

Данилова Е.А., Каверзнева Т.Т., Тархов Д.А. Анализ состояния атмосферного воздуха Санкт-Петербурга. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей XIV Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2014. – С. 91-96.

УДК 504.06

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Е.А. Данилова, Т.Т. Каверзнева, Д.А. Тархов

ANALYSIS OF THE AMBIENT AIR QUALITY IN ST. PETERSBURG

E.A. Danilova, T.T. Kaverzneva, D. A. Tarkhov

Аннотация. Решение задач обеспечения экологической безопасности населения Санкт-Петербурга требует определения зон с максимальным загрязнением воздушной среды. Для этого был проведен анализ данных, полученных от 21 стационарной автоматизированной станции мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, объединенных в автоматизированную систему мониторинга (АСМ). На основе этих данных была построена нейросетевая модель загрязненности атмосферного воздуха с учетом веществ, оказывающих наибольшее влияние на здоровье населения Санкт-Петербурга. К ним относятся: оксид углерода, оксид азота, диоксид азота, диоксид серы, а также взвешенные вещества (пыли). В результате были получены диаграммы распределения загрязненности атмосферного воздуха по районам города. Они позволили выявить наиболее загрязненные территории и основные источники загрязнений.

Полученный материал может быть использован не только при анализе влияния экологической обстановки на здоровье населения города в целом, но и для решения более узких задач, таких как дополнительное влияние веществ, загрязняющих атмосферу, на здоровье работников, занятых на вредных (по фактору воздух рабочей зоны) производствах.

Ключевые слова: экологическая безопасность населения, загрязнение атмосферного воздуха, здоровье населения.

Abstract. To solve the problem of ensuring environmental safety of St. Petersburg population, the identification of areas with the highest air pollution required. We have analyzed data from automated air pollution monitoring system which consists of 21 fixed automated stations. Based on this data the neural network model of St. Petersburg air pollution was built. The model considers the with the greatest impact on St. Petersburg population health. The substances are: carbon monoxide, nitric oxide, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and particulate matters (dust). As the result, the air pollution distribution diagrams in city districts were built. They allow to identify the most contaminated areas, and the main sources of pollution.

The resulting material can be used not only in the analysis of environmental conditions influence on the city population, but also to solve more specific problems. Such as research of additional influence of air pollutants on the employees' health, who work under hazardous (harmful workplace air) conditions.

Keywords: ecological safety of the population, pollution of atmospheric air, health of the population.

Проводится оценка качества атмосферного воздуха Санкт-Петербурга в целом, дается прогноз изменения качества атмосферного воздуха отдельных территорий города под влиянием выбросов автотранспорта на основе измерений на стационарных автоматических станциях мониторинга.

Загрязнение воздушной среды формируется переносом вредных веществ с сопредельных территорий, а также под влиянием выбросов передвижных и стационарных источников. В Санкт-Петербурге основную часть загрязнений воздушной среды дает автотранспорт, поэтому особенно сильно загрязнен воздух вблизи магистралей с интенсивным движением автомашин.

Перенос выброса в атмосферном воздухе, как правило, относится к гауссову типу переноса. Согласно гауссовой модели изменение концентрации примеси в атмосфере подчиняется нормальному закону распределения:

$$q_n(t, x_i, y_i, z_i) = e_{i=0}^n C_i \frac{Q \exp \left[-\frac{(x_i - x_0 - V_x t)^2}{2(s_x)^2 t} - \frac{(y_i - y_0)^2}{2(s_y)^2 t} - \frac{(z_i - z_0)^2}{2(s_z)^2 t} \right]}{(\sqrt{2\pi t})^3 s_x s_y s_z},$$

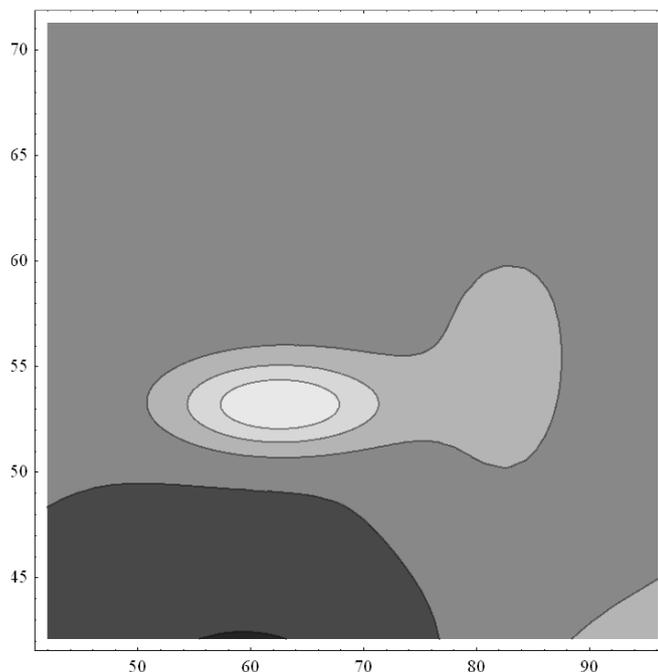
где x_0, y_0, z_0 – координаты источника примеси; Q – мощность источника; V_x – коэффициент, характеризующий скорость ветра в предположении, что система координат сориентирована таким образом, что ОХ совпадает с направлением ветра; $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ – средние квадратичные отклонения частиц примеси в момент времени t соответственно вдоль координатных осей ОХ, ОУ, ОZ; C_i – числовой коэффициент, $x_i \in [0; t]$, $i=0, 1, 2, 3, \dots, n$ – узлы интегрирования. Очевидно, что эта модель соответствует нейронным сетям с радиальными базисными функциями в случае использования в качестве базисной функции гауссиана [1].

