

МІНІСТЕРСТВО ЕКОЛОГІЇ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

**ДУ «ІНСТИТУТ ГЕОХІМІЇ НАВКОЛИШНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА НАН УКРАЇНИ»**

ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**НАУКОВО-ДОСЛІДНА УСТАНОВА
«УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ
ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ»**

XIII МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА: ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ СТАТЕЙ

**11—15 вересня 2017 р.
м. Харків, Україна**

**Харків
2017**

УДК 502.58:504.064.4

Друкується за постановою вченої ради УКРНДІЕП

Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: зб. наук. статей
XIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків,
11—15 вересня 2017 р.) / УКРНДІЕП. – Х.: Райдер, 2017. — 448 с.

У збірнику наукових статей висвітлено проблеми, що пов'язані з регіональною екологією, охороною атмосферного повітря та водних об'єктів, переробкою промислових та побутових відходів, моніторингом навколишнього природного середовища, радіоекологічною безпекою та екологічно чистими енергозберігаючими технологіями.

Збірник розраховано на вчених та спеціалістів академічних та галузевих науково-дослідних і проектних інститутів, керівників підприємств різних форм власності, організацій МОЗ України, представників департаментів екоресурсів обласних та міських державних адміністрацій та екологічних інспекцій, управлінь з питань надзвичайних ситуацій, органів державної виконавчої влади та місцевого самоврядування і громадських організацій.

Статті надруковано за авторською редакцією.

XIII Міжнародна
Науково-практична конференція

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА: ПРОБЛЕМИ
І ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ СТАТЕЙ КОНФЕРЕНЦІЇ

Відповідальний за випуск: Н. С. Цапко
Дизайн обкладинки: С. А. Цеков
Комп'ютерна верстка: В. М. Амелін

© Укладач Науково-дослідна установа
«Український науково-дослідний
інститут екологічних проблем»
(УКРНДІЕП), 2017

Підписано до друку 05.09.2017 р. Формат 60×84 ¹/₁₆. Наклад 60 прим.
Папір офсет. Гарнітура Myriad. Друк офсет.

ВД «Райдер», 61002, Україна, м. Харків, пр. Гагаріна, 20, оф. 1421
Тел./факс: (057) 703-40-87, 703-40-97
E-mail: info@rider.com.ua <http://rider.com.ua>

Гоков А. М., канд. физ.-мат. наук, доц., **Жидко Е. А.**

Харьковский национальный экономический университет имени С. Кузнецца, г. Харьков, Украина

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РИСКОВ УГРОЗЫ ЗДОРОВЬЮ ЛЮДЕЙ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ТЕХНОГЕННЫМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ АТМОСФЕРЫ

1. Общие сведения

В последнее время в системе «окружающая среда — здоровье человека» развивается технология оценки угрозы здоровью, основанная на концепции рисков. Известно, что при техногенном воздействии для осуществления полной оценки опасности угрозы здоровью людей надо «объединить» количественные данные, полученные на основе вероятностной (безпороговой) модели канцерогенного риска, и рассчитанные на нормативной базе пороговой модели, использующей предельные значения компонентов. Избежать затруднений, выполнить комплексную оценку угрозы, как показал анализ решения подобных задач, позволяет использование аппарата нечетких множеств (НМ). Цель работы состоит в том, чтобы предложить подход, вычислительные алгоритмы, компьютерную модель комплексной количественной оценки степени угрозы здоровью людей от выбросов с учетом влияния неблагоприятных метеословий.

2. Анализ возможности использования аппарата нечетких множеств

Расчет угрозы здоровью, как процесс, используемый для количественной оценки ожидаемых неблагоприятных последствий, требует наличия информации о многих существенных факторах. Знания об этой информации редко бывают полными и абсолютно достоверными. Окружающая среда включает в себя стохастические объекты и динамические системы, подверженные хаосу, а также данные, которые не являются в классическом смысле этих понятий точными и четкими. Процессы, происходящие в этой среде, плохо поддаются формализации и их можно представить только моделями, которые лишь частично приближают отображение к оригиналу. При проведении расчетов каждый учитываемый фактор вносит в оценку свои неопределенности. Из-за наличия нечеткости используемой информации, неопределенностей, традиционные количественные методы «обобщения информации об угрозе» являются недостаточно адекватными. Поэтому целесообразно воспользоваться методами расчетов, которые ориентированы выполнение операций и на построение моделей, учитывающих неполноту и неточность исходных данных. Использование нечеткого моделирования (НМ) [1] оказалось полезным, когда изучаемые процессы являются сложными для анализа с помощью общепринятых количественных методов или когда источники информации интерпретируются неточно, неопределенно. Для

получения численных оценок и, на их основе, выводов, можно использовать нечеткие понятия и проводить над ними операции с использованием нечетких логических правил. Использование методов обработки нечетких знаний позволяет разрабатывать нечеткие алгоритмы, способные, преодолевая неполноту и неопределенность знаний об окружающей среде, работать в условиях неконтролируемых возмущений. По сравнению с традиционными методами такой подход дает большую точность. Особенностью применения аппарата НМ для комплексной оценки риска является то, что оператор «fuzz» (позволяет осуществить преобразование входной переменной x в нечеткое множество X) не является единственным, поскольку он определяется типом задания функции принадлежности. Целесообразно работать с функциями принадлежности специального вида, которые обеспечивают снижение объема вычислений. В задачах комплексной оценки риска удобно использовать трапециевидный нечеткий интервал, функция принадлежности которого может быть задана трапециевидной функцией. При формировании базы правил обязательным является проверка ее на полноту, непрерывность и непротиворечивость. Для преобразования входных нечетких переменных в выходные необходимо реализовать нечеткий вывод заключений на основе посылок или условий.

