

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. ДАЛЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА ІНЖЕНЕРІЇ

До захисту допускається  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Скарга-Бандурова І.С.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТА) БАКАЛАВРА**  
**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

НА ТЕМУ:

**Інформаційна система моніторингу та управління ризиками  
надзвичайних ситуацій**

Освітньо-кваліфікаційний рівень “бакалавр”  
Спеціальність 6.050102 – “комп’ютерна інженерія”

Керівник проекту:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Щербакова М.Є.

\_\_\_\_\_

(ініціали, прізвище)

Консультант з охорони праці:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Критська Я.О.

\_\_\_\_\_

(ініціали, прізвище)

Здобувач вищої освіти:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Ляшенко О.С.

\_\_\_\_\_

(ініціали, прізвище)

Група:

КІ-14бд

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет Інформаційних технологій та електроніки  
Кафедра Комп'ютерних наук та інженерії  
Освітньо-кваліфікаційний  
рівень бакалавр  
Напрямок підготовки 6.050102 – “комп'ютерна інженерія”  
(шифр і назва)  
Спеціальність \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Завідувач кафедри КНІ  
І.С. Скарга-Бандурова  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) БАКАЛАВРА**

Ляшенку Олександрю Сергійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Інформаційна система моніторингу та управління ризиками надзвичайних ситуацій
- керівник проекту (роботи) Щербакова Марина Євгенівна, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затверджені наказом вищого навчального закладу від " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ р. № \_\_\_\_\_
2. Термін подання студентом роботи 16.06.2018
3. Вихідні дані до роботи Розробити програму для швидкого реагування на виникнення надзвичайних ситуацій. Програма повинна являти собою проект із виконуваним модулем без інсталяційних засобів, мати віконний інтерфейс, заповнену сховану для користувачів базу даних. Для розробки програми використовувати методології й технології проектування ПЗ, моделі даних і БД.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз аналогічних розробок і постановка задачі, розробка алгоритму та програми вирішення поставлених задач, охорона праці
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
Електронні плакати

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

| Розділ        | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|---------------|---|----------------|------------------|
|               |   | завдання видав | завдання прийняв |
| Охорона праці | ст. викл. Критська Я.О.                   |                |                  |
|               |   |                |                  |
|               |   |                |                  |
|               |   |                |                  |
|               |   |                |                  |

7. Дата видачі завдання 30.04.2018

Керівник

\_\_\_\_\_ (підпис)

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_ (підпис)

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту (роботи)                 | Строк виконання етапів проекту ( роботи ) | Примітка |
|-------|--|---|----------|
| 1     | Аналіз завдання, робота з літературою                    | 05.05.2018 - 13.05.2018                   |          |
| 2     | Розробка програмної системи                              | 14.05.2018 - 01.06.2018                   |          |
| 3     | Тестування програмної системи                            | 02.06.2018 - 11.06.2018                   |          |
| 4     | Розробка розділу «Охорона праці»                         | 11.06.2018 - 13.06.2018                   |          |
| 5     | Оформлення пояснювальної записки та електронних плакатів | 13.06.2018 - 16.06.2018                   |          |
|       |  |   |          |
|       |  |   |          |
|       |  |   |          |
|       |  |   |          |
|       |  |   |          |
|       |  |   |          |

Здобувач вищої освіти

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Ляшенко О.С.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Щербакова М.Є.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка випускної кваліфікаційної роботи бакалавра:  
89 с., 11 рис., 12 табл., 2 додатки, 21 джерело посилань.

Дана робота присвячена дослідженню питань моніторингу виникнення надзвичайних ситуацій та управління ризиками.

Проведено дослідження зв'язку виникнення надзвичайних ситуацій з різними факторами. Результати досліджень дозволяють зробити висновок про доцільність застосування розроблених алгоритмів для вибору оптимальних рішень боротьби з наслідками надзвичайних ситуацій, ліквідації та запобігання виникаючих ризиків.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, ризик, аналіз, підсистема, захист, рішення

Умови одержання дипломного проекту: СНУ ім. В. Даля, пр. Центральний, 59-А, м. Сєвєродонецьк, 93400.

