– 175с.

© Л. К. Трубина, Л. А. Головина, 2022