

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УДК 366.42:503.4:64

СВЕНТУХ АНДРІЙ ОЛЕГОВИЧ

**ОЦІНКА РИЗИКОВАНOSTІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ  
КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА НА ОСНОВІ  
НЕЧІТКО-МНОЖИННОГО ПІДХОДУ**

Спеціальність 08.03.02 – економіко-математичне моделювання

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата економічних наук

Хмельницький – 2005

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у Вінницькому національному технічному університеті Міністерства освіти і науки України

- Науковий керівник доктор економічних наук, професор  
Мороз Олег Васильович,  
Вінницький національний технічний університет  
Міністерства освіти і науки України,  
завідувач кафедри менеджменту та моделювання в економіці
- Офіційні опоненти доктор економічних наук, професор  
Корольов Олег Анатолійович  
Київський національний торговельно-економічний  
університет Міністерства освіти і науки України,  
професор кафедри статистики та економетрії
- кандидат економічних наук, доцент  
Лук'янова Валентина Вячеславівна  
Хмельницький національний університет  
Міністерства освіти і науки України,  
доцент кафедри економіки підприємства та підприємництва.
- Провідна установа Національний університет “Львівська політехніка”  
Міністерства освіти і науки України,  
кафедра менеджменту та міжнародного підприємництва

Захист відбудеться 2 липня 2005 р. о 12 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 70.052.01 Хмельницького національного університету Міністерства освіти і науки України за адресою: 29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 11, зал засідань.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Хмельницького національного університету Міністерства освіти і науки України за адресою 29016, м. Хмельницький, вул. Кам'янецька, 110.

Автореферат розісланий 1 червня 2005р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради

Скринник Н. В.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Сучасний процес соціально-економічних трансформацій в Україні та переважній більшості країн світу відбувається за екстремальних екологічних умов при глобальному забрудненні довкілля. Саме тому все більше уваги приділяється проблемі забруднення навколишнього середовища, що здійснюється у вигляді шкідливих викидів в атмосферу, забруднення земельних та водних ресурсів, порушення екобалансу, зміни ландшафтів та проявляється в інших екологічних проблемах. Останні об'єктивно мають економічну ціну, яка щодалі зростає.

Виключно важливим аспектом проблеми забруднення навколишнього середовища є проблема утилізації відходів побутового походження. Різноманітні підходи до вирішення цієї проблеми відрізняються як за своєю суттю, так і за кінцевим результатом. У більшості випадків у сучасному світі використовуються методи захоронення відходів, проте такі методи вирішують проблему в кращому випадку тільки тимчасово.

В методологічному плані в даному разі існує проблема адекватної оцінки можливих наслідків від експлуатації звалищних технологій утилізації відходів та розрахунку можливих збитків від забруднення ними навколишнього середовища, соціальної напруженості та від зупинки чи погіршення роботи підприємств в зоні забруднення. Існуючі методики оцінки економічних збитків від забруднення довкілля або не відображають реального впливу забруднюючих факторів на природу, або є досить складними для остаточних розрахунків, оскільки потребують великої кількості інформації, яка в більшості випадків є недоступною.

За умов обмеженого інформаційного поля застосування точних математичних підходів економічної оцінки ризиків представляється неможливим. В тій ситуації, коли значення деякого показника можна описати лише у виразах природної мови, з успіхом може бути використаний апарат нечіткої логіки та нечітких множин для оцінки та аналізу ситуації у досліджуваній системі з метою вибору шляхів покращення її характеристик. Крім того, подібні моделі володіють властивостями адаптивності та характеризуються можливістю гнучкої настройки. Водночас саме лише визначення можливих економічних збитків не здатне змінити стан справ радикально. Необхідним є аналіз усіх можливих методів вирішення даної проблеми та розробка ефективної моделі поведінки з відходами.

Вищезазвані проблеми активно досліджувалися науковцями. Так, зокрема, даній проблемі присвячені праці таких західних науковців як М. Дісендорф, С. Гамільтон, М. Аллабі, Вільям П. Канінгем та Даніель П. Кірас. Серед праць російських вчених слід виділити дослідження Т.

Ветрової, Я. Вайсмана, В Кроніка, та ін. Глобальним проблемам природокористування та наслідкам антропогенного впливу на навколишнє природне середовище приділяють увагу українські вчені С. Дорогунцов, Б. Данилишин, С. Міщенко та ін. Серед праць, що присвячені практичним аспектам вирішення проблеми відходів, виділяються публікації Г. Гелетухи, Ю. Матвеева, Б. Горлицького, І. Корінька, О. Мороза та ін. Дослідженнями питань оцінки наслідків антропогенного впливу на довкілля займаються В. Одинець, Ю. Кобзар, М. Хвесик, А. Теліжечко, М. Белінський та ін. Слід також зазначити що можливості удосконалення існуючих методик оцінки збитків та ризиків забруднення довкілля, зокрема, в їх математичній інтерпретації, надають роботи Л.Заде, В. Вітлінського, О. Корольова, А. Ротштейна, А. Кофмана, О. Недосекіна та ін.

**Зв'язок з науковими програмами, планами, темами.** Дисертація виконувалася згідно з планами науково-дослідних робіт Вінницького національного технічного університету в рамках науково-технічної програми “Теорія трансформації сучасного ринку в Україні під впливом процесів глобалізації” (№ держреєстрації 0104U000739), яка виконуватиметься протягом 2003-2006 рр., де автором розроблено методологічні та методичні основи вирішення екологічних проблем міського господарства за умов поглиблення ринкових відносин.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є формування моделі оцінювання ризику виникнення аварії на звалищах твердих побутових відходів із застосуванням нечітко-логічного та нечітко-множинного підходів, які дозволяють враховувати багатосторонність прояву негативних наслідків аварій, а також розв'язувати завдання, пов'язані із створенням ефективної в економічному плані системи поводження з відходами. Відповідно до зазначеної мети в дисертації ставилися та вирішувалися такі завдання:

1. Аналіз сучасного стану проблеми утилізації твердих побутових відходів та проблем оцінки негативного впливу полігонів твердих побутових відходів на навколишнє природне середовище.

2. Формування науково-обґрунтованої структури моделі якісних і кількісних еколого-економічних оцінок можливих наслідків від забруднення певних ресурсів довкілля та погіршення соціально-економічних умов певної еколого-економічної системи.

3. Розробка моделі оцінки ризику виникнення аварії із використанням нечітких описів як підґрунтя для можливого поєднання кількісних та якісних показників за умови врахування невизначеності не тільки статистичної, але й лінгвістичної природи.

4. Визначення основних видів ризиків, що виникають при

використанні звалищної технології утилізації побутових відходів.

5. Адаптація моделі до умов конкретного об'єкта дослідження та визначення можливостей управління системою поводження з відходами шляхом проведення заходів щодо мінімізації ризиків.

