

**ГАЛИЦЬКА АКАДЕМІЯ**



# **НАУКОВІ ВІСТІ**

спеціальний випуск-2010

Івано-Франківськ

# НАУКОВІ ВІСТІ

Приватний вищий навчальний  
заклад "Галицька академія"

## СПЕЦІАЛЬНИЙ ВИПУСК-2010

### Головний редактор:

В.І. Савич,  
д.е.н., професор

### Заступник головного редактора:

Л.М. Заміховський,  
д.т.н., професор

### РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Адаменко О.М., д.т.н., проф.  
Адасовський Б.І., д.т.н., проф.

Гах Й.М., к.ф.н., доц.

Горбійчук М.І., д.т.н., проф.

Данилюк М.О., д.е.н., проф.

Калявін В.П., д.т.н., проф.

Карпенко З.С., д.п.н., проф.

Лагутін В.Д., д.е.н., проф.

Ларіонова В.К., д.ф.н., проф.

Лютий І.О., д.е.н., доц.

Мартинюк С.Г., д.е.н., проф.

Марчук В.В., д.іст.н., проф.

Мельничук С.І., к.т.н., доц.

Мочерний С.В., д.е.н., проф.

Николайчук М.Я., к.т.н., доц.

Петришин Л.Б., д.т.н., проф.

Рижий І.Б., к.е.н., доц.

Сав'юк Л.О., к.т.н., доц.

Станьковська І.М., к.е.н., доц.

Семчук Я.М., д.т.н., проф.

Теленик С.Ф., д.т.н., проф.

Усов В.В., д.ф-м.н., проф.

Цигилик І.І., к.е.н., доц.

### РЕДАКТОРСЬКИЙ ВІДДІЛ

Відповідальний за випуск

*Л.М. Заміховський*

Редактор, комп'ютерна верстка

*О.С. Дюжина*

Коректор

*І.С. Шалкітене*

## ЗМІСТ

**Архипова Л.М.**

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ГІДРО ЕКОСИСТЕМ.....3

**Зінько Ю.В., Горішевський П.А, Мальська М.П., Мандюк Н.Л.**

ПЕРСПЕКТИВНА ТЕРИТОРІАЛЬНА СХЕМА ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ ЛЬВІВЩИНИ ДЛЯ РОЗВИТКУ ТУРИСТИЧНОЇ ГАЛУЗІ.....8

**Колодрубська Н.В., Колодрубський В.П.**

ЕКОНОМІЧНА ПОВЕДІНКА ГОСПОДАСЬКИХ СУБ'ЄКТІВ В УМОВАХ СТАНОВЛЕННЯ РИНКОВОЇ ЕКОНОМІКИ (ІНСТИТУЦІОНАЛЬНИЙ ПІДХІД).....13

**Кудін Д. П.**

РЕКРЕАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ.....16

**Нехайчук Д.В.**

АВТОНОМНА РЕСПУБЛІКА КРИМ ЯК ОБ'ЄКТ СТРАТЕГІЧНОГО ПЛАНУВАННЯ.....21

**Слободян В.О.**

ДИНАМІКА ВМІСТУ ЦИНКУ В ОРГАНАХ І ТКАНИНАХ ТВАРИН ПРИ ЗЛОЯКІСНИХ НОВОУТВОРЕННЯХ.....24

**Гоков А. М., Жидко Е. А, Катасонова Е. И.**

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РИСКОВ УГРОЗЫ ЗДОРОВЬЮ ЛЮДЕЙ ИЗ-ЗА АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ.....26

**Грицюк М.Г.**

МОНІТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....37

**Данильців Я.Р.**

РОЗВИТОК ІНВЕСТИЦІЙНО-ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В ІВАНО-ФРАНКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....39

**Квятковський Г.Й.**

ГЕОФІЗИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЛЯНОК ПОВІТРЯНИХ ПЕРЕХОДІВ ТРУБОПРОВІДІВ ІЗ МЕТОЮ ВИЗНАЧЕННЯ ГЛИБИНИ ЗАКЛАДЕННЯ ОПОР.....44

**Кінаш І. П.**

ОСОБЛИВОСТІ ПРОСУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО-ОРІЄНТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ.....48

**Кірпічнікова Г.О.**

ЕКОЛОГІЧНИЙ МАРКЕТИНГ – ОДИН З СУЧАСНИХ МАРКЕТИНГОВИХ НАПРЯМКІВ.....51

**Кірпічнікова Г.О.**

ЕКОЛОГІЯ ЯКУ МИ СПОЖИВАЄМО.....54

**Мельник О.С.**

СЕРВІС ЯК ЕЛЕМЕНТ УПРАВЛІННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЮ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ.....58

**Лабій Ю.М.**

ПРО ВАЖЛИВІСТЬ ОЗНАЙОМЛЕННЯ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ-ЕКОЛОГІВ З ПРАВОВОЮ ОХОРОНОЮ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ.....61

**Луцишин Л.М., Белей М.Я.**

МЕТОДИ СТРАТЕГІЧНОГО АНАЛІЗУ: ТЕОРЕТИЧНИЙ І ПРАКТИЧНИЙ АСПЕКТ.....65

мікроелементів В.І. Вернадським було вказано, що важкі метали, які знаходяться в організмі в концентраціях «слідів», впливають на хімізм організму.

Висока біотична активність важких металів обумовлена їх взаємозв'язком з ферментами, гормонами і вітамінами, оскільки метали є або складовими частинами згаданих органічних речовин, або каталізують перетворення і синтез їх в організмі.

Таким чином, для подальшого висвітлення процесів виникнення злякисного росту як у тварин, так і людей, постає важливе завдання про розширення досліджень вмісту цинку та динаміки його в органах і тканинах здорових і вражених саркомою-1 важких металів, в т. ч. і цинку. Крім цього, вважаємо, що необхідно переглянути норми вмісту важких металів в об'єктах довкілля, які є чинниками злякисного процесу в живих організмах.

