

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<sup>3</sup> (0,07 долей ПДК) по методике ОНД-86 до 0,15 мг/м<sup>3</sup> (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.