6. Визначення шляхів вирішення проблем утилізації побутових відходів шляхом використання новітніх технологій з врахуванням економічних, екологічних та технологічних обмежень.

**Об'єктом дослідження** є еколого-економічні проблеми функціонування системи утилізації твердих побутових відходів та економіко-математичні особливості їх ідентифікації. Основні дослідження здійснювались на прикладі комунального господарства м. Вінниця з врахуванням можливості застосування отриманих результатів в умовах інших регіонів.

**Предметом дослідження** є сукупність економіко-математичних методів оцінювання економічних, екологічних та соціальних ризиків в системі поводження з твердими побутовими відходами.

**Методи дослідження.** Теоретичною і методологічною основою дослідження є сучасна економічна теорія, концепція раціонального природокористування та сталого розвитку економіки України, законодавчі та нормативні акти Верховної Ради та Уряду України. Для збирання і аналізу даних, розв'язання поставлених оптимізаційних задач і задач аналізу використовувались методи математичної статистики та теорії ймовірності, теорії нечіткої логіки, інтервальної математики та інших прикладних дисциплін. При визначенні типу втрат стійкості окремими елементами екологічної системи використовувалась теорія катастроф. Теорія ризиків, а також методи експертних оцінок та ранжування були застосовані для визначення можливості та масштабів виникнення надзвичайних ситуацій. Загалом методи економіко-математичного моделювання використовувались в процесі розробки критеріїв обмеження впровадження певної сукупності технологій з точки зору їх ризикованості, витрат і доходів, які виникають при їх використанні.

**Наукова новизна одержаних результатів.** В результаті проведеного дослідження в дисертації розроблено комплекс теоретичних, методологічних та практичних засад оцінки ризику виникнення надзвичайних ситуацій при використанні звалищної технології утилізації побутового сміття та розроблено критерії обмеження впровадження певної сукупності технологій утилізації відходів. Одна із відмінностей одержаних здобувачем результатів від вже існуючих наукових розробок полягає в тому, що еколого-економічна система поводження з відходами розглядається з точки зору ризику погіршення чи зміни її екологічних, економічних та со-

ціальних елементів. Згідно позиції автора такий підхід у сукупності із сучасною теорією нечітких множин та нечіткої логіки дозволяє об'єктивно оцінити можливий ризик негативного впливу полігонів твердих побутових відходів на довкілля та людей в економічному еквіваленті, що дозволить більш обґрунтовано визначити необхідність та еколого-економічну доцільність впровадження інноваційних технологій.

Найважливішими результатами дослідження є такі:

*Вперше:*

- запропоновано математичні моделі оцінки ризику функціонування об'єктів комунального господарства із використанням нечітко-множинного та нечітко-логічного підходів, що надає об'єктивну можливість поєднання кількісних та якісних економічних, екологічних та соціальних показників, врахування невизначеностей статистичної та лінгвістичної природи, налагодження та адаптації для використання на аналогічних об'єктах;

- доведено еколого-економічну нестійкість сучасної екологічно-неадекватної системи поводження з твердими побутовими відходами за допомогою методу орієнтованих графів та визначено деструктивний характер зміни її основних елементів на основі використання теорії катастроф, що дає змогу завчасно прогнозувати високу вірогідність часової та параметричної хаотизації і непередбачуваного розвитку екосистеми;

- сформовано прикладну багатофакторну економіко-математичну модель оцінки інтегрального показника ризику виникнення надзвичайної ситуації на полігоні твердих побутових відходів.

*Удосконалено:*

- типологізацію основних економічних, екологічних та соціальних ризиків, які можуть виникнути при невваженому використанні звалищних технологій утилізації твердих побутових відходів, на основі чого визначено реальні можливості подальшої мінімізації ризиків;

- класифікацію сучасних методів поводження з твердими побутовими відходами на основі їх технологічних особливостей;

- підхід до оцінки екологічних збитків при виникненні надзвичайних ситуацій на полігоні твердих побутових шляхом використання в якості бази оцінювання розміру мінімальної заробітної плати, а не неподаткованого мінімуму.

*Отримали подальший розвиток:*

- понятійний апарат системи оцінки ризикованості функціонування полігонів твердих побутових відходів;

- підхід до визначення доцільності впровадження певної сукупності утилізаційних технологій на основі економіко-математичної моделі,

яка враховує їх економічні і екологічні показники;

– концепція управління ризиками, що виникають при використанні сучасних утилізаційних технологій, яка ґрунтується на врахуванні економіко-екологічного балансу позитивного та негативного впливів на певну екосистему, сукупних капітальних та експлуатаційних витрат і величини відновлюваної здатності відповідних екосистем.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає у можливості на єдиній методологічній основі ставити та розв’язувати задачі оцінки ризику із використанням нечітких описів. Розроблені математичні моделі та алгоритми можуть бути використані для проведення процесу оптимального управління багатьма іншими багатокритеріальними системами. Окремі положення дисертації використовувалися Управлінням міського господарства м. Вінниця (акт впровадження від 20 жовтня 2004 р.), Вінницькою філією державного проектно-вишукувального інституту “Житомиркомундорпроект” (акт впровадження №324/9 від 14 вересня 2004 р.), Вінницькою регіональною екологічною інспекцією (акт впровадження від 24 листопада 2004 р.) та Комунальним автотранспортним підприємством – 0128 (акт впровадження №117 від 9 грудня 2004 р.) при оцінці можливих наслідків від аварії на звалищі та при визначенні напрямків вирішення вищезазначеної проблеми. Окремі результати були використані при розробці та викладанні курсів “Економіка природокористування” та “Менеджмент організацій” у Вінницькому національному технічному університеті (акт про впровадження від 10 січня 2005 р.).

**Особистий внесок здобувача** в одержанні результатів досліджень заключається у самостійній розробці і практичному здійсненні науково-дослідницьких робіт й узагальненні результатів цих досліджень. Усі наукові результати, викладені в дисертації, отримані автором особисто. З наукових праць, опублікованих в співавторстві, в дисертації використані лише положення, які є результатом особистої роботи здобувача.

**Апробація результатів дослідження.** Принципові положення та основні наукові результати досліджень доповідалися автором та одержали схвалення на міжнародній науково-практичній конференції “Теорія і практика ринкових перетворень в країнах з перехідною економікою” (м. Київ, 2002 р.), II науково-практичному семінарі УААН “Актуальні проблеми аграрної науки та освіти України: регіональний аспект” (м. Київ 2003 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції “Інвестиційні стратегії сталого розвитку” (м. Дніпропетровськ, 2004 р.), VII Міжнародній науково-практичній конференції “Наука і освіта 2004” (м. Дніпропетровськ, 2004 р.), регіональній науково-практичній конференції “Організаційно-правові аспекти та економічна безпека сучасного підприємництва”

(м. Вінниця, 2004 р.), регіональній науково-практичній конференції “Інноваційно-інвестиційна модель розвитку економіки Вінниччини” (м. Вінниця, 2004 р.), міжнародній науково-теоретичній конференції “Методичні основи сучасного дослідження в аграрній економіці” (м. Житомир, 2005 р.).