#### Література

1. Андрианов Л.А. Действия канцерогенов на клетку. М., "Медицина". 1971. с. 200-208.
2. Беджер Г. Химические основы канцерогенной активности. "Иностранная литература". 1962.
3. Бабенко Г.А. Применение микроэлементов в медицине. "Здоров'я". К., 1971. 219с.
4. Непорадний Д.Д. Содержание цинка в органах и тканях при злокачественных новообразованиях в условиях эксперимента и клиники. К., 1964. 20с.
5. Рубенчик Э.И. Экология и рак. "Наукова думка". К., 1985. 209с.
6. Слободян В.О. Динаміка металів — канцерогенність при рості пухлини кадмієвої. "Микроэлементы в медицине". Здоров'я". К., 1974. с. 21-24.

УДК 504.3.054: 331.4:628.5

### **КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РИСКОВ УГРОЗЫ ЗДОРОВЬЮ ЛЮДЕЙ ИЗ-ЗА АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ**

**Гоков А. М., Жидко Е. А, Катасонова Е. И.**

*Харьковский национальный экономический университет, 61001, Харьков, пр.  
Ленина 9а*

*e-mail: amg\_1955@mail.ru*

*Запропоновано підхід до комплексної оцінки ризиків загрози здоров'ю людей, що використовує теорію нечітких множин Zadeh L.A. На основі використання інформації про токсичність і канцерогенність забруднюючих речовин, що містяться у складі димових газів ТЕЦ, розроблена і реалізована комп'ютерна модель кількісної оцінки ступеня загрози здоров'ю людей від викидів, яка враховує також вплив несприятливих метеорологічних умов. Представлені чисельні значення оцінок для деяких типових ситуацій.*

*On the basis of theory of fuzzy sets, developed Zadeh L.A., the method to the complex estimation of risks threat the health of people there was offered. On the basis of the use of information about toxicness and cancerogenicity of contaminants, contained in composition smoke gases of TEC, there was developed and realized computer model of quantitative*

*estimation of degree of threat the health of people from extrass, which takes into account influence of unfavorable meteorological terms also. The numeral values of estimations are presented for some typical situations.*

Решение всего комплекса эколого-экономических вопросов, прозорливое регулирование хозяйственной деятельности требует иметь ясные представления о тех многочисленных скрытых опасностях, которые подстерегают нас в условиях неизбежно нарастающего загрязнения окружающей среды, радикальных перемен в производстве и технологиях.

Достаточно длительное время в основе общего подхода к оцениванию санитарно-гигиенического и экологического состояния окружающей среды находилась детерминистская концепция нормирования. То есть установление юридически оформленных стандартов качества среды, призванных обеспечить здоровье населения и способствовать ограничению вредных выбросов загрязнителей. В основе санитарно-гигиенического нормирования лежит понятие предельно-допустимой концентрации (ПДК), подразумевающее наложение граничных условий (нормативов) как на само воздействие, так и на те факторы среды, которые отражают воздействия и отклики экосистем. Санитарно-гигиеническое нормирование сегодня пытается охватить своим надзором все среды и разные пути поступления вредных веществ. Однако, и это нельзя не заметить, оно в недостаточной степени отражает комбинированное действие нескольких веществ при одном и том же пути поступления. Кроме того такое нормирование не учитывает эффектов комплексного (поступления вредных веществ в организм различными путями и с различными средами) и сочетанного воздействия всего многообразия физических, химических и биологических факторов окружающей среды.

В последние десятилетия из-за значительного усиления комплексной антропогенной нагрузки на человека, а также из-за появления новых научных данных о механизмах действия вредных веществ, все больше ощущается некоторая упрощенность системы нормируемых показателей регулирования взаимоотношений человека и природы. В литературе даже высказываются мнения, что система нормирования действия поллютантов, преследующая цель полного исключения неблагоприятных химических и биологических факторов и эффектов, неверна в своей основе. Обычно при этом приводят следующие аргументы: а) доказана беспороговость действия ионизирующей радиации и есть веские основания предполагать, что по такому же принципу действуют на все живое химические вещества и радиоволны; б) воздействие на человека и природу стало комплексным, комбинированным и сочетанным, что ограничивает применение системы ПДК, так как нет единого принципа сравнения действия этих факторов в рамках применяемой методологии; в) установлено, если судить по конечному биологическому эффекту, что при совместном действии различных факторов среды обитания, наряду с аддитивными эффектами, возможны синергизм и антагонизм. Список ограничений, присущих этой системе нормирования можно продолжить, но суть критики состоит в том, что наличие стохастических биологических эффектов, по своей природе беспороговых, не позволяет адекватно сделать оценку вреда лишь с помощью введения нормативов. Стало уже очевидным, что необходимы новые, более адекватные современным требованиям, технологии оценки вредного воздействия загрязнителей на среду обитания и человека.

В системе «окружающая среда – здоровье человека» одной из самых интенсивно развиваемых в последнее время, является технология оценки угрозы здоровью, основанная на концепции рисков. Базируясь на системе вероятностных оценок для характеристики действия вредных агентов на человека, на когорты людей, на популяцию в целом, теория риска, позволяет оценить угрозу здоровью, вызванную загрязнением среды обитания, рассчитать вероятность вреда, вызванного попаданием ядовитых веществ в организм человека. При использовании концепции риска, и это очень важно, удастся давать количественную оценку последствий загрязнения окружающей среды в виде дополнительной смертности от раковых заболеваний.

Наличие двух подходов поставило перед экологами дилемму - следовать ли и далее детерминистской концепции нормирования или совершенствовать

стохастическую теорию количественной оценки угроз здоровью человека от загрязнителей.

