УДК 504.3.054

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

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ РАСЧЕТОВ ПРИЗЕМНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПРИМЕСЕЙ В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ПРОИЗВОДСТВ (НА ПРИМЕРЕ ОКСИДА УГЛЕРОДА)

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

Приводятся результаты расчета концентраций оксида углерода в зоне действия полимерных производств-на территории Нижнекамского промузла. При сопоставлении с данными экспериментальных наблюдений показано значительное увеличение точности расчетов за счет использования нейросетевого моделирования, чем при расчете по нормативной методике ОНД-86, реализованной в программном комплексе УПРЗА «Эколог».

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

Results of calculation of concentration carbon oxide in an operative range polymeric in territory of Nizhnekamsk industrial unit are resulted. By comparison to the data of experimental supervision substantial growth of accuracy of calculations is shown due to use neural networks modelling, than at calculation by the normative technique OND-86 realized in program complex UPCPA "Ecologist".

Введение

Как рассматривалось в наших ранних публикациях [1-6] расчетная методика ОНД-86 [7], реализованная в программном комплексе УПРЗА «Эколог», обеспечивает крайне низкую точность расчетов приземных концентраций примесей. Нейронные сети имеют значительные перспективы развития для моделирования распространения вредных веществ. 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:

- многослойная нейронная сеть из входящего, одного или нескольких внутренних и выходящего слоев (многослойный персептрон)., для моделирования процесса парникового эффекта и др.
- сеть состоит только из входящего и выходящего слоев. Выходящий слой обычно состоит из элементов, объединенных в двумерную квадратную (или другой геометрической формы) решетку (самоорганизующаяся карта) [9].

Экспериментально-расчетная часть

Для корректировки данных, полученных расчетным путем, предлагается использовать искусственные нейронные сети, обученные на массиве экспериментально измеренных значений концентраций. Для оценки повышения эффективности расчетов, была спроектирована корректирующая нейронная сеть следующей структуры:

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 диоксида азота, 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

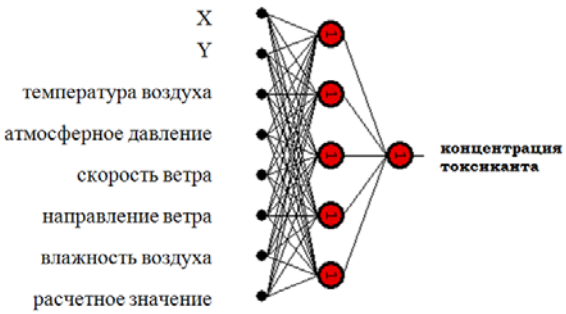

Рис. 1 - Вид многослойного персептрона для уточнения расчетных значений концентрации примесей

Нейронная сеть была спроектирована и обучена в пакете «Statistica neural networks». Сравнение адекватности расчетов УПРЗА «Эколог» и нейросеть проводилось, для примера, по основной примеси – оксиду углерода, присутствующей в выбросах большинства источников загрязнения в зоне действия полимерных производств.

Нами проанализированы 4700 ИЗА, проведены расчеты рассеивания с помощью УПРЗА «Эколог», которые были адаптированы нейросетевой моделью.

Скорректированные нейросетью расчетные значения концентраций оксида углерода значительно приблизились к реально измеренным значениям, что демонстрирует следующий рис. 2:

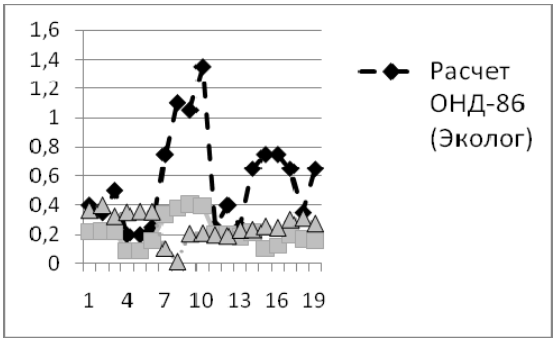

Рис. 2 - Сравнение расчетных значений уровня оксида углерода до и после корректировки в сравнении с реальными данными

Результаты экспериментов по корректировке расчетов концентраций оксида углерода УПРЗА «Эколог» в приземном слое атмосферы показали увеличение точности расчетов около трех раз: от 0,35 мг/м^3 (0,07 долей ПДК) по методике ОНД-86 до 0,15 мг/м^3 (0,03 доли ПДК) после корректировки нейросетью.

Также результаты, полученные расчетной нейросетевой моделью, выдерживают экспериментальный тренд уровня содержания примеси, тогда как расчетные значения, полученные с помощью УПРЗА «Эколог» демонстрируют значительные колебания величин, не характерные для экспериментальных наблюдений.

На рис. 3 и рис. 4 показаны расчетные поля концентраций оксида углерода в долях ПДК без корректировки, и скорректированные нейросетью.

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

Проведенный анализ показал, что формирование поля загрязнения примесью оксидом углерода приземного слоя атмосферы г. Нижнекамска является результирующим следствием локального (импактного) атмосферного переноса примесей. Общее поле загрязнения атмосферы примесью оксидом углерода и его отдельные, локальные очаги имеют 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».

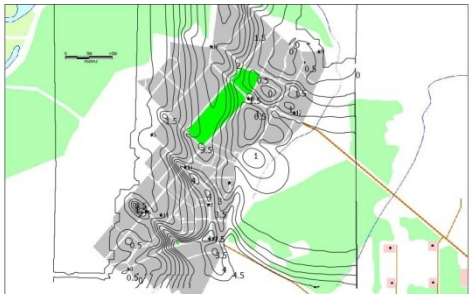

Рис. 4 - Поле концентраций оксида углерода, полученное с помощью корректировки нейросетевой моделью

На рисунке 4, отражающем поле скорректированных нейросетью концентраций оксида углерода, показаны эпицентры загрязненности в диапазоне значений до 4,5 ПДК, а на рис. 3, отражающем поле концентраций оксида углерода, полученное с помощью УПРЗА «Эколог» указанные очаги отсутствуют и максимальные значения концентраций не превышает 1,2 ПДК.

Таким образом, нами показано, что нейросетевая адаптация расчетных значений позволяет получать более адекватные результаты по сравнению 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. – М.: Новые технологии, 1, .21-28 (2011).
7. Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86.Л.:Гидрометеоиздат, 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 пластических масс КНИТУ, juliaprof@mail.ru; **С. В. Новикова** – канд. техн. наук, доц. каф. прикладной математики и информатики КНИТУ им. А.Н. Туполева-КАИ, sweta72@ 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. Института проблем экологии и недропользования АН РТ, artur.shagidullin@tatar.ru.