**Публікації.** Основні положення і результати дисертації відображено в монографії “Економічні аспекти вирішення екологічних проблем утилізації твердих побутових відходів” (6,47 друк. арк., де частка автора становить 5,0 друк. арк.), 8 публікаціях у фахових виданнях з економіки (2,2 друк. арк.). Всього по темі дисертації опубліковано 17 праць загальним обсягом 9,97 друк. арк.

**Обсяг та структура роботи.** Дисертаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Дисертація містить 31 таблицю і 22 рисунки, її загальний обсяг становить 163 с., обсяг основної частини – 129 с., додатки викладені на 28 сторінках. Список використаних літературних джерел складається з 156 найменувань.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

**В першому розділі “Теоретико-методологічні основи вирішення проблем поводження з відходами”** досліджено сутність проблеми поводження з відходами і, зокрема, її економічну, екологічну та соціальну складові. Екологічна і соціальна складові проблеми, згідно аналізу, являють собою сукупність факторів, що мають істотний вплив на середовище життя населення великих міст, оскільки неконтрольований ріст територій, зайнятих полігонами для складування побутових відходів, призводить до зменшення земельних площ, придатних для господарського використання, негативно впливає на навколишнє середовище, збільшує можливість виникнення техногенних катастроф, забруднює довкілля.

Особливо актуальними, на нашу думку, є проблеми побутових відходів економічного плану. Так, у жодній із країн світу переробка побутових відходів не приносить прямого прибутку і вимагає державних чи муніципальних дотацій. Водночас адміністративна (регулююча) і управлінська роль муніципальних органів у вирішенні даної проблеми залишається високою. Проблема актуалізується з огляду на реалії перехідної економіки України. Сучасні принципи вирішення проблеми поводження з твердими побутовими відходами змушують погоджувати інвестиційні, інноваційні, експлуатаційні процеси на основі формування ефективного економічного механізму, який, у свою чергу, повинен бути орієнтованим на



економічну адекватність тарифів на відходи, а також повинен передбачати цілий ряд логічних технологічних завдань, таких як, наприклад, рекультивация полігонів. Враховуючи економічні умови перехідного періоду в Україні чи не найважливішим економічним аспектом проблеми є обмеженість бюджетного фінансування сміттєпереробної галузі. Загострюються проблема фінансування підприємств галузі, їх рентабельність, якість менеджменту, управління витратами і прибутком тощо.

Для доведення об'єктивної необхідності втручання до галузі утилізації твердих побутових відходів за допомогою методу орієнтованих графів було проаналізовано її елементи і спрогнозовано її можливий розвиток. Прогнозні тенденції розвитку сучасної системи поводження з відходами, а також характер їх зміни, з точки зору теорії катастроф свідчать про об'єктивну можливість виникнення, за незмінного сценарію розвитку, аварійних ситуацій, що свідчить про необхідність втручання до даного процесу з метою його коригування.

На основі практичних даних підтверджено необхідність термінового вирішення проблеми поводження з побутовими відходами. При дослідженні регіонального прояву проблеми було виявлене явище загострення практично всіх соціально-економічних тенденцій, таких як поступове збільшення витрат на сферу поводження з побутовими відходами, збільшення обсягів відходів в абсолютному вираженні і в розрахунку на одного жителя, підвищення захворюваності населення в зоні, що знаходиться поблизу звалища, погіршення демографічних показників та ін.

Зазначено, що сучасна система поводження з твердими побутовими відходами призводить до ряду економічних проблем, пов'язаних із збитками у вигляді втрат через вилучення сільськогосподарських угідь, втрат внаслідок забруднення фільтратом підземних вод та ґрунтів, збитків від забруднення атмосферного повітря внаслідок виділення шкідливих газів, втрат від загострення санітарно-епідеміологічної ситуації, втрат сировинних ресурсів через відсутність дієвої системи вторинного ресурсокористування, втрат від підвищення соціальної напруженості.

Здійснюючи огляд проблем сучасної системи поводження з відходами, автор виходив із необхідності перш за все їх економічної оцінки, оскільки зробити висновки про масштаби будь-якої проблеми та доцільність додаткових витрат для її вирішення можна тільки знаючи можливі збитки. Під останніми розуміють інтегральні втрати економічного, екологічного та соціального змісту. Водночас слід підкреслити, що визначення самого лише можливого збитку є скоріше пасивною реакцією на негативний сценарій подій і само по собі не здатне змодельовати фундаментальні закономірності процесів у еколого-економічних системах, які потенційно

характеризуються певним ризиком руйнації. У зв'язку з цим актуальною представляється передусім можливість визначення ризику аварійного розвитку подій на полігоні твердих побутових відходів.

У другому розділі **“Формування моделей оцінювання ризиків, що виникають в процесі експлуатації об'єктів комунального господарства”** сформовано методики оцінки інтегрального показника ризикованості функціонування об'єктів комунального господарства на основі нечітко-логічного та нечітко множинного підходів, що враховують різні за формою прояву аспекти можливого аварійного розвитку подій.

Об'єктивно економічні, екологічні, соціальні та інші проблеми, пов'язані із функціонуванням об'єктів комунального господарства, часто характеризуються суто теоретичними міркуваннями. Відповідно, використання для аналізу подібних ситуацій чітких підходів, на зразок класичного регресійного аналізу, представляється просто неможливим. Проте, нечіткі описи дають можливість строгою мовою математики ставити та розв'язувати навіть такі задачі, в яких присутні лише лінгвістичні висловлювання. Крім того, вони надають можливість проводити оцінку ризику шляхом поєднання кількісних і якісних показників. Отож, для розв'язання задачі оцінки ризику виникнення аварії запропоновано застосовувати підхід із використанням апарату нечіткої логіки та нечітких множин, що дозволяє налагоджувати модель на різні аспекти діяльності об'єкта.

В процесі формування моделі оцінки ризикованості функціонування об'єктів комунального господарства на основі нечітко-логічного підходу нами була обрана трапецієподібна функція належності для п'яти (за нашим підходом) нечітких термів вхідної змінної  $\{ДН - \text{дуже низький}, Н - \text{низький}, С - \text{середній}, В - \text{високий}, ДВ - \text{дуже високий}\}$ , яка відображає ступінь впевненості експерта щодо певної оцінки. Трапецієподібні функції належності є найбільш зрозумілими для використання. Так, наприклад, для будь-якого нечіткого терму нижня основа трапеції виражає всю припустиму множину значень нечіткого фактора  $x$ , верхня – тих значень, для яких експерт встановлює гарантовану відповідність обраному значенню лінгвістичної змінної. Бічні ребра трапеції відображують зміну ступеня впевненості експерта щодо його оцінки від 1 до 0.

