

Ю. А. Тунакова, С. В. Новикова, Р. А. Шагидуллина,
А. Р. Шагидуллин

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТНОГО МОНИТОРИНГА ПРИЗЕМНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПРИМЕСЕЙ, В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ПРОИЗВОДСТВ (НА ПРИМЕРЕ СЕРОВОДОРОДА), ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ

Ключевые слова: полимерные производства, расчет концентраций, нейронные сети.

Приводятся результаты применения интеллектуальных нейросетевых методов для уточнения результатов расчетного мониторинга концентраций сероводорода в зоне действия полимерных производств на территории Нижнекамского промзла. Сопоставление с данными экспериментальных наблюдений демонстрирует значительное увеличение точности расчетов за счет адаптации стандартной методик, реализуемой УПРЗА «Эколог», нейросетевыми моделями и методами.

Keywords: polymeric manufactures, calculation of concentration, neural networks.

Results of application intellectual neural network methods for specification of results of settlement monitoring concentration of hydrogen sulphide in an operative range of polymeric manufactures in territory Nizhnekamsk industrial hub are resulted. Comparison to the data of experimental supervision shows substantial growth of accuracy of calculations due to adaptation of a standard technique, sold UPCA "Ecologist", neural network models and the methods.

Введение

Для повышения достоверности оценок экологического состояния исследуемой территории важное методологическое значение имеют доступные в практической реализации подходы для получения адекватной мониторинговой информации на основании современных информационных технологий, преимущественно - нейросетевого моделирования.

В настоящее время расчетный мониторинг концентрации примесей в приземном слое атмосферного воздуха регламентируется проводить на основании расчетной методики ОНД-86, реализованной в программных комплексах, из которых наиболее часто используется УПРЗА «Эколог». Однако данная методика обеспечивает крайне низкую точность расчетов приземных концентраций примесей [1-7]. Причиной здесь является невозможность учета в методике трудно формализуемых и неявных параметров, формирующих приземные концентрации. Преодолеть этот недостаток мы предлагаем за счет адаптации (уточнения) результатов при помощи нейронных сетей. В первую очередь их преимущество сказывается за счет возможности использования неточных и неполных данных в качестве исходных величин для решения таких задач [8].

В настоящее время для расчета рассеивания атмосферных примесей наиболее активно используются два типа нейросетей:

- многослойный персептрон - нейронная сеть, состоящая из входящего, одного или нескольких внутренних и выходящего слоев. Данный тип нейросетей может применяться для широкого класса задач типа регрессии и аппроксимации.

- самоорганизующаяся карта - нейронная сеть, состоящая только из входящего и выходящего слоев. Выходящий слой обычно состоит из элементов, объединенных в двумерную квадратную (или другой геометрической формы) решетку [9]. Сети

подобной топологии применяются главным образом в задачах экстракции данных и кластеризации.

Экспериментально-расчетная часть

Для адаптации данных, полученных расчетным путем, к особенностям местности, для территории которой производятся расчеты, предлагается использовать искусственные нейронные сети типа многослойный персептрон, обученные на массиве экспериментально измеренных значений концентраций загрязняющих веществ.

Для этой цели для расчета концентрации каждой примеси была спроектирована отдельная корректирующая нейронная сеть с единой топологией:

1. Парадигма – многослойный персептрон.
2. Количество скрытых слоев -1.
3. Количество входных нейронов – 8.
 - Нейроны 1,2 – координаты точки расчета в абсолютных координатах в метрах,
 - Нейрон 3 – температура воздуха,
 - Нейрон 4 – атмосферное давление,
 - Нейрон 5 – скорость ветра,
 - Нейрон 6 – направление ветра,
 - Нейрон 7 – влажность воздуха,
 - Нейрон 8 – расчетное значение концентрации примеси, полученное согласно методике ОНД-86 (программный комплекс УПРЗА «Эколог»).
4. Количество нейронов в скрытом слое -5.
5. Количество нейронов в выходном слое -1.
6. Активационная функция скрытого слоя – гиперболический тангенс.
7. Активационная функция нейронов выходного слоя – линейная.

Нейронная сеть была спроектирована и обучена в пакете «Statistica Neural Networks». Нами проводились эксперименты по корректировке (уточнению) расчетов стандартной методики ОНД-86 нейронной сетью для приземных концентраций

специфической примеси - сероводорода, которая систематически контролируется в атмосферном воздухе г. Нижнекамска, но в четырех точках города.

Всего было проанализировано данных по инвентаризации 4700 стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха Нижнекамского промузла. Было установлено, что сероводород выбрасывается из 163 источников в количестве около 34 тонн в год. Доминирующим поступлением в атмосферу г. Нижнекамска является поступление с выбросами ОАО "ТАИФ-НК" с вкладом около 90%. На основании выделенных параметров источников загрязнения, их количественных и качественных характеристик, а также физико-географических параметров местности были проведены расчеты рассеивания сероводорода с помощью УПРЗА «Эколог», которые затем были адаптированы спроектированной нами нейросетью.

Таким образом, расчетным путем

- получена достоверная картина загрязнения атмосферы исследуемым загрязняющим веществом на рассматриваемой территории;

- выявлены зоны влияния отдельных предприятий и групп предприятий, функционирующих на общих территориях;

- определены зоны с превышением санитарно-гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха;

- определены вклады предприятия в уровень загрязнения атмосферного воздуха;

- картированы результаты расчетного мониторинга.

Для проверки эффективности корректировки расчетов нейросетью был проведен сравнительный анализ экспериментально измеренных значений концентраций сероводорода, значений, рассчитанных по стандартной методике ОНД-86, и значений, скорректированных нейронной сетью.