Следует иметь в виду, что существующая в настоящее время и широко используемая в сфере предупредительного санитарного надзора система регламентации содержания вредных веществ в окружающей среде, в той части, которая касается пороговых токсикантов, в принципе не противопоставляется общей методологии оценки риска, а соотносится с ней. Численная оценка риска, выраженная в единицах ПДК, в виде безопасной концентрации вещества в объекте, оценка системной токсичности от воздействия вредных токсинов, содержащихся в виде примесей в воздухе, питьевой воде, продуктах питания, эквивалентна референтной дозе. При обоих способах расчета риска угрозы здоровью негативное действие пороговых токсикантов характеризуется значением той пороговой концентрации поллютанта, начиная с которой появляются неблагоприятные последствия. Однако в концепции риска обычно еще пользуются величиной, называемой индексом опасности HQ (Hazard Quotient).

Принципиальное отличие системы рисков от комплекса ПДК состоит в том, что при оценке рисков учитывают безпороговое действие канцерогенов. Кроме того, считается, что вероятность развития онкозаболевания (то есть канцерогенный риск) прямо пропорционален количеству (дозе) канцерогена, введенного в организм. Рассчитываемые канцерогенные риски ориентированы на определенные параметры риска, которые количественно определяют максимально допустимый риск и пренебрежимо малый (безусловно приемлемый) риск.

Анализ ожидаемых сценариев для производственного или селитебного воздействий поллютантов, свидетельствует о том, что при техногенном воздействии на окружающую среду обычно имеет место комплексный характер воздействия загрязнителей. Даже для одного маршрута воздействия поллютантов, полный перечень всех химических веществ, способных воздействовать на людей, включает в себя целый комплекс канцерогенов различных групп степени раковой опасности и разных токсикантов. Поэтому, чтобы осуществить полную оценку опасности угрозы для здоровья человека требуется каким-то образом «объединить» количественные данные, полученные на основе вероятностной (беспороговой) модели канцерогенного риска, и рассчитанные на нормативной базе пороговой модели, использующей предельные значения содержания вредных веществ в объектах окружающей среды. При этом необходимо также еще учесть в ряде случаев существенное влияние на загрязнение атмосферы неблагоприятных метеорологических условий.

Просто «объединить» результаты расчета угрозы здоровью человека, как оказалось, нельзя. Это связано с тем, что выполнение расчетов оценки угрозы здоровью человека при воздействии канцерогенов и токсикантов осуществляется разными способами, а получаемые количественные оценки представлены в разных шкалах. Это не позволяет с помощью традиционных операций «сшить» в один итог полученные на предыдущих этапах расчета этапы результаты.

Избежать возникших затруднений, выполнить комплексную оценку угрозы здоровью людей, как показал анализ известных способов решения подобных задач, позволяет использование аппарата нечетких множеств. Цель работы как раз и состояла в том, чтобы предложить подход, вычислительные алгоритмы, компьютерную модель комплексной количественной оценки степени угрозы здоровью людей от выбросов, которая к тому же учитывала также влияние неблагоприятных метеорологических условий.

### **Анализ возможности использования аппарата нечетких множеств в целях комплексной оценки угрозы здоровью людей из-за антропогенного загрязнения воздушной среды**

Расчет угрозы здоровью, как процесс, используемый для количественной оценки ожидаемых неблагоприятных последствий для здоровья человека, обычно требует наличия информации о многих существенных факторах. Эта информация, по меньшей мере, должна содержать: а) источники загрязнения; б) динамику загрязнителей на разных этапах их жизненного цикла; в) пути поступления в организм (ингаляционный, пероральный, перкутанный); г) выявления когорт и популяций, подверженных воздействию; д) факторы, условия, сопутствующие

воздействию, их расположение и пр. Известно, что наши знания о приведенной выше информации, да и вообще об экологической обстановке редко бывают полными и абсолютно достоверными. Окружающая среда, с которой приходится иметь дело при расчете антропогенных воздействий, включает в себя стохастические объекты (а часто и динамические системы, подверженные хаосу), а также данные, которые не являются в классическом смысле этих понятий точными и четкими по своей сути. Процессы, происходящие в этой среде, плохо поддаются формализации и их можно представить только моделями, которые лишь в какой-то степени приближают отображение к оригиналу. При этом, как правило, мы встречаемся с ситуациями, когда процессы отображаются сложными зависимостями, идентификация которых представляет собой трудную задачу. При проведении расчетов каждый учитываемый в расчете фактор вносит в оценку угрозы здоровья свои неопределенности, в частности, связанные с оценкой общей ситуации, с недостатком знаний, требуемых для формирования соответствующей концептуальной и расчетной модели. Из-за наличия нечеткости используемой информации, неопределенностей, которые зачастую не могут быть интерпретированы даже в вероятностных терминах, традиционные количественные методы «обобщения информации об угрозе» являются недостаточно адекватными, создают опасность получения неверных выводов. Очевидно, что в подобных ситуациях целесообразно воспользоваться такими методами расчетов, которые специально ориентированы на выполнение операций и на построение моделей, учитывающих неполноту и неточность исходных данных.

Zadeh L.A. [1] предложил направление научно-прикладных исследований, которое получило название – нечеткое моделирование, и заложил основы моделирования интеллектуальной деятельности человека. Использование нечеткого моделирования оказалось особенно полезным, когда изучаемые процессы являются слишком сложными для анализа с помощью общепринятых количественных методов или когда доступные источники информации интерпретируются в номинативной или порядковой шкале, неточно, неопределенно. При этом нечеткий подход к явлениям реальности, в основном, обеспечивает эффективные средства отображения неопределенностей и неточностей реального мира, а наличие у нечеткого подхода математических средств отображения, даже при нечеткости исходной информации, позволяет построить модель, адекватную реальности. Подход Zadeh L.A. к описанию действительности оказался конструктивным для решения многих практических задач. Нечеткое моделирование проявило свою жизнеспособность и при реализации этой концепции в программных продуктах. Появление и успешное развитие программных и аппаратных средств, которые ориентированы на решение задач нечеткого моделирования, объективно свидетельствуют в пользу того, что теория нечетких множеств и нечеткая логика могут быть эффективно использованы для решения широкого круга практических задач.