Оценка качества атмосферного воздуха Санкт-Петербурга проведена на основании данных, полученных от Автоматизированной системы мониторинга (АСМ) атмосферного воздуха Санкт-Петербурга.

В настоящее время АСМ включает 21 стационарную автоматическую станцию мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, которые расположены в 18 административных районах города. Станции функционируют непрерывно и обеспечивают регулярное получение оперативной информации об уровне загрязнения атмосферного воздуха Санкт-Петербурга основными загрязняющими веществами.

На основе этих данных была построена нейросетевая модель [1, 5] загрязненности атмосферного воздуха с учетом веществ, оказывающих наибольшее влияние на здоровье населения Санкт-Петербурга. К ним относятся: оксид углерода, оксид азота, диоксид азота, диоксид серы, а также взвешенные вещества (пыли) [2].

На графике показана построенная на основе этих данных нейросетевая зависимость концентрации диоксида азота от географического положения, причём чем выше загрязнение, тем светлее цвет области.



Согласно построенной модели, уровень наивысшего загрязнения диоксидом азота соответствует области с координатами $59^{\circ}53'$ с. ш. и $30^{\circ}03'$ в. д. (Над Финским заливом).

Исходя из полученных в ходе исследования результатов, мы выявили, что наибольший общий уровень загрязнения атмосферного воздуха наблюдается в центре города и над примыкающей к городу акваторией Финского залива. Это объясняется диффузией загрязняющих веществ с автомагистралей и заводов всего города.

В дальнейшем предполагается построить уточнённую нейросетевую модель на основе использования не только точечных наблюдений, но и уравнений в частных производных, а также локальных загрязнений на автомагистралях методами [1, 3, 4].

Данная модель позволит оценить предлагаемые меры по снижению вредного воздействия выбросов автомобильного транспорта:

- перевод автомобилей на газовое топливо;
- улучшение качества дорожного покрытия;
- строительство подземных переходов;
- регулирование движения транспорта на территории города и на кольцевой автомобильной дороге.

Предложенные выше мероприятия по снижению вредного воздействия выбросов автомобильного транспорта позволят:

1) внести вклад в реализацию программы стратегии охраны здоровья населения Российской Федерации (3 февраля 2014 года в РИА Новости состоялось обсуждение доклада «Основные положения стратегии охраны здоровья населения РФ на период 2013-2020 гг. и последующие годы»);

2) улучшить условия труда лиц, так или иначе связанных с эксплуатацией или ремонтом автомобильного транспорта, а также лиц, проводящих работы непосредственно на автомагистралях или около них.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (грант №14-01-00733).

Библиографический список

1. Тархов Д.А. Нейросетевые модели и алгоритмы. – М.: Радиотехника, 2014. – 348 с.
2. Голубева Д.А., Сорокина Н.Д. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2012 году. – СПб.: Сезам-Принт, 2013. – 168 с.
3. Горбаченко В. И., Артюхина Е. В. Обучение радиально-базисных нейронных сетей при решении дифференциальных уравнений в частных производных // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2007. – № 9. – С. 150–159.
4. Васильев А.Н., Тархов Д.А. Построение приближённых нейросетевых моделей по разнородным данным // Математическое моделирование. – 2007. – Т. 19, №12. – С. 43–51.
5. Ефремов С.В., Каверзнева Т.Т., Тархов Д.А. Нейросетевое моделирование в охране труда. – СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2014. – 136 с.

Данилова Евгения Алековна
Санкт-Петербургский
государственный
политехнический университет,
г. Санкт-Петербург, Россия
E-mail: jony_jone@mail.ru

Danilova Evgeniya Alekovna
St. Petersburg State Polytechnic
University, Saint Petersburg, Russia

Каверзнева Татьяна Тимофеевна
Санкт-Петербургский
государственный
политехнический университет,
г. Санкт-Петербург, Россия
E-mail: kaverztt@mail.ru

Kaverzneva Tatiana Timofeevna
St. Petersburg State Polytechnic
University, Saint Petersburg, Russia

Тархов Дмитрий Альбертович
Санкт-Петербургский
государственный
политехнический университет,
г. Санкт-Петербург, Россия
E-mail: dtarkhov@gmail.com

Tarhov Dmitry Albertovich
St. Petersburg State Polytechnic
University, Saint Petersburg, Russia