3. Компьютерная реализация расчетов

Изложенный подход к комплексной оценке угрозы здоровью был реализован в виде компьютерных программ. Для анализа использована информация, характеризующая антропогенное загрязнение атмосферы Харьковской области. В основу используемых данных положены сведения о концентрациях загрязняющих веществ, содержащихся в составе дымовых газов ТЭЦ, характерных для ТЭЦ-5. Для расчета канцерогенного риска и токсикологической опасности использованы методики получения данных о степени угрозы здоровью, рекомендованные Агентством по защите окружающей среды США, а также данные о ПДК загрязняющих веществ и о факторах риска (для канцерогенов), которые содержатся в электронной базе данных IRIS Американского Агентства по охране окружающей среды EPA US, а также в Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». Использовались стандартные значения показателей, применяемые при определении экспозиции и референтные ингаляционные концентрации. Угрозы здоровью при вдыхании токсиканта и канцерогена рассчитывались для 1 года для нормального и аварийного режимов эксплуатации.

В табл. 1 приведены результаты расчета степени угрозы от воздействия ингаляционным маршрутом токсикантов и канцерогенов, полученные для стандартных метеословий на основе средней по территории и по времени (год) концентраций по загрязнителям. Для расчета показателей, харак-

Таблица 1.

Вещество	Токсикологический / канцерогенный химический прессинг поллютантов	
	Норм. режим	Авар. режим
Диоксид серы	0,05 / —	5 / —
Диоксид азота	0,5 / —	5 / —
Оксид углерода	0,15 / —	1,5 / —
Пятиокись ванадия	— / 7,0450e-008	— / 3,5225e-007
Бенз(а)пирен	— / 2,8571e-008	— / 1,4286e-007
Формальдегид	— / 2,4658e-006	— / 1,2329e-005
Суммарный токсикологический прессинг	0,7 / —	11,5 / —
Суммарный канцерогенный прессинг	— / 2,5648e-006	— / 1,2824e-005

теризующих «потенциал» неблагоприятных метеоусловий, использовалось группирование векторов данных метеофакторов в классы. Для анализа метеофакторов использованы три класса. Каждому классу присваивалась число, характеризующее степень опасности конкретной области класса. Учитывалось, что в реальных ситуациях при характеристике неблагоприятной метеообстановки придется иметь дело с линейно-неразделимыми входными данными. В качестве второй переменной для формирования области группирования использовалась общая оценка в баллах, характеризующая единым образом такие факторы, как возможность инверсии в приземном слое, наличие малоградиентного барометрического поля и период года. Для программного определения к какому классу относится метеорологическая обстановка, использовалась классификация линейно-неразделимых множеств, выполняемая с помощью нейронной сети (НС) [2]. Использовалась трехслойная НС и RBF-сеть. НС для классификации обучалась за 5000 эпох с помощью специальных множеств. Эксперименты с различными данными для разных неблагоприятных ситуаций показали, что сеть после обучения «уверенно» осуществляет разделение новых данных на классы. Как показал анализ, возможные диапазоны изменения входных переменных, используемых при расчетах рисков, имеют значения: канцерогенный прессинг 10^{-3} — 10^{-7} , токсикологический прессинг 0—20, неблагоприятность метеоусловий 0—5. Поскольку области определения трех лингвистических переменных различны и изменяются в разных диапазонах, то целесообразно для повышения точности расчетов использовать единый универсум [0;10] путем перемасштабирования переменных. Диапазон изменения выходной переменной выбран так, чтобы он соответствовал десятибалльной шкале. Для выполнения дефазификации выходных переменных в системе нечеткого

вывода типа Мамдани используется метод центра тяжести для дискретного множества значений функции принадлежности. Правила нечеткого вывода, которые были использованы, демонстрируются в окне просмотра результатов вывода. Для установления адекватности разработанной нечеткой модели были проанализированы типичные ситуации, имеющие место при расчете комплексной оценки угрозы здоровью людей из-за антропогенного загрязнения воздушной среды. Полученные в результате дефазификации значения выходной переменной показали, что при приемлемых значениях канцерогенного риска, малых индексах опасности и различных метеорологических условиях комплексная оценка степени составляет 3—4 балла. При недопустимых значениях канцерогенного риска, индексах опасности и крайне неблагоприятных метеорологических условиях комплексная оценка степени составляет 6—7 баллов. При этом система комплексной оценки риска учитывает, что неблагоприятные метеорологические условия могут оказать влияние на степень риска, что вполне согласуется с экспериментальными данными о том, что при неблагоприятных метеоусловиях происходит возрастание степени загрязнения поллютантами в 2—3 раза. Результаты расчетов показали, что система оценки комплексного риска «ComplexRisk» адекватно оценивает риски и наглядно с помощью графиков подтверждает утверждения, что токсикологический прессинг имеет пороговый характер, а канцерогенный риск — безпороговый, который, первом приближении имеет линейную зависимость

ЛИТЕРАТУРА:

1. Zadeh L. A. Fuzzy Sets / L. A. Zadeh // Information and Control. — 1965. — V. 8. — №3, P. 338 — 353.
2. Вдовенков В. Ю. Основы электротехники и электроники. Интеллектуальные компоненты на основе искусственных нейронных сетей. Учебное пособие. Ч. 5 / В. Ю. Вдовенков, А. М. Гоклов, Е. А. Жидко. — Харьков: Изд. ХНЭУ. — 2008. — 268 с.