Подход Zadeh L.A. открывает перспективы для преодоления возникшей проблемы получения комплексной оценки угрозы здоровью людей из-за антропогенного загрязнения воздушной среды. 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 нечеткий подход за счет более адекватного описания реальной ситуации дает большую точность. Наконец, при оперировании нечеткими данными, в значительно большей степени можно использовать естественный язык, которым пользуется человек.

Zadeh L.A. расширил классические канторовское понятие множества, допустив, что характеристическая функция (функция принадлежности элемента множеству) может принимать любые значения в интервале  $[0;1]$ , а не только значения 0 или 1. Такие множества названы нечеткими (fuzzy). Был определен ряд операций над нечеткими множествами и предложено обобщение известных методов логического вывода. Введя понятие лингвистической переменной и допустив, что в качестве ее значений (термов) выступают нечеткие множества, был создан аппарат для описания

процессов интеллектуальной деятельности, включая нечеткость и неопределенность выражений.

Формально нечеткое множество рисков угрозы здоровью человека  $\mathfrak{R}$  можно определить как множество упорядоченных пар или кортежей вида:  $\langle x, \mu_{\mathfrak{R}}(x) \rangle$ , где  $x$  является элементом некоторого универсального множества  $X$  (универсума), а  $\mu_{\mathfrak{R}}(x)$  - функция принадлежности, которая ставит в соответствие каждому из элементов  $x \in X$  некоторое действительное число из интервала  $[0;1]$ . Отметим, что в отличие от классических множеств, когда множества имеют четкую границу между собой и переход между множествами осуществляется скачкообразно, граница между двумя нечеткими множествами может быть размытой или нечеткой, а переход элементов одного множества в другое происходит плавно без скачков. С практической точки зрения с каждым нечетким множеством удобно ассоциировать некоторое свойство, признак или атрибут, которые определяются характером неопределенности, имеющей место при построении конкретной нечеткой модели. При этом, чем в большей степени элемент  $x \in X$  обладает рассматриваемым свойством, тем более ближе такое свойство к истине. В общем случае задание нечеткого множества с использованием специального свойства эквивалентно заданию такой функции принадлежности, которая содержательно представляет степень истинности. Заметим, что при оценке риска можно использовать прямой метод построения функции принадлежности, поскольку изучаемое свойство может быть измерено в количественной шкале. При этом используемые единицы измерений можно ограничить только теми значениями величин, которые имеют содержательный смысл в контексте решаемой задачи. Факту принадлежности к истине можно придать лингвистическую форму.

При описании объектов и явлений с помощью нечетких множеств используется понятие лингвистической переменной, значение которой определяется набором вербальных (словесных) характеристик. Лингвистической переменной называется упорядоченный набор или кортеж вида  $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$ , где:  $\beta$  – наименование или название лингвистической переменной;  $T$  – базовое терм-множество лингвистической переменной или множество значений (термов), каждое из которых представляет собой наименование отдельной переменной  $\alpha$ ;  $X$  – область определения (универсум) нечетких переменных, которые входят в определение лингвистической переменной  $\beta$ ;  $G$  – некоторая синтаксическая процедура, которая описывает процесс образования или генерирования из множества  $T$  новых, осмысленных в рассматриваемом контексте значений для данной лингвистической переменной;  $M$  – семантическая процедура, которая позволяет поставить в соответствие каждому новому значению данной лингвистической переменной, получаемому с помощью процедуры  $G$ , некоторое осмысленное содержание посредством формирования соответствующего нечеткого множества.

В задачах оценки угрозы здоровью людей, связанных с воздействием нерадиационных канцерогенов и имеющихся в атмосфере пороговых токсикантов, формализация субъективной оценки риска может быть выполнена с помощью следующих, представленных в усеченном виде (без  $G$  и  $M$ ), лингвистических переменных  $\langle \beta, T, X, G, M \rangle_{i=1}^{i=2}$ :  $\beta_1$  – канцерогенный химический прессинг поллютантов;  $T_1$  – {«пренебрежимый», «допустимый», «недопустимый»};  $X_1$  –  $[10^{-7}, 10^{-3}]$ ;  $\beta_2$  – токсикологический химический прессинг поллютантов;  $T_2$  – {«пренебрежимый», «допустимый», «недопустимый»};  $X_2$  –  $[10^{-1}, 20]$ .

Чтобы можно было оценивать влияние на степень загрязнения атмосферного воздуха не только химического прессинга, но и «потенциала» загрязнения атмосферы из-за неблагоприятных метеоусловий, введем третью лингвистическую переменную  $\langle \beta, T, X, G, M \rangle_{i=3}$ :  $\beta_3$  – неблагоприятность метеоусловий;  $T_3$  – {«малая», «средняя», «высокая»};  $X_3$  –  $[0, 10]$ .

После задания лингвистических переменных для получения комплексной оценки угрозы здоровью людей из-за загрязнения атмосферного воздуха можно использовать принцип обобщения. Применение принципа позволяет решать задачи оценивания угрозы здоровью людей, представить для обработки нечетких данных в

обобщенном виде «отображение» математического анализа и, соответственно, интерпретировать математические операции типа сложения, вычитания, умножения, деления как специальный тип отображения. Этот принцип «дает общий метод для обобщения нечетких понятий с тем, чтобы иметь дело с нечеткими количествами».

Если обработку информации для комплексной оценки угрозы здоровью интерпретировать, по аналогии с классическим «черным ящиком», в терминах «вход-выход», то для проведения необходимых расчетов требуется осуществить следующее.

Во-первых, с помощью оператора «fuzz» (фаззификации) осуществить преобразование входной физической переменной  $x$  в нечеткое множество  $X$ . Иными словами, надо выполнить переход из пространства оригиналов (численных значений риска, индекса опасности, неблагоприятности метеоусловий) в некоторое новое пространство. Данный процесс или процедуру нахождения значений функции принадлежности нечетких множеств (термов) на основе обычных (не нечетких) исходных данных, называются фаззификацией (еще называют введением нечеткости).