Оцінка показника ризику з використанням нечітко-логічного та нечітко-множинного підходів вимагає поділу всього набору факторів впливу між кількома узагальненими групами. Такий підхід дозволяє логічно структурувати систему, і, окрім визначення кінцевої оцінки рівня ризику, цілеспрямовано здійснювати аналіз проміжних показників.

Розроблені багаторівневі системи для визначення результативного показника або не мають механізму навчання на реальних даних взагалі,

або настройка в них проводиться лише шляхом підбору відповідних значень термів вихідних параметрів. Системи нечіткої логіки можуть оперувати з неточною якісною інформацією та пояснювати прийняті рішення, але водночас не здатні автоматично засвоювати правила їхнього висновку. Для подолання цього недоліку виникає потреба в їхній кооперації з іншими системами обробки інформації. Значно підвищити можливості настройки моделі та функцій належності можна, на нашу думку, шляхом введення до неї елементів нейронних мереж.

Так, набір  $X$  критеріїв для оцінки ризикованості функціонування об'єкта дослідження може бути складений з певних груп показників  $X_1, X_2, \dots, X_n$ . В свою чергу, комплексне значення кожної з груп може бути визначено за показниками, які входять до відповідних підгруп. Тобто:

$$X_1 = f_1(X_{11}, X_{12}, \dots, X_{1m}), \quad (1)$$

$$X_2 = f_2(X_{21}, X_{22}, \dots, X_{2k}), \quad (2)$$

де  $m$  і  $k$  – кількість показників відповідно у 1-й та 2-й групах показників. і так далі по кожній з  $n$  груп.

На основі розрахованих значень проводиться визначення рівня ризику аварійного розвитку подій на досліджуваному об'єкті:

$$Y = f_Y(X_1, X_2, \dots, X_n). \quad (3)$$

Набір показників для оцінки може формуватися експертом індивідуально для кожного окремого об'єкта із врахуванням його специфіки.

Ієрархічність при формуванні бази знань і побудові нечіткої математичної моделі можна забезпечити, якщо скористатись методом нейронних мереж. Структура математичної моделі оцінки рівня ризику, що відповідає співвідношенням (1) – (3), показана на рис. 1 у вигляді дерева логічного висновку.

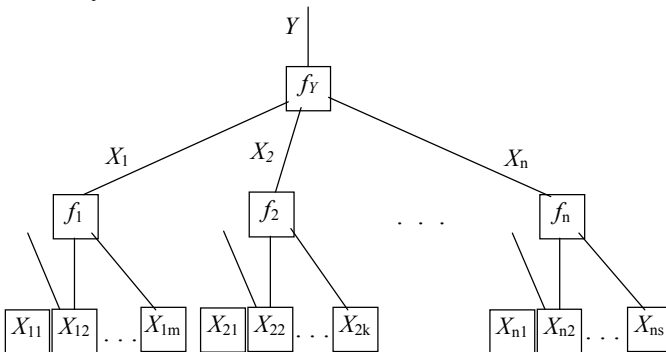


Рис. 1. Структура моделі оцінки ризикованості функціонування об'єкта комунального господарства.

В результаті отримуємо модель, що являє собою нейро-нечітку мережу. Така нейронна мережа є багат шаровим перцептроном з одним внутрішнім шаром, а її вхідні, проміжні та вихідні параметри, незалежно від своєї природи, розглядаються як лінгвістичні змінні, що задані на своїх універсальних множинах і оцінюються за допомогою нечітких термів.

Експертна система оцінки показника ризикованості на базі нечітких знань повинна містити механізм нечітко-логічного висновку. При цьому необхідно зробити висновок про рівень певного виду ризику, що виникає при використанні даного об'єкта. Отже, необхідним етапом аналізу є формування системи нечітких знань. В табл. 1 наведено приклад набору вирішальних правил для визначення загального показника ризикованості по трьом узагальнюючим групам показників.

Виходячи з даної бази знань, математична форма запису правила для визначення, наприклад, дуже високого рівня ризику матиме вигляд:

$$\mu^{ДВ}(X_1, \dots, X_3) = w_{11}^Y [\mu^B(X_1) \cdot \mu^{ДВ}(X_2) \cdot \mu^B(X_3)] \vee w_{12}^Y [\mu^{ДВ}(X_1) \cdot \mu^B(X_2) \cdot \mu^B(X_3)] \vee w_{13}^Y [\mu^{ДВ}(X_1) \cdot \mu^{ДВ}(X_2) \cdot \mu^C(X_3)] \quad (4)$$

Таблиця 1

Приклад бази знань щодо визначення рівня ризику

Узагальнені значення груп показників			Вага	Вихідна змінна
$X_1$	$X_2$	$X_3$	w	Y
B	ДВ	B	$w_{11}^Y$	ДВ
ДВ	B	B	$w_{12}^Y$	
ДВ	ДВ	C	$w_{13}^Y$	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
ДН	ДН	ДН	$w_{51}^Y$	ДН

Подібним чином формується вся база знань з використанням експертних даних та виводиться система нечітких логічних рівнянь.

При використанні нечітко-логічного підходу модель оцінки показника ризику матиме наступний аналітичний вигляд:

$$Y = \arg \max_{\{d_1 \dots d_m\}} [\mu^{d_j}(x_1 \dots x_m)] \quad (5)$$

де  $d_1 \dots d_m$  – лінгвістичні терми, обрані експертом для оцінки певного параметру, а  $x_1 \dots x_m$  – групи параметрів.

У загальному випадку, чим більше система містить відповідних знань і чим точніше описані в ній логічні правила визначення ризику, тим

точніше буде проведений даний аналіз. Проте перебір всіх можливих правил позбавляє систему гнучкості та адаптивності.

Результатом роботи нейро-нечіткої мережі є лінгвістичний опис рівня ризику аварійного розвитку подій на об'єкті комунального господарства, а також ступінь впевненості експерта щодо правильності висновку, тобто висновок реалізується як у лінгвістичній формі, так і характеристичі якості отриманих тверджень. Для підвищення адекватності логічного висновку розробленої моделі необхідним є її настроювання у відповідності до реальних даних. Дану настройку можна провести із використанням методу зворотного поширення помилки, адаптованого для нейро-нечітких мереж.

При використанні нечітко-множинного підходу структура моделі залишиться аналогічною. Відмінність даного підходу визначається особливостями використовуваного математичного апарату. Так спочатку повна множина рівнів ризику  $G$  розбивається на 5 нечітких підмножин:  $G_1$  – "дуже високий рівень ризику",  $G_2$  – "ризик високий",  $G_3$  – "рівень ризику середній",  $G_4$  – "низький рівень ризику" та  $G_5$  – "ризик незначний".

