

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ СИСТЕМ POSTGIS, GEOSERVER

Пилипчук А. С., Полячок Е. Н., Пилипчук Л. А., Астапеня П. Н., Вишневецкая Т. С.  
Факультет прикладной математики и информатики, Кафедра компьютерных технологий и систем,  
Белорусский государственный университет  
Автотракторный факультет, Кафедра транспортные системы и технологии,  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь  
E-mail: {an.pilipchuk, arszp10}@gmail.com, pilipchuk@bsu.by, {astapenia, vishnevetskaya}@etsconsult.by

*В статье рассматривается задача моделирование экологических процессов и визуализация пространственных данных. Разработан программный комплекс для сбора, обработки и визуализации геопрограммных данных в задачах экологического мониторинга с использованием программных продуктов PostGIS, GeoServer, Leaflet. В работе демонстрируется стратегии отображения пространственных данных.*

## ВВЕДЕНИЕ

По данным Всемирной организации здравоохранения основные источники загрязнения воздуха — неэффективные виды транспорта, сжигание отходов, промышленность и угольные электростанции, из них 85% выбросов в городах составляют выбросы от автотранспорта. В настоящее время в РБ проводятся исследования по созданию системы мониторинга выбросов загрязняющих веществ. Разработка системы мониторинга качества воздуха является актуальной проблемой, позволяющей оценить реальную ситуацию загрязнения воздуха. Расчетные системы мониторинга в настоящее время одни из самых распространенных в мировой практике[1].

Моделирование экологических процессов и визуализация пространственных данных представляют собой сложные и многофункциональные задачи. Данная работа также является вкладом в практическое решение задач в сфере экологического мониторинга[2-5].

## I. МОДЕЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Для визуализации и мониторинга экологических процессов выполнено моделирование стационарных (предприятия) и мобильных (транспорт) точек. В процессе моделирования учитываются следующие характеристики:

- радиус выброса загрязняющих веществ предприятиями;
- данные по загрязняющим веществам по предприятиям;
- данные с Global Positioning System (GPS) треков от подвижного транспорта.

В процессах моделирования не учитываются данные о силе и направлении ветра, а также характеристики рельефа местности (ландшафта). Предприятия визуализируются в виде кругов, а автотранспорт — в виде линий. Радиус круга соответствует радиусу выбросов загрязняющих веществ. Ширина линии равна 70 метров.

Для процесса визуализации необходимо собрать и обработать пространственные данные, которые перечислены ниже:

- данные по предприятиям;
- данные ручных замеров;
- данные GPS треков подвижного транспорта.

В результате обработки указанных данных получены агрегированные данные, такие как интенсивность, скорость, задержки, остановки и др. На основе полученных агрегированных данных рассчитана группа выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

## II. ВЫБОР БАЗЫ ДАННЫХ

Все применяемые программные решения бесплатны в использовании. Из-за этого условия не представляется возможным использование операционной системы Windows и Mac OS. Поэтому все программные продукты должны работать на операционной системе под ядром Linux.

Перечислим список из кандидатов на роль основной базы данных:

- SQLite;
- PostgreSQL.

Есть Oracle и другие базы данных, которые попали бы в список, если бы они были бесплатные. В данной работе выбор остаётся за PostgreSQL, поскольку используется один из плагинов — PostGIS, который является де-факто стандартом для разработки геоинформационных систем[6].

## III. ВЕБ-СЕРВИСЫ ГИС

Для передачи и получения пространственной информации использованы протоколы Open Geospatial Consortium (OGC).

Получение геопрограммных данных осуществляться с помощью веб-сервисов ГИС. Ниже перечислен список веб-сервисов ГИС, которые могут использоваться в качестве модуля ГИС:

- GeoServer;
- MapServer.