Целью фаззификации является установление соответствия между конкретным (численным) значением отдельной входной переменной системы нечеткого вывода и значением функции принадлежности соответствующего ей терма входной логической переменной. После завершения этапа обработки информации для всех входных переменных должны быть определены конкретные значения функций принадлежности по каждому из лингвистических термов. Характерной особенностью применения аппарата нечетких множеств для комплексной оценки риска является то, что оператор «fuzz» не является единственным, поскольку он определяется типом задания функции принадлежности. Для удобства выполнения операций над лингвистическими переменными надо выбрать подходящую функцию принадлежности. Целесообразно работать с функциями принадлежности специального вида, которые обеспечивают снижение объема вычислений. Анализ показал, что с вычислительной точки зрения удобно использовать определения нечетких чисел и интервалов в форме так называемых (L-R)-функций, которые позволяют охватить широкий класс функций принадлежности, необходимых для решения поставленной задачи.

В задачах комплексной оценки риска удобно использовать трапециевидный нечеткий интервал, функция принадлежности которого может быть задана трапециевидной функцией. Этот нечеткий интервал удобно представить в виде кортежа из четырех чисел  $\check{Y}_{LR} = \langle a, b, \alpha, \beta \rangle$ , где  $a$  и  $b$  – соответственно нижнее и верхнее модальное значение трапециевидного нечеткого интервала;  $\alpha$  и  $\beta$  – левый и правый коэффициент нечеткости. Кроме того, множество лингвистических термов  $T$  для качественной оценки целесообразно представить как линейно-упорядоченное по принципу от «меньшего» к «большему»  $T = \{t_1, t_2, \dots, t_M\}$ . При этом желательно, чтобы упорядоченные функции принадлежности имели одну и ту же норму.

Во-вторых, при дальнейшей обработке необходимой для комплексной оценки угрозы здоровью информации, надо на следующих этапах провести логическую обработку нечетких переменных посредством базы правил, и получить выводы в виде нечеткого множества  $B_R$ , т. е. комплексной оценке угрозы здоровью надо создать так называемую систему нечеткого вывода. В ней информация о рассчитанных канцерогенных рисках, токсикологических индексах опасности и неблагоприятных метеорологических условиях (в виде входных переменных) поступает на вход системы нечеткого вывода, а на выходе системы формируется выходная переменная, дающая комплексную оценку угрозы здоровью. В основе такой системы лежит понятие нечеткого предложения, которое определяется как высказывание типа « $p: x \in A$ . Символ « $p$ » является аббревиатурой proposition – предложение, а  $A$  – это лингвистическая переменная, которая ассоциируется с нечетким множеством. Нечеткие предложения обычно комбинируются между собой связками типа «И», «ИЛИ». Нечеткие предложения, соединенные «И», «ИЛИ» называют подусловиями или предпосылками. Для их обозначения используют индикатор «если». Совокупность подусловий определяет совокупность выводов или заключений. Для их обозначения используют индикатор «ТО». При этом система нечеткого вывода преобразовывает значения входных переменных в выходные



переменные на основе использования нечетких правил продукции «если...то», которые выводятся исходя из модели среды, условий функционирования и других обстоятельств. Совокупность условий и выводов определяет продукционное нечеткое правило (fuzzy rule). Чтобы система нечеткого вывода была способной функционировать, она должна содержать базу правил нечетких продукций и реализовывать нечеткий вывод на основе посылок, представленных в форме нечетких лингвистических высказываний. При формировании базы правил обязательным этапом является проверка ее на полноту, на непрерывность, на непротиворечивость.

Наконец, для преобразования нечеткого множества  $B_R$  в выходную физическую переменную  $y$  необходимо осуществить процедуру дефаззификации. Цель ее заключается в том, чтобы используя результаты аккумуляции всех выходных лингвистических переменных, получить обычное количественное значение (crisp value) каждой из выходной переменной.

Рассмотренные выше этапы нечеткого вывода могут быть реализованы неоднозначным образом, поскольку включают в себя параметры, выбираемые в зависимости от того, какой используется алгоритм для реализации нечеткого вывода. К настоящему времени предложено несколько алгоритмов нечеткого вывода. Анализ алгоритмов показал, что для решения задачи комплексной оценки угрозы здоровью целесообразно использовать алгоритмы Мамдани и Сугено [2,3].

Таким образом, при реализации комплексной системы оценки угрозы здоровью необходимо, чтобы на соответствующих этапах нечеткого вывода выполнялись:

- а) фаззификация входных переменных;
- б) формирование базы правил системы нечеткого вывода;
- в) агрегатирование подусловий в нечетких правилах продукций;
- г) активация или композиция подзаключений в нечетких правилах продукций;
- д) аккумуляция заключений нечетких правил продукций;
- е) получение четкого решения (дефаззификация).

### **Компьютерная реализация расчетов комплексной оценки угрозы здоровью людей из-за антропогенного загрязнения воздушной среды**

Изложенный подход к комплексной оценке угрозы здоровью был реализован алгоритмически и в виде компьютерных программ. В качестве основы для анализа была использована информация, характеризующая антропогенное загрязнение воздушной среды Харьковской области, как промышленно развитого региона [4]. При этом основное внимание было уделено, в частности, предприятию тепловой энергетики Харьковской ТЭЦ-5.