Для будь-якого окремого фактора впливу на рівень ризику  $X_i$  повна множина його значень  $B_i$  розбивається на п'ять підмножин:  $B_{i1}$  – "дуже низький рівень показника  $X_i$ ",  $B_{i2}$  – "низький рівень показника  $X_i$ ",  $B_{i3}$  – "середній рівень показника  $X_i$ ",  $B_{i4}$  – "високий рівень показника  $X_i$ ",  $B_{i5}$  – "дуже високий рівень показника  $X_i$ ". При цьому принциповим у даному випадку є констатація тієї умови, що зростання окремого показника  $X_i$  пов'язано із зростанням рівня ризику.

Необхідною при цьому є класифікація поточних значень  $x$  показників  $X$  як критерій розбивки повної множини їхніх значень на підмножини виду  $B$  згідно табл. 2 (межі інтервалів задаються експертним шляхом).

Таблиця 2

Класифікація поточних значень обраних показників

Найменування показника	Критерій розбивки по підмножинах				
	$B_{i1}$	$B_{i2}$	$B_{i3}$	$B_{i4}$	$B_{i5}$
$X_1$	$x_1 < b_{11}$	$b_{11} < x_1 < b_{12}$	$b_{12} < x_1 < b_{13}$	$b_{13} < x_1 < b_{14}$	$b_{14} < x_1$
...	...	...	...	...	...
$X_N$	$x_N < b_{N1}$	$b_{N1} < x_N < b_{N2}$	$b_{N2} < x_N < b_{N3}$	$b_{N3} < x_N < b_{N4}$	$b_{N4} < x_N$

Результатом проведеної класифікації є табл. 3, де  $\lambda_{ij}$  – рівень належності носія  $x_i$  нечіткій підмножині  $B_j$ . В даній таблиці  $\lambda_{ij} = 1$ , якщо  $b_{i(j-1)} < x_i < b_{ij}$ , та  $\lambda_{ij} = 0$  у протилежному випадку.

Таблиця 3

## Класифікація рівня показників

Найменування показника	Результат класифікації щодо підмножин				
	$B_{i1}$	$B_{i2}$	$B_{i3}$	$B_{i4}$	$B_{i5}$
$X_1$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$
...	...	...	...	...	...
$X_N$	$\lambda_{N1}$	$\lambda_{N2}$	$\lambda_{N3}$	$\lambda_{N4}$	$\lambda_{N5}$

Параметр  $g$ , який визначає рівень ризику розраховується за формулою:

$$g = \sum_{j=1}^5 k_j \sum_{i=1}^N r_i \lambda_{ij}, \text{ де: } k_j = 0,9 - 0,2(5 - j), j = \overline{1,5}, \quad (6)$$

Отриманий показник порівнюється з даними табл. 4, на основі чого визначається рівень ризику.

Таблиця 4

## Класифікація значень показника рівня ризику

Інтервал значень $G$	Найменування підмножини
$0,8 \geq g \geq 1$	$G_1$ – "дуже високий рівень ризику"
$0,6 \geq g < 0,8$	$G_2$ – "ризик високий"
$0,4 \geq g < 0,6$	$G_3$ – "рівень ризику середній"
$0,2 \geq g < 0,4$	$G_4$ – "низький рівень ризику"
$0 \geq g < 0,2$	$G_5$ – "ризик незначний"

**В третьому розділі “Прикладна модель оцінки ризику виникнення аварійних ситуацій на полігоні твердих побутових відходів та шляхи їх попередження”** конкретизовано прикладну модель оцінювання ризику функціонування конкретного об’єкту – Вінницького полігону твердих побутових відходів на основі нечітко-множинного підходу шляхом уточнення переліку вихідних та проміжних показників, що впливають на рівень результуючого показника ризику.

Так в набір  $X_1$  показників для оцінки ризику виникнення економічних збитків нами було включено такі критерії:  $X_{11}$  – ризик пошкодження або руйнування майна,  $X_{12}$  – ризик економічних втрат підприємством водопостачання,  $X_{13}$  – ризик виникнення додаткових витрат, пов’язаних з забезпеченням населення міста питною водою,  $X_{14}$  – ризик виникнення збитків внаслідок зміни кон’юнктури ринку нерухомості. До набору  $X_2$  показників для оцінки ризику виникнення екологічних збитків були включені наступні критерії:  $X_{21}$  – ризик забруднення атмосферного повітря,  $X_{22}$  – ризик забруднення водних об’єктів,  $X_{23}$  – ризик забруднення ґрунтів. До набору  $X_3$  показників для оцінки ризику виникнення соціальних збитків

було включено такі критерії:  $X_{31}$  – ризик погіршення використання трудових ресурсів через підвищення захворюваності населення,  $X_{32}$  – ризик зростання витрат на соціальне страхування,  $X_{33}$  – ризик зростання витрат на охорону здоров'я внаслідок підвищення захворюваності населення.

Категорії:  $X_1$  – економічний ризик,  $X_2$  – екологічний ризик,  $X_3$  – соціальний ризик було об'єднано для розрахунку показника ризикованості функціонування досліджуваного полігону.

В розрахунках було використано дані експертних опитувань, на основі яких визначались як окремі показники, так і вагомість параметрів моделі. В результаті розрахунків, результати яких відображено в табл. 5, було отримано лінгвістичний опис рівня ризику функціонування полігону та ступінь відповідності отриманих оцінок лінгвістичним термам.

На основі розрахованих показників ризикованості було запропоновано ряд організаційно-технічних заходів щодо мінімізації ризику, до яких входить зменшення рівня фільтрату на звалищі, обмеження доступу вологи до відходів та впровадження системи утилізації біогазу.

З метою більш повного дослідження негативного впливу звалищної технології утилізації відходів на довкілля було розраховано розмір збитків завданих довкіллю в результаті експлуатації Вінницького полігону твердих побутових відходів, що на кінець 2004 р. становив приблизно 40 млн. грн. Розмір збитків, поряд з розрахованими показниками ризикованості, свідчать про необхідність зміни сучасної системи поводження з відходами шляхом впровадження досконаліших технологій їх утилізації.

Таблиця 5

Результати розрахунку показника ризикованості функціонування Вінницького полігону твердих побутових відходів (станом на кінець 2004 р.)