GeoServer, в отличие от MapServer, имеет веб-интерфейс, в котором можно манипулировать слоями и настройками сервера. Обоснованием использования GeoServer является более полная реализация функций OGC стандартов и их спецификаций по сравнению с MapServer. Например, есть поддержка протокола OGC Web Feature Service Transactional (WFS-T), которого нет у MapServer. Так же имеется возможность использования специальных функций, предназначенных только для GeoServer. Например, есть свои фильтры Extended Contextual Query Language (ECQL).

#### IV. РЕЗУЛЬТАТЫ

Для визуализации использованы две стратегии отображения геопространственных данных на карте:

- первая стратегия заключается в том, чтобы через PostGIS преобразовать линии и точки в полигоны;
- вторая стратегия заключается в том, что размеры точек и линий необходимо задавать с помощью пикселей.

Первая стратегия представлена на рисунке 1.



Рис. 1 – Пример первой стратегии

Заметим, что при использовании первой стратегии все пространственные объекты являются прозрачными. Данное ограничение нужно для отображения подписи карты-подложки. При масштабировании карты точки и линии изменяются соответственно.

Вторая стратегия изображена на рисунке 2. При второй стратегии ширина линий изменяется динамически в зависимости от интенсивности, но не зависит от изменения масштаба. Это значит, что размер в пикселях будет одинаковым.

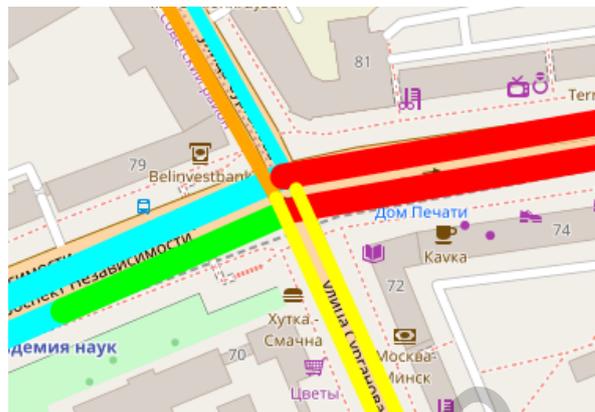


Рис. 2 – Пример второй стратегии

Поскольку карта является интерактивной, то имеется возможность получить сводную таблицу и круговую диаграмму распределения загрязняющих веществ. Загрязняющие вещества делятся на 8 групп, где первые семь групп важны для мониторинга экологических процессов.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработаны и реализованы методы обработки геопространственных данных. Разработаны две стратегии визуализации геопространственных данных на географической карте. Создан программный продукт для моделирования и визуализации пространственных данных экологических процессов. Реализованы функции улучшения и корректировки плагина Leaflet-WFST для протокола OGC WFS-T. Разработан программный комплекс для мониторинга и оценки выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на основе систем PostgreSQL, GeoServer и Leaflet.

1. Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease // World Health Organization [Electronic resource]. – 2016. – Mode of access: <http://www.who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/>. – Date of access: 11.09.2017
2. Bianco, L. A network based model for traffic sensor location with implication in O/D matrix estimates / L. Bianco, G. Confessore, P. Reverberi // Transportation Science – 2001. – Vol 35, № 1. – P.50–60.
3. Bianco, L. Combinatorial Aspects of the Sensor Location Problem / L. Bianco, G. Confessore, M. Gentili // Annals of Operation Research. – 2006. – Vol 144, № 1. – P. 201–234.
4. Пилипчук, Л. Задача оптимального расположения сенсоров в узлах некоторых специальных графов // Электронная библиотека БГУ [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/160655>. – Дата доступа: 11.09.2017.
5. Confessore, G. Experimental evaluation of approximation and heuristic algorithms for the dominating paths problem / G. Confessore, P. Dell’Olmo, M. Gentili // Computers and Operations Research. – 2005. – Vol 32, № 9. – P.2383–2405.
6. PostgreSQL 9.5.9 Documentation / official site PostgreSQL [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.postgresql.org/docs/9.5/static/index.html>. – Date of access: 11.09.2017