Для расчета канцерогенного рисков и токсикологической опасности были использованы методики решения задач, рекомендованные Агентством по защите окружающей среды США, а также данные о предельно-допустимых концентрациях загрязняющих веществ и о факторах риска (для канцерогенов), которые содержатся в открытой электронной базе данных IRIS (Integrated Risk Information System) Американского Агентства по охране окружающей среды EPA US (Environmental Protection Agency), а также в Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». При этом были использованы стандартные значения показателей, применяемые при определении экспозиции и приводимые в литературе референтные ингаляционные концентрации. Угрозы здоровью при вдыхании токсиканта и канцерогена рассчитывались для 1 года для двух случаев:

- 1) нормальный режим эксплуатации;
- 2) аварийный режим эксплуатации (концентрация поллютантов берется равной 5 ПДК).

В табл. 1 представлены результаты расчета степени угрозы от воздействия ингаляционным маршрутом токсикантов и канцерогенов, полученные с использованием разработанной в Matlab программы или приведенные в [5,6].

Для расчета показателей, характеризующих «потенциал» неблагоприятных метеорологических условий, использовалось группирование опасных метеорологических факторов в классы. Каждому классу присваивалась число, которое характеризовало степень опасности области класса, как именно такого сочетания факторов. При этом учитывалось, что в реальных ситуациях значения

показателей классов могут частично пересекаться, то есть предполагалось, что в общем случае при характеристике неблагоприятной метеорологической обстановки придется иметь дело с так называемыми линейно-неразделимыми входными данными.

Для анализа неблагоприятных метеорологических факторов были использованы три класса. Области группирования каждого класса определялись, во-первых, для такой переменной, как скорость ветра.

Используя в качестве основы данные о скорости ветра, применяемые в шкале Бофорта, области показателей каждого класса выбраны следующим образом: 1 – (0-2) м/с; 2 – (1,5-5) м/с; 3 – (4-7) м/с. 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. Диапазоны изменения этого показателя каждого класса составили: 1 – (1,5-2,5); 2 – (2,5-4); 3 – (4,5-5,5).

Для определения того, к какому классу относится конкретная метеорологическая обстановка, использовалась классификация линейно-неразделимых множеств, выполняемая с помощью нейронной сети [7]. Для этой цели использовалась трехслойная нейронная сеть и RBF-сеть (radial-basis function network), которые в соответствии с теоремой Ковера о разделимости образов позволяют решать подобные задачи. Нейронная сеть для классификации обучалась за 5000 эпох с помощью специальных множеств. Эксперименты с различными данными, соответствующими разным неблагоприятным ситуациям показали, что сеть после обучения «уверенно» осуществляет разделение новых данных на классы.

Таблица 1

**Численные значения канцерогенного риска и токсикологической опасности для здоровья от выбросов загрязняющих веществ, содержащихся в составе дымовых газов ТЭЦ**

Вещество	Токсикологический химический прессинг поллютантов		Канцерогенный химический прессинг поллютантов	
	нормальный режим	аварийный режим	нормальный режим	аварийный 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

Как показал анализ, диапазоны изменения входных переменных, используемых при расчетах, имеют значения, приведенные в табл. 2.

Поскольку области определения трех лингвистических переменных различны и изменяются в существенно разных диапазонах, то целесообразно для повышения точности расчетов использовать единый универсум [0;10], который получается путем перемасштабирования переменных. Диапазон изменения выходной переменной выбран так, чтобы он соответствовал десятибалльной шкале. На этапе фазификации

нами были заданы лингвистические и необходимые для их формализации функции принадлежности, которые показаны на рис. 1 – 4.

Таблица 2

**Диапазоны изменения входных переменных, используемых при расчетах**

Название переменной	Нижнее значение	Верхнее значение
Канцерогенный прессинг поллютантов	$10^{-3}$	$10^{-7}$
Токсикологический прессинг поллютантов	0	20
Неблагоприятность метеоусловий	0	5

При формировании базы нечетких правил использовались конъюнктивные нечеткие правила, то есть такие, в которых в качестве связок между нечеткими предложениями используется предлог «И». Число правил с конъюнктивной формой предпосылки, необходимое для покрытия пространства входных переменных, определяется следующим образом:  $n = \prod_{j=1}^m K_j$ , где  $m$  – размерность пространства входных признаков;  $K_j$  – число лингвистических термов  $j$ -й входной переменной. Максимальное число правил в нашем случае равно 27 (т.к. каждая входная переменная описана терм-множеством из 3 термов). При этом была сформулирована система правил.

Нечеткое моделирование предполагает получение результатов при различных значениях входных переменных. Поэтому для установления адекватности разработанной нечеткой модели были проанализированы наиболее типичные ситуации, имеющие место при расчете комплексной оценки угрозы здоровью людей из-за антропогенного загрязнения воздушной среды:

- 1) нормальный режим эксплуатации при малой неблагоприятности метеоусловий;
- 2) нормальный режим эксплуатации при средней неблагоприятности метеоусловий;
- 3) нормальный режим эксплуатации при высокой неблагоприятности метеоусловий;
- 4) аварийный режим эксплуатации при малой неблагоприятности метеоусловий;
- 5) аварийный режим эксплуатации при средней неблагоприятности метеоусловий;
- 6) аварийный режим эксплуатации при высокой неблагоприятности метеоусловий.

Окно просмотра результатов вывода комплексной оценки угрозы здоровью людей из-за антропогенного загрязнения воздушной среды показано на рис. 5.

Результаты расчетов для описанных выше случаев приведены в табл. 3.