Вихідні показники ризикованості		Показники ризикованості проміжного рівня		Результуючий показник ризикованості	
Назва	Значення	Назва	Значення	Назва	Значення
Ризик втрати або руйнування майна	низький ( $\mu=1$ )	Економічний ризик	середній ( $\mu=1$ ); середній* ( $\mu^*=1$ )	Ризик виникнення аварій на полігоні	високий ( $\mu=\mu^*=1$ )
Ризик втрат від простою водопостачального підприємства	високий ( $\mu=1$ )				
Ризик виникнення додаткових витрат, пов'язаних з забезпеченням населення міста питною водою	середній ( $\mu=1$ )				
Ризик виникнення економічних збитків внаслідок зміни кон'юнктури ринку нерухомості	середній ( $\mu=0,4$ ), високий ( $\mu=0,53$ ), дуже високий ( $\mu=0,07$ )				
Ризик забруднення атмосферного повітря	низький ( $\mu=0,2$ ), середній ( $\mu=0,6$ ), високий ( $\mu=0,2$ )	Екологічний ризик	високий ( $\mu=0,62$ ), дуже високий ( $\mu=0,38$ ); високий* ( $\mu^*=0,61$ ), дуже високий* ( $\mu^*=0,39$ )		
Ризик забруднення ґрунтів	високий ( $\mu=0,67$ ), дуже високий ( $\mu=0,33$ )				
Ризик забруднення водних ресурсів	дуже високий ( $\mu=1$ )				
Ризик погіршення використання трудових ресурсів через підвищення захворюваності населення	високий ( $\mu=0,67$ ), дуже високий ( $\mu=0,33$ )	Соціальний ризик	високий ( $\mu=0,89$ ), дуже високий ( $\mu=0,11$ ); високий* ( $\mu^*=0,87$ ), дуже високий* ( $\mu^*=0,13$ )		
Ризик зростання витрат на охорону здоров'я внаслідок підвищення захворюваності населення	високий ( $\mu=0,8$ ), дуже високий ( $\mu=0,2$ )				
Ризик зростання витрат на соціальне страхування	високий ( $\mu=0,6$ ), дуже високий ( $\mu=0,4$ )				

\* – дані отримані з використанням вагомості параметрів, заданих експертним шляхом.

Для порівняння існуючих технологій в процесі вирішення проблеми поводження з твердими побутовими відходами було виділено показники, які можуть в достатній мірі адекватно охарактеризувати їх параметри, зокрема: ступінь вирішення економічних, екологічних та соціальних проблем, ступінь негативного впливу на еколого-економічну систему, рівень затратності інноваційних проектів, безпосередньо економічний ефект, а також визначено рівень даних показників для кожної групи технологій, на основі чого була визначена доцільність впровадження кожного виду технологій (табл. 6).

Таблиця 6

Доцільність впровадження утилізаційних технологій

Вид технології згідно класифікації	Доцільність впровадження	g
Термічні	Низька	0,32
Біологічні	Середня	0,54



Механічні	Низька	0,3
Захоронення	Низька	0,26
Рециклінг	Висока	0,64

Враховуючи спадаючу доцільність використання технологій утилізації, пріоритетність їх використання змінюватиметься пропорційно до значень показника  $g$ . Причому порівняння наборів технологій, згідно пропозиції автора, можна здійснювати на основі наступного показника:

$$I = \sum_{i=1}^n v_i \cdot g_i, \quad (7)$$

де  $v_i$  – валідність  $i^{\text{ї}}$  технології у вирішенні проблеми,  $g_i$  – коефіцієнт, що характеризує доцільність впровадження  $i^{\text{ї}}$  технології проекту.

При впровадженні певного комплексу утилізаційних технологій необхідним, згідно авторської позиції, є також врахування ризикованості їх використання, балансу їх негативного і позитивного впливу на певну еколого-економічну систему, а також такого специфічного показника, як відновлювальна здатність останньої.

## ВИСНОВКИ

В процесі проведення дослідження за темою дисертації та реалізації основних поставлених завдань було проаналізовано такі аспекти:

- сучасні тенденції розвитку галузі утилізації твердих побутових відходів, економічна і екологічна стійкість сучасної системи поводження з відходами та можливі економічні і екологічні наслідки ігнорування екологічних норм в сфері поводження з відходами;
- методики оцінки збитків від забруднення довкілля та методики оцінки можливих наслідків аварії;
- методологічні аспекти реалізації методів теорії нечіткої логіки та нечітко-множинного підходу для оцінки ризику виникнення аварії на об'єктах комунального господарства;
- визначення показника ризикованості функціонування полігону твердих побутових відходів та пошук шляхів його мінімізації;
- вирішення проблеми забруднення довкілля шляхом впровадження інноваційних технологій згідно визначеного алгоритму.

Результати досліджень дають можливість зробити такі висновки:

1. В результаті ігнорування цілого ряду проблем питання утилізації побутових відходів стрімко набуває все зростаючого економічного і екологічного значення. Недооцінка еколого-економічних та соціальних аспектів сфери поводження відходами призвела до загострення екологічної

та соціальної ситуації в локальній еколого-економічній системі: збільшення витрат на сферу поводження з побутовими відходами, збільшення обсягів відходів в абсолютному вираженні, і в розрахунку на одного жителя, підвищення захворюваності населення в зоні поблизу полігону та погіршення демографічних показників. В результаті досліджень доведено нестійкість системи поводження з твердими побутовими відходами та схильність до поступового погіршення основних її параметрів, а згодом – до виходу системи з-під контролю. Зазначені положення доводять необхідність втручання до процесу управління даною галуззю.

2. Проведений аналіз основних методик оцінки збитків від забруднення довкілля засвідчив обмеженість їх використання для економічної оцінки впливу звалища на довкілля та оцінки ризику отримання збитків від можливих аварій на полігоні твердих побутових відходів. Дані методики позбавлені універсальності. До того ж, за оцінками спеціалістів вони неадекватно відображають розмір завданих збитків і необхідних витрат на ліквідацію наслідків від забруднень. Водночас основним недоліком даних методик є те, що вони практично не враховують можливості отримання економічних і соціальних збитків. Застарілою виявилась база для оцінки збитків, що робить об'єктивно необхідною зміну її з неоподаткованого мінімуму на розмір мінімальної заробітної плати.

3. В процесі дослідження було виявлено недоліки існуючих методик щодо оцінки економічних і соціальних аспектів, які можна частково доповнити. Компенсувати неповноту інформаційної бази в даному випадку можна шляхом використання методів нечіткої логіки та нечітко-множинного підходу, що дає можливість деякі вхідні дані задавати лінгвістично. Відповідно у роботі було запропоновано два підходи до оцінювання показника ризику виникнення аварії на об'єктах комунального господарства: з використанням методів нечіткої логіки, а також з використанням нечітко-множинного підходу. Врахувати багаторівневість вихідних і проміжних даних представляється принципово можливим при використанні нейронних мереж. В результаті поєднання зазначених методів було сформовано нейро-нечітку модель оцінки ризику виникнення аварії на об'єктах комунального господарства.

