

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

## РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ НОРМАТИВОВ КАЧЕСТВА ДЛЯ АТМОСФЕРНЫХ ПРИМЕСЕЙ В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ПРОИЗВОДСТВ ДЛЯ БУДУЩЕГО УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

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

*Предлагается методика определения перспективных 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 future 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

Экологический норматив должен быть детерминирован конкретным регионом и временным отрезком. Однако для практического использования необходимо разрабатывать нормативы как на текущее время, так и на перспективу. Текущий уровень нормативов качества оценивается как достижимый на данном этапе развития производства. Перспективный уровень оценивается как совокупность экологических нормативов, которые должны быть достигнуты к определенному сроку на основе экологического стимулирования природопользования в предшествующий период действия текущих нормативов. Это означает, что перспективные нормативы через заранее установленный промежуток времени закономерно переходят в категорию текущих. Этим обеспечивается поэтапное приближение значения антропогенной нагрузки к заданному нормативному уровню [1-3].

Если вспомнить опыт внедрения в природоохранную практику санитарно-гигиенических нормативов, то многие из них, установленные в 30-е годы 20 века, были сначала технически недостижимы. Однако в дальнейшем технологии на производстве модифицировались с целью соблюдения установленных нормативов. Поэтому разработка экологических нормативов может являться стимулом и ориентиром для повышения экологичности технологий [4].

Для получения перспективных нормативов качества, которые, вследствие высокой изменчивости факторов, формирующих уровень загрязнения атмосферного воздуха, необходимо будет вводить в будущем, нами предлагается подход, использующий методологию анализа и оценки рисков.

Для нахождения фонового уровня фактора, который будет служить характеристикой верхнего предела допустимого риска, нами применялся метод вычисления первого квартиля в ранжированном ря-

ду однотипной выборки абсолютных значений этого фактора [5]. Значение фактора, принятое как фоновое, служило основанием для расчета относительного риска. В результате деления значений фактора полученных для конкретной зоны на фоновое значение мы получали безразмерную величину:

$$R_o = A_1/A_2,$$

где  $R_o$  - относительный риск,  $A_2$  - фоновое значение, соответствующее первому квартилю,  $A_1$  - значение фактора в анализируемой зоне.

Использование в качестве фонового показателя первого квартиля ранжированного ряда является более надежной оценкой приемлемого риска по сравнению с минимальными средними значениями. Во-первых, это объясняется тем, что на квартили нормального распределения не оказывают заметно влияние так называемые «выскакивающие» величины, а во-вторых, такой подход позволяет использовать любые значения действующего фактора вне зависимости от характера их статистического распределения.

Показатели относительных рисков с помощью нелинейной функции приводились к соответствующим значениям вероятности, аналогичной функции нормального распределения и выраженной в долях единицы:

$$R = 1 - \exp(- (R_o/2)),$$

где  $R_o$  - относительный риск на конкретной территории;  $R$  - статистическая вероятность превышения показателя над фоновым значением на конкретной территории (вероятностный экологический риск). Оценка риска осуществлялась градацией значений вероятностного экологического риска. При этом оценки степени риска не чувствительны к размерности отдельных факторов. Это обстоятельство позволяет суммировать или усреднять риски, как линейные величины.

Степень неопределенности, неизбежно возрастающая во времени с момента введения любого статичного норматива, пропорционально компенсируется анализом и оценкой рисков. В статистическом смысле, высокие уровни вероятностных рисков являются не только показателем вероятности превышения значений фактора над фоном, но и характеристикой высокой неопределенности во времени.

Аналогично расчету фонового уровня фактора, для нахождения шкалы градаций вероятностного экологического риска также применяется метод расчета квартилей (квантилей нормального распределения). Так, в качестве верхней границы приемлемого риска может быть выбрано значение первого квартиля ранжированного ряда. Показателем верхней границы умеренного риска служит значение второго квартиля (медиана), повышенного – третий квартиль. Таким образом, все расчетные значения вероятностных рисков, превышающие верхнюю границу повышенного риска (третий квартиль), относятся к соответствующим абсолютным уровням значений факторов с высоким экологическим риском.

Экологический вероятностный риск нами предлагается корректировать с учетом параметра  $P$ , который рассчитывается по формуле [6]:

$$P = m/n,$$

где  $n$  — общее количество наблюдений за концентрацией примесей в городе в течение одного дня на всех стационарных постах;  $m$  — количество наблюдений в течение этого же дня с концентрациями  $q$ , которые превышают среднесезонное значение  $q_{cp}$  более чем в 1,5 раза ( $q > 1,5q_{cp}$ ). Но как обосновывалось нами ранее, параметр  $P$  может быть рассчитан по значимым метеопараметрам [7].