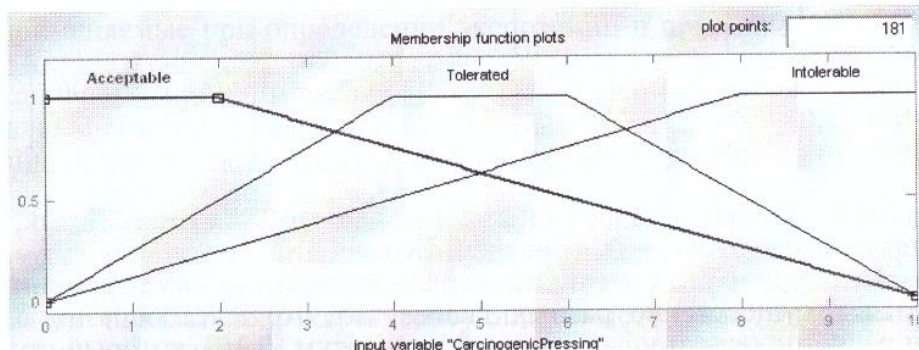


Рисунок 1 - Система функций принадлежности нечеткой входной переменной «Канцерогенный химический прессинг поллютантов»

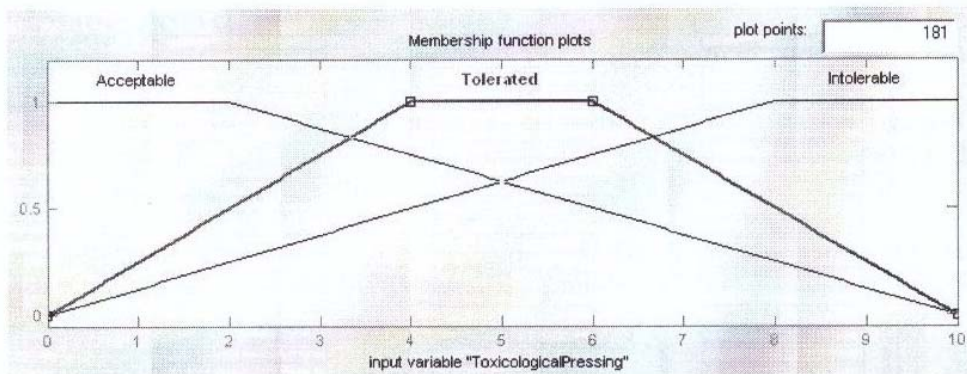


Рисунок 2 - Система функций принадлежности нечеткой входной переменной «Токсикологический химический прессинг поллютантов»

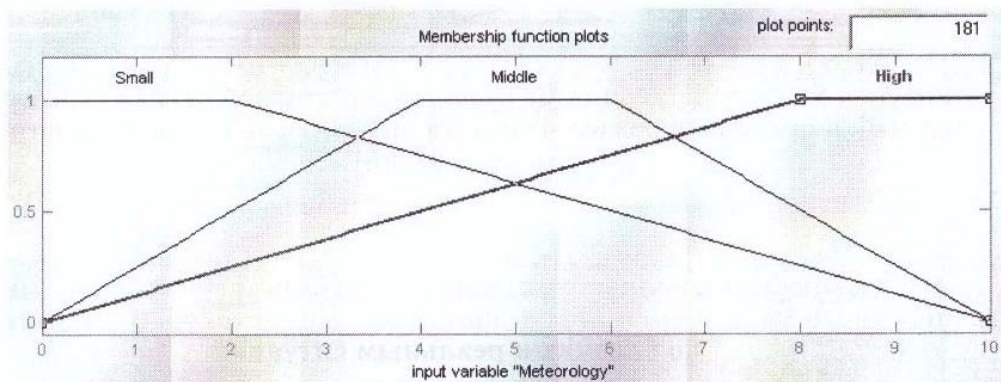


Рисунок 3 - Система функций принадлежности нечеткой входной переменной «Неблагоприятность метеословий»

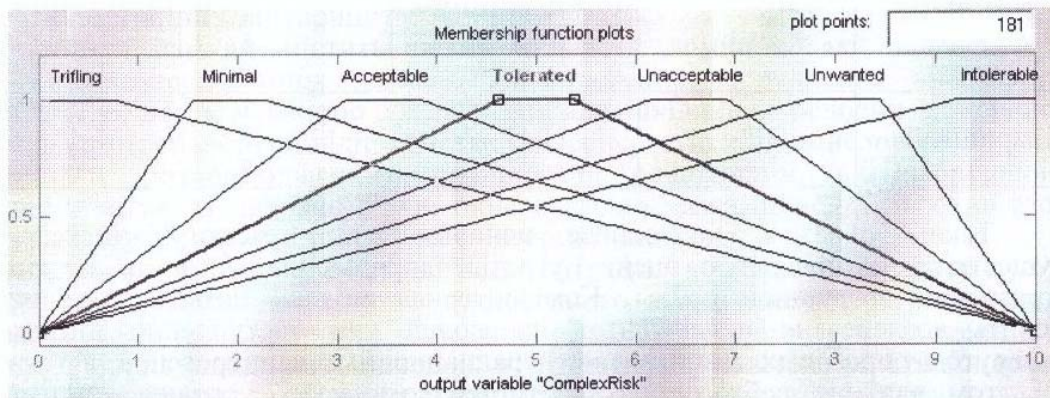


Рисунок 4- Система функций принадлежности выходной переменной «Комплексный риск»