4. При формування прикладної моделі оцінки ризику було адаптовано запропоновану модель до умов конкретного об'єкта дослідження на основі вдосконалення типологізації ризиків аварійного розвитку подій на полігоні твердих побутових відходів в з врахуванням значимості визначальних факторів. В результаті розрахунків були отримані відповідні значення економічного, екологічного, соціального та інтегрального показника ризику виникнення аварії на полігоні твердих побутових відходів.

5. З метою більш детального аналізу ситуації проведено оцінювання вже завданих у процесі функціонування досліджуваного полігону збитків довкіллю. При розробленні практичних заходів було визначено шляхи мінімізації ризиків забруднення довкілля, зокрема: запропоновано конкретну схему зниження ризику виникнення екологічної аварії на сміттезвалищі, оцінено витрати на проведення заходів по мінімізації ризику. В результаті дослідження можливих шляхів удосконалення сфери поводження з відходами було узагальнено та систематизовано підходи до сфери управління та знешкодження відходів, відмічені основні недоліки і переваги основних існуючих методів утилізації побутового сміття, визначена можливість застосування відповідних технологій в умовах економічного простору України, розроблено економічні та екологічні критерії обмеження впровадження певного набору утилізаційних технологій.

В цілому ж на основі поєднання існуючих методик оцінки екологічних збитків, а також методів теорії нечітких множин та нечіткої логіки вдалося поповнити методологічну базу оцінки наслідків негативного впливу забруднення на еколого-економічну систему. На основі запропонованої багаторівневої моделі оцінки ризику можливим є лінгвістичне оцінювання ризику. Можливим є її налагодження і використання в інших багатокритеріальних системах, що свідчить про її універсальність.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

### *Монографія*

1. Мороз О.В., Свентух А.О., Свентух О. Т. Економічні аспекти вирішення екологічних проблем утилізації твердих побутових відходів. Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2003. – 110с. – 6,47 друк. арк. (особисто автору належить 5,0 друк. арк.: визначені та обгрунтовані економічна та екологічна складові проблем сучасної системи поводження з відходами, доведена її проблематична усталеність, визначені основні напрямки вирішення існуючих проблем).

### *Наукові статті у фахових виданнях*

2. Свентух А. О. Фінансування комунального господарства як один з етапів вирішення економічних та екологічних проблем утилізації твердих побутових відходів // Економіка: проблеми теорії та практики. Збірник наукових праць. Випуск 188: В 4 т. Том III. – Дніпропетровськ: ДНУ. – 2004. – С. 589-594. – 0,25 друк. арк.

3. Свентух А. О. Економічний, екологічний та соціальний аспект сучасних проблем утилізації побутового сміття // Економіка: проблеми теорії та практики. Збірник наукових праць. Випуск 189: В 5 т. Том III. – Дніпропетровськ: ДНУ. – 2004. – С. 672-676. – 0,25 друк. арк.

4. Свентух А. О., Мевш О. О. Сучасні проблеми і необхідність розвитку та інвестування галузі утилізації побутових відходів // Економіка: проблеми теорії та практики. Збірник наукових праць. Випуск 190: В 4 т. Том II. – Дніпропетровськ: ДНУ. – 2004. – С. 337-342. – 0,25 друк. арк. (особисто автору належить 0,2 друк. арк.: визначена та обґрунтована економічна проблематика досліджуваної галузі).

5. Свентух А. О. Економіко-екологічний аспект проблеми утилізації твердих побутових відходів // Економіка: проблеми теорії та практики. Збірник наукових праць. Випуск 191: В 4 т. Том IV. – Дніпропетровськ: ДНУ. – 2004. – С. 1215-1222. – 0,4 друк. арк.

6. Свентух А. О., Леонтєва О. В., Грабко М. В., Мевш О. О. Регулювання інноваційної діяльності в галузі утилізації твердих побутових відходів з метою ефективного залучення інвестицій // Науковий вісник Чернівецького торгівельно-економічного інституту КНТЕУ. – Чернівці: АНТ Лтд. – 2004. – Вип. IV. – С.62-68. – 0,3 друк. арк. (особисто автору належить 0,2 друк. арк.: зазначено основні задачі інвестиційної діяльності в комунальній галузі та визначено можливості їх реалізації).

7. Свентух А. О. Розвиток галузі утилізації побутового сміття в розрізі концепції сталого розвитку // Зб. наук. праць Харківського національного аграрного університету “Вісник ХНАУ”. Серія “Економіка АПК і природокористування”. – 2004. – №3. – С. 199-202. – 0,2 друк. арк.

8. Мороз О. В., Свентух А. О., Леонтєва О. В., Грабко М. В., Мевш О. О. Еколого-економічні проблеми утилізації твердих побутових відходів // Вісник ВПП. – №3. – 2004. – С.27-33. – 0,3 друк. арк. (особисто автору належить 0,2 друк. арк.: сформована модель сучасної системи поводження з відходами та доведена її проблематична усталеність, визначено основні тенденції та проблеми розвитку комунальної галузі).

9. Лесько О. Й., Свентух А. О. Економічні та екологічні проблеми функціонування та перспективного розвитку галузі утилізації побутового сміття // Вісник Українського державного університету водного господарства та природокористування. Економіка. – 2004. – Випуск 2 (26), частина II. – С. 537-542. – 0,25 друк. арк. (особисто автору належить 0,2 друк. арк.: визначені тенденції та перспективні шляхи розвитку галузі утилізації твердих побутових відходів).

*Публікації в інших виданнях*

10. Свентух А. О. Еколого-економічні та соціально-економічні проблеми сучасного методу поводження з твердими побутовими відходами // Регіональна бізнес-економіка та управління. – 2004. – №1. – С. 52-54. – 0,2 друк. арк.

11. Свентух А. О. Інвестування комунального господарства з ме-

тою вирішення економіко-екологічних проблем // Вісник Економіка, 2003. – Випуск 64 – 65. – С. 57-58. – 0,15 друк. арк.

12. Светух А. О. Економічні аспекти вирішення екологічних проблем утилізації твердих побутових відходів // Актуальні проблеми аграрної науки та освіти України: Регіональний аспект (матеріали II науково-практичного семінару) / УААН. Відня регіональних центрів наук. забезп. АПВ. ЦНСГБ. Закарпат. ін-т АПВ. – К., 2003. – С. 49-52. – 0,15 друк. арк.

13. Светух А. О., Кур'янова О. Л. Сучасні проблеми та перспективи розвитку комунальних підприємств в галузі утилізації побутового сміття // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції “Наука і освіта 2004”. Том 10. Економіка. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2004. – С. 36-37. – 0,1 друк. арк. (особисто автору належить 0,05 друк. арк.: визначені перспективи розвитку досліджуваної галузі).