Точность расчетов концентрации сероводорода после корректировки нейросетью повысилась в среднем: в 4 раза с $0,0019 \text{ мг/м}^3$ (0,24 доли ПДК) по методике ОНД-86 до $0,00055 \text{ мг/м}^3$ (0,07 доли ПДК). Полученные результаты показаны на рис. 1:

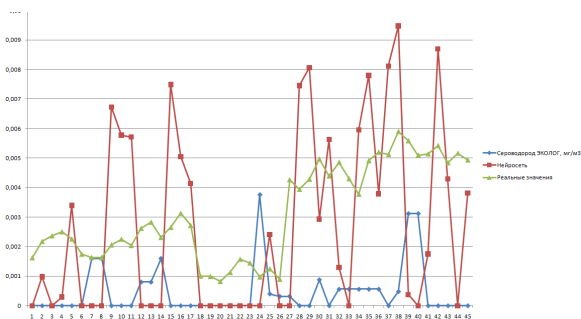


Рис. 1 - Сравнение расчетных значений содержания сероводорода до и после корректировки в сравнении с реальными данными

На рис. 2-4 показаны поля концентраций сероводорода в мг/м^3 полученные: в результате натурных измерений; расчетные поля концентраций по методике ОНД-86 без корректировки, и скорректированные нейросетью.

Проведенный анализ показал, что полученное поле загрязнения примесью сероводородом приземного слоя атмосферы г. Нижнекамска имеет радиальную структуру, свидетельствующую об относительной равномерности характера рассеивания выбросов. Существенную роль в формировании общего поля загрязнения в г. Нижнекамска играют процессы диффузионного переноса под влиянием нескольких «островов тепла».



Рис. 2 - Поле концентраций сероводорода, полученное с помощью экспериментальных измерений

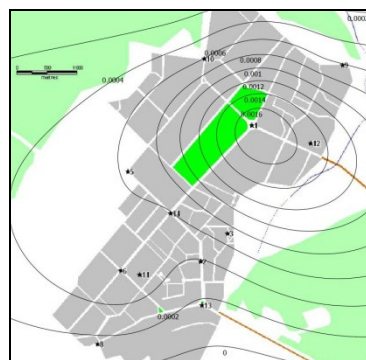


Рис. 3 - Поле концентраций сероводорода, полученное с помощью УПРЗА «Эколог-город»

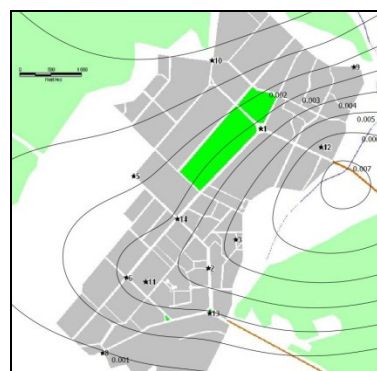


Рис. 4 - Поле концентраций сероводорода, полученное с помощью корректировки нейросетевой моделью

Анализ полученных полей концентраций показывает значительно большую сходимость поля экспериментально измеренных концентраций (рис. 2) с полем концентраций, полученным расчетным путем, скорректированным нейросетью (рис. 4) в местоположении изолиний в диапазоне значений от

0,002 до 0,01 мг/м³. На рис. 3, отражающем поле концентраций сероводорода, полученное с помощью УПРЗА «Эколог», указанные диапазоны концентраций отсутствуют, и местоположение изолиний значительно отличается от экспериментального поля концентраций.

Проведенные расчеты и эксперименты наглядно доказывают, что дополнительная нейросетевая адаптация стандартных расчетных методик позволяет получать более точные результаты расчетным путем, что подтверждает сопоставление с экспериментально измеренными значениями концентрации примеси.

Литература

1. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Шагидуллина Р.А., Шмакова Ю.А. Вестник Казанского технологического университета, 12, 71-74 (2012).
 2. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Шагидуллина Р.А., Шмакова Ю.А. Вестник Казанского технологического университета, 13, 183-188 (2012).
 3. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Шагидуллина Р.А., Шмакова Ю.А. Вестник Казанского технологического университета, 16, 115-118 (2012).
 4. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Шагидуллина Р.А., Шмакова Ю.А. Вестник Казанского технологического университета, 16, 111-114 (2012).
 5. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Шагидуллина Р.А., Шмакова Ю.А. Вестник Казанского технологического университета, 13, 119-122 (2012).
 6. Тунакова Ю.А., Новикова С.В. Использование нейросетевых технологий для целей прогноза высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах. // Безопасность жизнедеятельности. - Москва, Новые технологии, 1, 21-28 (2011).
 7. Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86.Л.: Гидрометеоздат, 1987, 94 с.
 8. С. Осовский Нейронные сети для обработки информации. Финансы и статистика, Москва, 2002, 344с.
 9. Р. Калан Основные концепции нейронных сетей. «Вильямс», Москва, 2001, 287с.
-
- © Ю. А. Тунакова – д-р хим. наук, проф. каф. технологии полимерных материалов КНИТУ, juliaprof@mail.ru; С. В. Новикова – канд. техн. наук, доц. каф. прикладной математики и информатики КНИТУ им. А.Н. Туполева-КАИ, sweta 72 @ bk.ru; Р. А. Шагидуллина – канд. хим. наук, нач. отдела нормирования воздействия на окружающую среду Мин-ва экологии и природных ресурсов РТ, juliaprof@mail.ru; А. Р. Шагидуллин – канд. физ.-мат. наук, науч. сотр. лаб. биогеохимии Института проблем экологии и недропользования АН РТ, artur.shagidullin@tatar.ru.