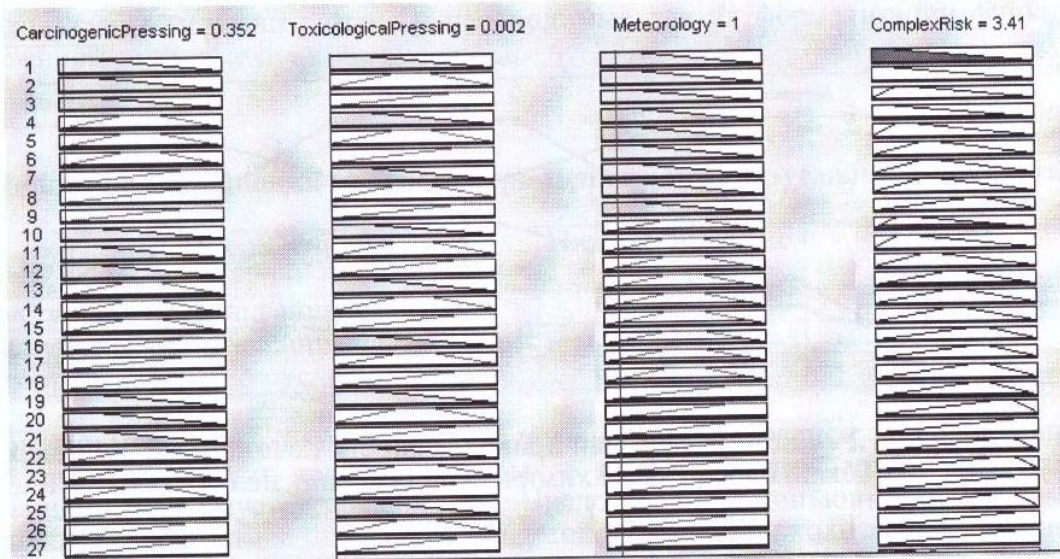


Рисунок 5 - Вывод результатов расчета комплексной оценки угрозы здоровью (случай: нормальный режим эксплуатации при малой неблагоприятности метеоусловий)

Таблица 3

**Результаты комплексного расчетов угрозы здоровью людей из-за антропогенного загрязнения воздушной среды для некоторых гипотетических, но близких к реальным ситуаций**

Режим эксплуатации	Канцерогенный прессинг, балл	Токсикологический прессинг, балл	Неблагоприятность в метеоусловий, балл	Степень угрозы (0 – 10)
Нормальный	0,3	1	1	3,42
			5	4,25
			9	5,31
Аварийный	8	12	1	5,43
			5	6,26
			9	7,42

Таким образом, на основе использования нечетких множеств можно осуществить комплексную оценку угрозы здоровью людей из-за антропогенного загрязнения воздушной среды. Компьютерная модель позволяет количественно оценить воздействия поллютантов на людей при поступлении ингаляционным маршрутом пороговых токсикантов, нерадиационных канцерогенов, а также учесть при этом влияние неблагоприятных метеорологических условий. Данный подход может быть реализован в автоматических системах мониторинга окружающей среды.

Литература

1. Zadeh L. A. Fuzzy Sets / L. A. Zadeh // Information and Control. – 1965. – V. 8. – №3, P. 338 – 353.
2. Mamdani E. H. Application of fuzzy algorithms for the control of a dynamic plant. Proc. IEEE / E. H. Mamdani // 1974 – V. 121, №12. – P. 1585 – 1588.
3. Takagi T. Fuzzy identification if system and its applications to modeling and control / T. Takagi, M. Sugeno // IEEE Trans. on SMS – 1985. – № 1. – P. 116 – 132.
4. Кратенко И.С. Санитарно-гигиеническая оценка состояния окружающей среды под влиянием выбросов теплоэлектростанции / И.С. Кратенко, В.А.

- Коробчанский, Г.А. Ниязова и др. // Довілля та здоров'я – 2009. – №2(49). – С. 21–27.
5. Проблеми екології / Гол. ред. Мінаєв О. А. – Донецьк: ДонНТУ. – 2007, № 1–2. – 171С.
  6. Звягинцева А. В. Практическое моделирование рисков загрязнения атмосферного воздуха по данным экологического мониторинга. В кн.: Геотехнології та управління виробництвом ХХІ сторіччя. – Том 2. / Під загал. ред. Мартякової О. В. — Донецьк: ДонНТУ. – 2006. – 253 с.
  7. Вдовенков В. Ю. Основы электротехники и электроники. Интеллектуальные компоненты на основе искусственных нейронных сетей. Учебное пособие. Ч.5. / В. Ю. Вдовенков, А. М. Гоков, Е. А. Жидко. – Харьков: Изд. ХНЭУ. – 2008. – 268 с.

УДК: 504.064 (477.8)

## **МОНІТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

*М.Г. Грицюк*

*ПВНЗ “Галицька Академія”, м.Івано-Франківськ, вул.Вовчинецька,227*

*В статті висвітлюються мета та важливість проведення моніторингу атмосферного повітря Закарпатської області. Аналіз забруднення атмосфери проводився за допомогою сумарного показника забруднення.*

Людська діяльність неминує призводити до змін атмосферного повітря. З кожним історичним періодом їх масштаби невпинно зростають, набуваючи глобального характеру. З метою зменшення шкідливих викидів у атмосферу і запровадження сучасних високоефективних методів очищення повітря необхідно здійснювати постійний моніторинг його стану.

Атмосфера завжди містить певну кількість домішок, які надходять від природних та антропогенних джерел. Антропогенне забруднення визначається різноманіттям видів та кількістю джерел. Викиди шкідливих речовин здійснюють, насамперед, автотранспорт та підприємства теплоенергетики, промисловості.

Найбільш розповсюдженими шкідливими речовинами, які забруднюють атмосферне повітря, є: двоокис сірки, окис вуглецю, сажа, окис та двоокис азоту, фенол, формальдегід, фтористий водень та неорганічний пил.

Незважаючи на те, що екологічна ситуація в області характеризується відносною стабілізацією показників техногенного навантаження на навколишнє природне середовище, протягом останніх років спостерігається тенденція до збільшення викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря як стаціонарними джерелами забруднення, так і пересувними. Незначною є питома вага уловлених та знешкоджених шкідливих речовин у загальному обсязі.

Найбільша кількість викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря як стаціонарними, так і пересувними засобами спостерігається у містах Ужгороді і Мукачеві, частка яких у забрудненні атмосферного повітря складає відповідно 19,5% та 16,5%.

Атмосфера як суміш газів є найбільш динамічною складовою екосистеми. Джерела забруднення різноманітні та збільшуються з роками. Тому для прослідковування динаміки забруднення організують екологічний моніторинг атмосфери. Моніторинг забруднення атмосфери досліджує вміст забруднюючих речовин антропогенного походження. Програма спостережень така: тверді частинки, окис вуглецю, діоксид вуглецю та залежно від джерела забруднення діоксид сірки, хлор, а також важкі метали та вуглеводні. Показники спостережуваного рівня