14. Светух А. О., Мевш О. О. Сучасні тенденції розвитку і необхідність інвестування галузі утилізації побутових відходів // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції “Інвестиційні стратегії сталого розвитку”. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2004. – Том 1. – С. 99-100. – 0,1 друк. арк. (особисто автору належить 0,05 друк. арк.: визначені джерела інвестування досліджуваної галузі).

15. Светух А. О., Шутко Т. А. Поняття економічної безпеки, її складові, методи оцінки у розтині держави, регіону та підприємства // Матеріали регіональної науково-практичної конференції “Організаційно-правові аспекти та економічна безпека сучасного підприємництва”. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – С. 57-60. – 0,1 друк. арк. (особисто автору належить 0,05 друк. арк.: визначені рівні та методи оцінки безпеки).

16. Светух А. О. Сучасні підходи до оцінки показників ризику на полігонах твердих побутових відходів // Матеріали регіональної науково-практичної конференції “Інноваційно-інвестиційна модель розвитку економіки Вінничини” Збірник статей – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – С. 295-298. – 0,2 друк. арк.

17. Светух А. О. Методологічні основи оцінки ризику з врахуванням його економічної, екологічної та соціальної складових // Методичні основи сучасного дослідження в аграрній економіці. Матеріали міжнародної науково-теоретичної конференції. – В 3-х ч., Житомир, 3-5 берез. 2005р. – Житомир: В-во “Державний агроекологічний університет”, 2005. – Ч. 1. – С. 101-105. – 0,3 друк. арк.

## АНОТАЦІЯ

**Светух А. О. Оцінка ризикованості функціонування об'єктів**

**комунального господарства на основі нечітко-множинного підходу. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю 08.03.02 – економіко-математичне моделювання. Хмельницький національний університет, Хмельницький, 2005.

Дисертацію присвячено дослідженню економічних, екологічних та соціальних проблем функціонування сучасної сфери поводження з відходами та формування моделі оцінки інтегрального показника ризикованості функціонування полігонів твердих побутових відходів. Виявлено основні соціально-економічні та екологічні тенденції розвитку галузі утилізації відходів на основі використання відповідних практичних даних. Досліджено та виявлено недоліки існуючих підходів до визначення можливих наслідків в результаті аварійного розвитку подій на об'єктах комунального господарства та запропоновано нечітко-логічний та нечітко-множинний підходи до оцінки ризикованості зазначених об'єктів. Запропонований нечітко-множинний підхід адаптовано до умов функціонування полігону твердих побутових відходів та проведена оцінка загального показника ризику аварійного розвитку подій на ньому. На основі отриманих даних запропоновано заходи щодо мінімізації ризику та зміни існуючої системи поводження з відходами.

**Ключові слова:** збитки, ризик, нечіткі множини, нечітка логіка, функція належності, нейро-нечітка мережа, тверді побутові відходи, полігон.

## **АННОТАЦИЯ**

**Свентух А. О. Оценка рискованности функционирования объектов коммунального хозяйства на основе нечетко-множественного подхода. – Рукопись.**

Диссертация на соискание научной степени кандидата экономических наук по специальности 08.03.02 – экономико-математическое моделирование. Хмельницкий национальный университет, Хмельницкий, 2005.

Диссертация посвящена разработке теоретико-методологических положений и практических рекомендаций по формированию моделей оценки рискованности функционирования объектов коммунального хозяйства, в частности полигонов твердых бытовых отходов.

В современных экстремальных экологических условиях все больше внимания отводится проблеме загрязнения окружающей среды. Исключительно важным аспектом проблемы загрязнения окружающей среды есть проблема утилизации твердых бытовых отходов, поскольку

подходы к решению этой проблемы отличаются как своей сутью, так и конечным результатом. В методологическом плане в данном случае существует проблема адекватной экономической оценки возможных последствий от эксплуатации свалочных технологий утилизации

В работе показано, что существующие методики оценки экономических убытков от загрязнения окружающей среды или не отображают реального влияния загрязняющих факторов на природу, или есть довольно сложными для окончательных расчетов, поскольку требуют большого количества информации, которое в большинстве случаев есть недоступной. В условиях ограниченного информационного поля применения точных математических подходов экономической оценки рисков представляется невозможной. В ситуации, если значение некоторого показателя можно описать лишь в выражениях естественного языка, с успехом может быть использованный аппарат нечеткой логики и нечетких множеств для оценки и анализа ситуации в исследуемой системе с целью выбора путей улучшения ее характеристик. Кроме того, подобные модели владеют свойствами адаптивности и возможностью гибкой настройки.

В диссертации сформирована методологическая база оценки риска аварийного развития событий на объектах коммунального хозяйства на основе использования методов нечеткой логики и нечетких множеств. Предложенная модель на основе нечетко-множественного подхода была адаптирована к условиям функционирования полигонов твердых бытовых отходов с учетом усовершенствования классификации соответствующих видов риска. Реализация конкретизированной модели позволила получить обобщающую характеристику уровня рискованности функционирования исследуемого Винницкого полигона твердых бытовых отходов, что вместе с определением уже нанесенных экологических убытков объективно позволило доказать необходимость повышения эффективности управления данной сферой

Вместе с тем только определение уже нанесенных или возможных убытков экономического, экологического и социального плана не способное изменить состояние дел радикально. Поэтому в работе также был проведен анализ всех возможных методов решения данной проблемы и обоснована эффективная схема обращения с отходами на основе использования предложенной модели определения целесообразности внедрения инновационных утилизационных технологий.

**Ключевые слова:** убытки, риск, нечеткие множества, нечеткая логика, функция принадлежности, нейро-нечёткая сеть, твердые бытовые отходы, полигон.

## SUMMARY

### **A. Sventuh The municipal economy objects functioning risk rating on the basis of the fuzzy- multitude approach. - Manuscript.**

Thesis for Candidate's degree in economic sciences in speciality 08.03.02 - economic-mathematical modeling. – Khmelnytsky National University, Khmelnytsky, 2005.

This thesis is devoted to the researching of economical, ecological and social problems of modern municipal solid waste disposing system functioning and forming the model of the integrated risk parameter of municipal solid waste dump functioning rating. The basic socio economic and ecological tendencies of the municipal solid waste disposing system development are revealed on the basis of the appropriate practical data using. The disadvantages of the existing approaches to definition of possible consequences as a result of emergency events development on municipal economy objects are investigated and revealed. The fuzzy-logic and fuzzy-multitude approach to the specified objects risk rating are offered. The offered fuzzy-multitude approach is adapted for municipal solid waste dump functioning conditions and the rating of a general risk parameter of emergency events development on it is carried out. On the basis of the received data the measures of risk minimization and changing of existing waste disposing system are offered.

**Keywords:** the losses, risk, fuzzy multitude, fuzzy logic, membership function, neural-fuzzy network, municipal solid waste, dump.