

Введение Еще с конца двадцатого века была поставлена задача разработки экологических нормативов качества и воздействия, альтернативных существующим ПДК и ПДВ, недостатки которых хорошо известны. Для такой динамичной среды как атмосферный воздух особенно значимо определение экологических нормативов на текущее время и на перспективу. Текущий уровень нормативов качества оценивается как достижимый на данном этапе развития производства. В настоящее время этой категории природоохранного нормирования соответствуют нормативы ориентировочно безопасных уровней воздействия, временно согласованных выбросов и другие временно устанавливаемые нормативы. Нами предлагается методика определения текущих нормативов качества для приоритетных атмосферных примесей, апробированная для атмосферных примесей г. Нижнекамска, в котором сосредоточены различные полимерные производства. Предлагаемая методика включает в себя следующие этапы: 1. Для конкретного региона рассчитывается массив значений параметра P при различных сочетаниях метеопараметров. Значения параметра P могут быть рассчитаны как непосредственно, согласно регламентированной методике [1] по измеренным значениям концентраций примесей на стационарных постах, так и, при отсутствии достаточного набора измерений концентраций примесей, на основе значений метеопараметров в различных точках исследуемой территории в различное время при помощи нейронной сети типа «многослойный персептрон». Методика расчета параметра P спроектированной нами нейронной сетью на основе метеоданных описана в работе [2]. 2. На втором этапе определяются границы зон благополучия в соответствии со значением параметра P : а. Зона среднего риска - первая квартиль ряда значений параметра P ($P_{ср}$); б. Зона повышенного риска - вторая квартиль ряда значений параметра P ($P_{пов}$); в. Зона высокого риска - третья квартиль ряда значений параметра P ($P_{выс}$). 3. Для метеоусловий, используемых при расчете параметра P , определяются концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Концентрации при наличии пространственно-временных, количественных и качественных ограничений экспериментальной сети наблюдений рассчитываются при помощи спроектированной нами прогнозирующей нейронной сети расчета концентрации примесей на основе метеопараметров [3]. 4. Составляются кортежи данных «Значение параметра P - Значения концентраций примесей в атмосферном воздухе». Заметим, что в данных кортежах необходимо присутствие ряда значений концентраций приоритетных примесей, так как параметр P является интегральным показателем. 5. На основе построенных кортежей создается регрессионная модель, способная по значению параметра P рассчитать значения концентраций ряда примесей в атмосферном воздухе вида: (1) где C_i - концентрация в атмосфере i -того загрязняющего вещества. Данный этап является наиболее сложным, так как предполагает построение модели типа «один-ко-многим»,

которую нельзя отнести ни к парной регрессионной модели («один-к-одному»), ни ко множественной («многие-к-одному»). Решением может стать нейросетевая модель, позволяющая строить зависимости для любых размерностей как входных, так и выходных данных. Подобный подход рассмотрен, например, в [4].

6. Для полученных на этапе 2 граничных значений зоны высокого вероятностного риска определяются соответствующие концентрации согласно формуле (1): (2) 7. Полученные концентрации принимаются в качестве региональных нормативов качества для атмосферных примесей. Описание экспериментов Для апробации разработанной методики была проведена серия экспериментов по определению нормативов качества для приоритетных примесей: сероводорода, окиси углерода, двуокиси углерода, аммиака, окиси азота, двуокиси азота в атмосферном воздухе города Нижнекамска. Для генерации наборов данных использовались расчетные методики определения параметра P на основе метеоданных [2] и расчета концентраций примесей в атмосферном воздухе на основе метеопараметров [3]. Подобный подход позволил получить достаточное для проведения исследований количество наборов данных в условиях недостаточных объемов экспериментальных измерений, и позволил сгенерировать кортежи отношений «Значение параметра P - Значения концентраций примесей» для одних и тех же метеопараметров.

Этап 1. Используются метеоданные стационарных постов наблюдений на территории города Нижнекамска в период с января по декабрь 2012-2013 годов. Для повышения точности вычислений, данные подразделялись на метеоданные летнего и зимнего сезонов. В соответствии с методикой расчета параметра P на основе метеоданных получен набор значений параметра для зимнего (621 значение) и летнего (813 значений) периода соответственно, со следующими характеристиками: Летний период: Объем данных - 813 значений Максимальное значение риска $P_{\max}=0,48$ Минимальное значение риска $P_{\min}=0,074$ Среднее значение риска $P_{\text{mid}}=0,32$ Зимний период: Объем данных - 621 значение Максимальное значение риска $P_{\max}=0,61$ Минимальное значение риска $P_{\min}=0,009$ Среднее значение риска $P_{\text{mid}}=0,26$.

Этап 2. Определены границы зон благополучия атмосферного воздуха исследуемой территории для летнего: $P=0,238$ (низкий риск); $P=0,278$ (средний риск); $P=0,371$ (высокий риск); и зимнего периодов: $P=0,241$ (низкий риск); $P=0,273$ (средний риск); $P=0,328$ (высокий риск);

Этап 3. Для тех же наборов метеоданных, что и на Этапе 1, рассчитаны значения концентраций приоритетных примесей. Выбор перечня примесей из установленного нами приоритетного списка загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, подлежащих систематическому контролю, обусловлен набором измеряемых на данных постах концентраций примесей, которые были использованы для проверки адекватности расчетов. При наличии данных о содержании других примесей, предлагаемый алгоритм легко адаптируется и к этой информации.

Этап 4. Полученные расчетные значения параметра P и

значений концентраций примесей сведены в кортежи. Этап 5. Построены нейросетевые регрессионные модели зависимости концентраций примесей в атмосферном воздухе от значения параметра P по построенным на этапе 4 кортежам данных. Характеристика моделей: Количество входов -1 (параметр P) Количество выходов - 3 (значения концентраций сероводорода, двуокиси и окиси углерода) Количество скрытых слоев - 1 Количество нейронов в скрытом слое - 5 Функция активации нейронов скрытого слоя - гиперболический тангенс Функция активации нейронов выходного слоя - линейная Топология одной модели(в качестве примера) показана на рис. 1. Рис. 1 - Топология модели расчета концентраций примесей по параметру P Этап 6. На данном этапе при помощи построенных нейросетевых моделей зависимости концентраций примесей от параметра P произведены расчеты текущих нормативов качества для атмосферных примесей города Нижнекамска для границ зон, определяемых по параметру P . Таким образом, на основании разработанной нами методики, нами определены региональные текущие нормативы качества для приоритетных атмосферных примесей в атмосферном воздухе города Нижнекамска:

Сероводород - не более 0,0053 мг/м³ (ПДК составляет 0,008 мг/м³ и в 1,51 раза превышает рекомендуемый нами норматив качества) Окись углерода - не более 1,829 мг/м³(ПДК составляет 3 мг/м³ и в 1,64 раза отличается от рекомендованного нами норматива) Окись азота- не более 0,039 мг/м³(ПДК составляет 0,06 мг/м³, и в 1,54 раза отличается от рекомендованного нами норматива) Двуокись азота- не более 0,021 мг/м³(ПДК составляет 0,04 мг/м³ и в 1,9 раза отличается от рекомендованного нами норматива) Аммиак- не более 0,016 мг/м³(ПДК составляет 0,04 мг/м³ и в 2,5 раза отличается от рекомендованного нами норматива).