

Идрисова Д.И., Каверзнева Т.Т., Лазовская Т.В., Тархов Д.А. Использование нейросетевого подхода для моделирования параметров воздушной среды в тоннелях. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей XV Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2015. – С. 77-80.

УДК 658.382+004.032

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПОДХОДА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ТОННЕЛЯХ

Д.И. Идрисова, Т.Т. Каверзнева, Т.В. Лазовская, Д.А.Тархов

USE NEURAL NETWORK APPROACH FOR MODELING WORK ZONE AIR PARAMETERS IN THE TUNNEL

D.I. Idrisova, T.T. Kaverzneva, T.V. Lazovskaya, D.A. Tarhov

Аннотация. Рассматриваются возможности применения нейросетевого подхода для моделирования распространения вредных веществ в воздухе рабочей зоны тоннелей на этапе их строительства и эксплуатации.

Ключевые слова: нейросетевое моделирование, условия труда, воздух рабочей зоны, строительство, диффузия вредных веществ, тупиковый участок тоннеля.

Abstract. The article considers the possibility of using neural network approach for modeling pollutants spread in the working zone air of tunnels during their construction and operation.

Keywords: neural network modeling, working conditions, workspace air, construction industry, harmful substances diffusion, dead end tunnels.

Подземные автомобильные и железнодорожные магистрали относятся к наиболее важным транспортным сооружениям. Обеспечение безопасных условий труда и необходимых параметров воздуха рабочей зоны при строительстве и эксплуатации тоннелей является одной из наиболее важных задач на сегодняшний день.

Основное мероприятие, направленное на решение этой задачи – это рациональное использование вентиляции, как естественной, так и искусственной. Вентиляция должна обеспечивать снижение концентрации вредных веществ до допустимой нормы в любой точке тоннеля.

Однако возможны случаи возникновения аварийной, или нештатной, ситуации, при которой система вентиляции выведена из строя или отключена. Особенно опасно возникновение подобной ситуации в тоннелях без естественной вентиляции, к ним относятся тупиковые участки (например, тупиковые пути в метрополитене, используемые для очистки, дезинфекции, экипировки и ремонта вагонов), а также на этапе строительства тоннелей, когда сооружен только один портал.

Источники загрязнения воздуха на протяженных тупиковых участках тоннелей могут быть разными по происхождению, например, нагревающиеся под воздействием токов утечки изоляционные покрытия силовых кабелей, в химическом составе которых содержатся углеводороды, хлор, сера, фтор и фторполимеры. Соединения хлора и серы наиболее токсичны и потому представляют наибольшую опасность при выделении из изоляционного покрытия.

В свете выше изложенного задача моделирования распространения по тоннелю вредных веществ в опасных концентрациях представляется особенно актуальной.

В качестве уравнения, описывающего процессы массопереноса, рассмотрим уравнение диффузии, используемое для описания и анализа массообменных процессов,

$$\frac{\partial w}{\partial t} = a \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}, \quad (1)$$

где $w(x,t)$ – концентрация вещества в момент времени t на расстоянии x от источника выделений. Без потери общности все параметры могут быть нормированы до единицы. Краевые условия отличают нашу задачу от классической. Это отсутствие выделений на всем протяжении тоннеля в нулевой момент времени $w(x,0)=0$ при $0 \leq x \leq 1$, и отсутствие какой-либо концентрации на выходе из тоннеля $w(0,t)=0$ при $0 \leq t \leq 1$. Нами решается задача восстановления функции $w(x,t)$ в области $[0,1] \times [0,1]$, удовлетворяющей уравнению (1) и данной краевой задаче по измерениям – значениям искомой функции вблизи выхода из тоннеля. Измерения могут быть смоделированы с использованием различных известных частных решения уравнения диффузии.

Решение ищется в виде выхода нейронной сети с одним скрытым слоем. В качестве базисных функций рассматриваются сигмоиды и специальные функции, являющиеся заведомо решениями уравнения диффузии.

В данной работе для моделирования предлагаются две ситуации. В первом случае предполагается, что на стенке тоннеля на небольшом расстоянии от входа закреплен датчик, передающий точные значения концентрации вредного вещества. В результате получается довольно точное восстановление функции распространения критического уровня загрязнения в специальном случае, а при увеличении числа нейронов и в общем.

Во втором случае предположим, что диспетчер или другой работник почувствовал наличие вредного вещества в воздухе рабочей зоны по запаху, так как большинство опасных газов имеют неприятный резкий запах. Генерация соответствующих бинарных данных проводится по правилу

$$G(t_i) = \begin{cases} \beta, & \text{при } R[1,t_i] + \varepsilon(2\xi - 1) > \alpha, \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

где $R(x,t)$ – некоторое частное решение уравнения теплопроводности; ε – искусственная погрешность измерения, которая может быть очень большой; ξ – стандартная равномерно распределенная случайная величина; α – порог чувствительности; t_i из $[0,1]$. Значение β может быть выбрано, например, равным 2α . С этой задачей довольно успешно справляется специальная нейронная сеть.

Библиографический список

1. Тархов Д.А. Нейросетевые модели и алгоритмы. – М.: Радиотехника, 2014. – 348 с.
2. Васильев А.Н., Тархов Д.А. Нейросетевое моделирование. Принципы. Алгоритмы. Приложения. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2009. – 528 с.

3. Васильев А.Н., Тархов Д.А. Построение приближённых нейросетевых моделей по разнородным данным // Математическое моделирование. – 2007. – Т. 19, №12. – С. 43–51.

4. Васильев А.Н., Тархов Д.А. Параметрические нейросетевые модели классических и неклассических задач для уравнения теплопроводности // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Физико-математические науки. – 2012. – Т. 3, № 153. – С. 136–144.

5. Ефремов С.В., Каверзнева Т.Т., Тархов Д.А. Нейросетевое моделирование в охране труда. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. – 136 с.

Идрисова Джамиля Идрисовна
Санкт-Петербургский
государственный политехнический
университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия
E-mail: jamilaidrisova@mail.ru

Idrisova J.I.
Peter the Great Saint-Petersburg
Polytechnical University,
Saint-Petersburg, Russia

Каверзнева Татьяна Тимофеевна
Санкт-Петербургский
государственный политехнический
университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия

Kaverzneva T.T.
Peter the Great Saint-Petersburg
Polytechnical University,
Saint-Petersburg, Russia

Лазовская Татьяна Валерьевна
Санкт-Петербургский
государственный политехнический
университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия
E-mail: tatianala@list.ru

Lazovskaya T.V.
Peter the Great Saint-Petersburg
Polytechnical University,
Saint-Petersburg, Russia

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

Tarkhov D.A.
Peter the Great Saint-Petersburg
Polytechnical University,
Saint-Petersburg, Russia