

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Д.Е. Бондаренко

Научный руководитель: О.С. Токарева
Томский политехнический университет
E-mail: d29bondarenko@gmail.com

Введение

На сегодняшний день трудно переоценить важность и роль экологии как в жизни целого общества, так и отдельно в жизни каждого человека. Так и состояние планеты зависит как от коммерческих компаний, вырабатывающих тонны отходов каждый год, так и от отдельного индивида, пользующегося благами цивилизации.

От жителей микрорайона «Академгородок» города Томск поступают жалобы на неприятный запах в воздухе в весенний период. Для выяснения причины появления запаха необходимо было посмотреть и оценить состояние загрязнения атмосферного воздуха в районе города Томск. Данное исследование планировалось произвести с помощью ГИС «Запах», которая является аналогом разрабатываемому программному комплексу, но оказалось, что данная ГИС работает некорректно, она имеет некоторые неточности и неверно отображает результаты расчета загрязнения атмосферного воздуха, поэтому актуален вопрос разработки собственного программного комплекса, который будет интегрироваться в ГИС QGIS в виде модуля.

Разработанный программный комплекс позволит моделировать процесс загрязнения атмосферного воздуха сельскохозяйственными предприятиями, после которого возможно проведение оценки состояния воздуха, в районе города Томск.

Модель загрязнения атмосферного воздуха

Моделирование загрязнения атмосферного воздуха будет моделироваться для конкретных метеоусловий, поэтому перед разработкой программного комплекса необходимо подобрать модель загрязнения.

Гауссова модель является наиболее распространенной в моделировании загрязнения атмосферного воздуха предприятиями. Модель основана на предположении, что вредное вещество будет расходиться в соответствии с нормальным распределением. Также данная модель позволяет производить моделирование от нескольких источников и для конкретных метеоусловий. Гауссово уравнение для расчета концентрации от описанного источника:

$$C(x, y, z) = \frac{q}{2\pi\sigma_y\sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{\sigma_y^2}\right) \left[\exp\left(-\frac{(z-h)^2}{\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+h)^2}{\sigma_z^2}\right) \right],$$

где q [г/с] – мощность источника, h [м] – высота источника, u [м/с] – средняя скорость ветра, ось y – поперечно-горизонтально направление, ось z – направлена вертикально вверх, σ_y, σ_z – горизонтальная и вертикальная функции рассеяния от источника, которые показывают, как меняется ширина гауссовой струи с увеличением расстояния x от источника загрязнения.

В данном исследовании все источники загрязнения находятся за пределами города Томск, на открытой местности, значения σ_y, σ_z для открытой местности:

$$\sigma_y = 0.08x(1 + 0.0001x)^{\frac{1}{2}}, \sigma_z = 0.06x(1 + 0.0015x)^{\frac{1}{2}},$$

Так как моделирование необходимо было производить для конкретных метеоусловий, была выбрана Гауссова модель.

Так как моделирование необходимо было производить для конкретных метеоусловий, была выбрана Гауссова модель.

Геоинформационная система для отображения результатов моделирования

В качестве основной ГИС, для которой будет создаваться модуль, была выбрана ГИС QGIS, потому что она открытая и бесплатная, а в инструментарии не уступает остальным ГИС (ArcGIS, MapInfo и т.д.).

Требования к разрабатываемому комплексу

Перечень требований к разрабатываемому комплексу:

- комплекс должен быть открытым и понятным для пользователя;
- комплекс должен позволять пользователю вводить параметры для дальнейшего расчета загрязнения атмосферного воздуха;
- комплекс должен корректно рассчитывать значения для дальнейшего моделирования и корректно отображать его результаты;

Алгоритм работы комплекса

Алгоритм работы комплекса следующий:

1. Ввод необходимых параметров для расчета концентрации веществ в воздухе;
2. Расчет концентрации загрязняющих веществ в определенной области по формуле;
3. Отображение на карте результатов расчета в виде изолиний, которые расходятся в определенную сторону от объекта.

Выбор языка программирования

Язык программирования, используемый для реализации, должен предоставлять возможность работы с картами, например, с помощью библиотеки GMap.

Одним из таких языков является язык программирования C#. C# имеет модули для библиотеки GMap, а также предоставляет возможность использовать другие библиотеки для работы с геоданными.

В качестве языка реализации был выбран C#, потому что автору данной работы не известны аналогичные языки, с помощью которых можно было бы работать с пространственными данными.

Программная реализация комплекса

Для решения задачи моделирования загрязнения атмосферного воздуха было разработано приложение Windows Forms в среде разработки Microsoft Visual Studio на языке C#.

Была найдена и установлена необходимая для работы библиотека, которая предоставляет инструменты для работы с картами – GMap.

К созданному проекту с помощью библиотеки GMap были подключены карты Google Maps (рисунок 1) и был создан тестовый объект, который выполнял роль источника загрязнения (красный маркер).

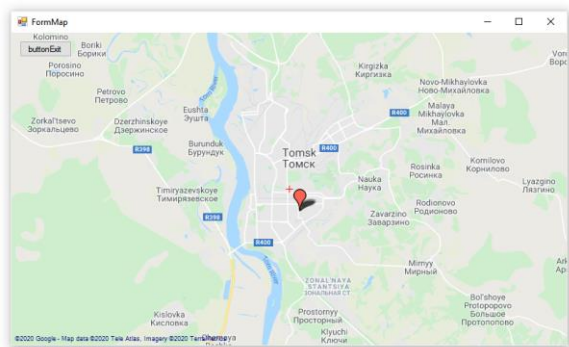


Рис. 1. Отображение карты в проекте

Затем был создан метод Formula, в котором осуществлялся расчет концентрации веществ по формуле, которая следует из метода Гаусса.

Подразумевается, что пользователь при запуске программы будет сам задавать параметры – мощность источника, высота источника, средняя скорость ветра и др., поэтому был создан тестовый интерфейс для проверки результатов работы программы (рисунок 2).

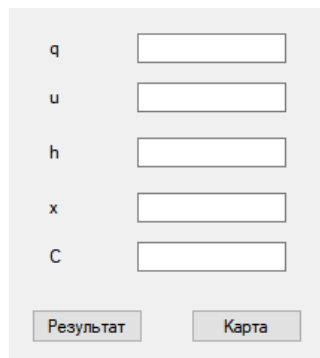


Рис. 2. Тестовое меню пользователя

Заключение

По проделанной работе на данный момент реализовано отображение карты в проекте, навигация по карте и расчет концентрации загрязняющих веществ в определенной точке.

Комплекс имеет тестовый вид интерфейса. Далее решается задача по отображению результатов моделирования на карте в виде изолиний и интеграция решения в QGIS.

Список использованных источников

1. Зарипов Ш.Х., Марданов Р.Ф. Шарафутдинов В.Ф. Математические модели переноса загрязнений в окружающей среде / Зарипов Ш.Х., Марданов Р.Ф. Шарафутдинов В.Ф., Никоненкова Т.В. – Казань: Казан. ун-т, 2018. – 47 с.
2. Гриценко А.И., Аكوпова Г.С., Максимов В.М. Экология. Нефть и газ. – М.: Наука, 1997. – 598 с.
3. Работа с API геокодирования Google и GMap [Электронный ресурс] / Справочник по C# – URL: <http://csharpcoderr.com/2014/09/api-geocoding-google-and-gmap.html> (дата обращения: 07.10.2019)
4. Ковин Р.В., Марков Н.Г. Геоинформационные технологии для анализа двумерных геополей. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2006. – 166 с.