

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

РАЗРАБОТКА НОРМАТИВОВ КАЧЕСТВА ДЛЯ АТМОСФЕРНЫХ ПРИМЕСЕЙ В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ПРОИЗВОДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Ключевые слова: полимерные производства, нормативы качества, атмосферный воздух, расчетные методы, экологический риск.

Предлагается методика определения текущих региональных нормативов качества для атмосферных примесей на основании соответствия уровням приемлемого вероятностного риска. Региональный норматив качества, альтернативный ПДК, рассчитывается как предельная концентрация примеси, при которой вероятностный риск не превосходит значения зоны приемлемого риска для состояния атмосферного воздуха в зоне концентрации полимерных производств.

Key words: polymer production, quality standards, air, computational methods, environmental risk.

The article proposed method of determining the current regional quality standards for atmospheric contaminants on the basis of compliance acceptable levels of probabilistic risk. Regional quality standard is an alternative to the MPC. This is calculated as the maximum impurity concentration at which probabilistic risk does not exceed the value of the zone of acceptable risk for the condition of air in the area of concentration of polymer production.

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 перцептрон». 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 $P(P_{cp})$;

- б. Зона повышенного риска – вторая квартиль ряда значений параметра $P(P_{пов})$;
- с. 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:

$$C_1, C_2, \dots, C_n = f(P) \quad (1)$$

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):

$$C_1^*, C_2^*, \dots, C_n^* = f(P^* | P = P_{\text{выс}}) \quad (2)$$

7. Полученные концентрации $C_1^*, C_2^*, \dots, C_n^*$ 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. Использованы 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 $P_{\text{max}}=0,48$
- Минимальное значение риска $P_{\text{min}}=0,074$
- Среднее значение риска $P_{\text{mid}}=0,32$

Зимний период:

- Объем данных - 621 значение
- Максимальное значение риска $P_{\text{max}}=0,61$
- Минимальное значение риска $P_{\text{min}}=0,009$
- 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 concentra-

ций 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:

1. Количество входов -1 (параметр P)
2. Количество выходов – 3 (значения концентраций сероводорода, двуокиси и окиси углерода)
3. Количество скрытых слоев – 1
4. Количество нейронов в скрытом слое – 5
5. Функция активации нейронов скрытого слоя – гиперболический тангенс
6. Функция активации нейронов выходного слоя – линейная
7. Топология одной модели (в качестве примера) показана на рис. 1.

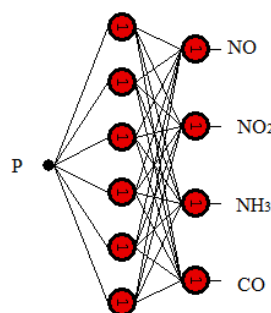


Рис. 1 - Топология модели расчета концентраций примесей по параметру P

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 $0,0053 \text{ мг/м}^3$ (ПДК составляет $0,008 \text{ мг/м}^3$ и в 1,51 раза превышает рекомендуемый нами норматив качества)
- Окись углерода – не более $1,829 \text{ мг/м}^3$ (ПДК составляет 3 мг/м^3 и в 1,64 раза отличается от рекомендованного нами норматива)
- Окись азота – не более $0,039 \text{ мг/м}^3$ (ПДК составляет $0,06 \text{ мг/м}^3$, и в 1,54 раза отличается от рекомендованного нами норматива)

- Двуокись азота – не более $0,021 \text{ мг/м}^3$ (ПДК составляет $0,04 \text{ мг/м}^3$ и в 1,9 раза отличается от рекомендованного нами норматива)
- Аммиак – не более $0,016 \text{ мг/м}^3$ (ПДК составляет $0,04 \text{ мг/м}^3$ и в 2,5 раза отличается от рекомендованного нами норматива).

Литература

1. РД 52.04.52-85 Методические указания. Регулирова-

© **Ю. А. Тунакова** – д-р хим. наук, проф. каф. технологии полимерных материалов КНИТУ, juliaprof@mail.ru; **Р. А. Шагидуллина** – канд. хим. наук, нач. отдела нормирования воздействия на окружающую среду Мин-ва экологии и природных ресурсов РТ, juliaprof@mail.ru; **С. В. Новикова** – канд. техн. наук, доц. каф. прикладной математики и информатики КНИТУ им. А.Н. Туполева-КАИ, sweta72@bk.ru; **В. С. Валиев** – науч. сотр. лаб. биогеохимии Института проблем экологии и недропользования АН РТ.

- ние выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях. 1985.
2. Новикова С.В., Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Шмакова Ю.А. Вестник Казанского технологического университета, 16. 111-114 (2012).
 3. Новикова С.В., Тунакова Ю.А. Безопасность жизнедеятельности, 1, 21-28(2011).
 4. Тунакова Ю.А., Новикова С.В., Шагидуллина Р.А., Шмакова Ю.А. Вестник Казанского технологического университета, 12, 71-74 (2012).