Параметр  $P$  является типичной вероятностной характеристикой, определяющей вероятность высокого уровня загрязнения воздуха в городе в зависимости от значений метеопараметров. Именно такие интегральные показатели, основанные на вероятностных оценках степени отклонения реализуемой изменчивости показателей от оптимальной изменчивости, считаются наиболее адекватными, при оценке динамических процессов, происходящих в атмосфере. По своей сути, такие показатели являются линейно структурированной мерой риска и использование рискованных подходов к определению нормативов качества атмосферных примесей, следует признать наиболее обоснованным. Объединяя в себе относительную и вероятностную составляющие, параметр  $P$  позволяет провести достаточно четкую пространственную и временную структуризацию качества такой динамичной среды, как атмосферный воздух, а подход, используемый при его расчете является частным случаем общего алгоритма расчета экологического вероятностного риска. Основным преимуществом использования данного интегрального показателя является тот факт, что значения параметра  $P$  являются основой оперативного регулирования качества атмосферного воздуха.

Для отработки методологии расчета перспективных нормативов качества нами использова-

лись различные подходы к расчету вероятностного риска с учетом параметра  $P$ : рассчитывались суммарный, усредненный и, для относительного сравнения, абсолютный риски. Однако итоговый алгоритм был построен с учетом именно суммарного риска, как наиболее полно отвечающим целям и задачам исследования, с одной стороны, и максимально охватывающим неопределенность, с другой. Физический смысл суммарного риска – это взвешивание слагаемых относительно друг друга с последующим приведением к 1. Общую схему расчетов можно представить в виде следующих этапов:

1. Создание ранжированных рядов расчетных концентраций атмосферных примесей, скорректированных спроектированной нами нейросетью, обученной по данным экспериментальных наблюдений на стационарных постах и соответствующих им значений параметра  $P$ .

2. Нахождение «фоновых» значений концентраций, как нижнего квартиля их ранжированного ряда и расчет вероятностного риска превышения над «фоном»  $R_0$  для каждого значения ряда.

3. Приведение вероятностного риска, полученного в предыдущем пункте к долям 1, по экспоненциальной функции, близкой к функции нормального распределения:  $R = 1 - \exp(-R_0/2)$ , получение абсолютного вероятностного риска.

4. Коррекция полученных абсолютных рисков превышения каждого значения ряда концентраций примесей над фоновым значением, соответствующим ему параметром  $P$ , с помощью суммирования этих значений и нормализации приведением его к максимальному значению вариационного ряда, получение таким образом взвешенного, суммарного риска.

5. Ранжирование уже скорректированных параметром  $P$  суммарных рисков и выделение квартилей ранжированного ряда величин рисков.

6. Нахождение с помощью описанной ранее нейросетевой модели соответствующих полученным границам риска концентраций примесей.

При апробации разработанной нами методики расчета для ряда приоритетных примесей нами были получены следующие результаты:

	Низкий	Средний	Высокий
Сероводород			
Абсолютный	0,397	0,449	0,507
Суммарный	0,512	0,590	0,657
Оксид углерода			
Абсолютный	0,346	0,996	1,000
Суммарный	0,460	0,817	0,874
Оксид азота			
Абсолютный	0,394	0,506	0,667
Суммарный	0,464	0,555	0,679
Двуокись азота			
Абсолютный	0,393	0,667	0,894
Суммарный	0,459	0,678	0,839
Аммиак			
Абсолютный	0,393	0,999	1,000
Суммарный	0,447	0,790	0,885

Полученные градации риска значительно увеличивают возможности расчета нормативов, с учетом высокой дифференциации содержаний атмо-

сферных примесей, особенно в зоне действия полимерных производств.

### Литература

1. Пузаченко Ю. Г. Экологическое нормирование: проблемы и методы. Москва, Наука, 1992. С. 122-125.
2. Фрумин Г.Т. Экологическая химия и экологическая токсикология. СПб.,Изд. РГГМУ, 2000. 198 с.
3. Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений. Екатеринбург. Наука, 1994. 280 с.
4. Кривошук Д. А., Федоров Е. А. Принципы экологического нормирования // Влияние промышленных предприятий на окружающую среду: Тез.докл. Пушино, 1984. С. 104—106.
5. Урбах В.Ю. Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях. Москва. Медицина, 1975.
6. РД 52.04.52-85 Методические указания. Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях. 1985.
7. Тунакова Ю.А., Шагидуллина Р.А., Валиев В.С. Вестник Казанского технологического университета, 23. 147-151 (2013).

---

© **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.