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАК .....   | 5  |
| ВСТУП .....   | 6  |
| 1 АНАЛІЗ АНАЛОГІЧНИХ РОЗРОБОК І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ .....  | 8  |
| 1.1 Постановка задач формування аналітичного моніторингу ризиків НС...  | 8  |
| 1.2 Аналіз методів та моделей інформаційної технології аналізу та управління ризиками. ....                               | 10 |
| 1.3 Технологія визначення інформаційних ознак ризику та його заходи....   | 19 |
| 1.4 Аналіз якості управління ризиками в умовах мнонокритеріальності і невизначеності .....                                | 22 |
| 1.5 Технологія управління якістю моніторингу ризиків з використанням функцій корисності.....                              | 32 |
| 1.6 Постановка технічного завдання.....   | 34 |
| 2. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ТА ПРОГРАМИ ВИРІШЕННЯ ПОСТАВЛЕНИХ ЗАДАЧ .....   | 44 |
| 2.1 Розробка алгоритму .....  | 44 |
| 2.2 Підготовка даних для заповнення бази знань для підсистеми операційного моніторингу надзвичайної ситуації .....        | 48 |
| 2.3 Критерії класифікації методів стратегії управління ризиками .....   | 52 |
| 2.4 Дослідження розроблених алгоритмів .....  | 63 |
| 3 ОХОРОНА ПРАЦІ .....   | 67 |
| 3.1 Аналіз потенційних небезпечних і шкідливих виробничих чинників проєктованого об’єкту, що мають вплив на персонал..... | 67 |
| 3.2 Заходи щодо техніки безпеки .....   | 69 |
| 3.3 Заходи, що забезпечують виробничу санітарію і гігієну праці .....   | 72 |
| 3.4 Рекомендації по пожежній безпеці .....  | 76 |
| ВИСНОВКИ.....   | 80 |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....  | 81 |
| ДОДАТОК А. ЛІСТІНГ КОДУ .....   | 83 |
| ДОДАТОК Б. ЕЛЕКТРОННІ ПЛАКАТИ.....  | 85 |

## **ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАК**

НС – надзвичайна ситуація

ОПР – особа приймаюча дії

## ВСТУП

Зростання масштабів господарської діяльності і бурхливий розвиток науково-технічної революції призвели до зростання кількості і масштабів, що виникають надзвичайних ситуацій (НС). Тому проблема захисту населення і територій при НС набула особливої актуальності

Попередження та ліквідація наслідків НС (emergency management) спрямовані на запобігання ризиків і роботу з ризиками що вже сталися в результаті виникнення НС. Такий напрям діяльності включає в себе підготовку до лиха або катастрофи до їх настання, роботу на випередження загроз і небезпек, реакцію на НС, підтримку життєдіяльності населення в зоні дії НС та участь у відновленні соціальної та техносфери після природних і техногенних катастроф.

НС супроводжуються не тільки матеріальними, але й величезними людськими втратами, тому в умовах НС дуже важливо швидко і правильно прийняти рішення. Інформаційний процес моніторингу ризиків НС є складовою частиною прийняття рішень з управління ризиками, оптимізації показників безпеки життєдіяльності людини. Крім того, він забезпечує ефективність контролю прийнятих рішень управління в умовах невизначеності.

Особливістю рішення пропонованих вище проблем є те, що необхідно їх вирішувати при спостереженні та контролі ризику, виділення інформаційних, значущих ознак ризиків, численні і оцінці ризику. У дослідженні необхідно розробити технологію моделювання та формування баз даних і знань проблемної області ризиків. Крім того, доцільно виконувати багатокритерійний контроль прийнятих рішень в умовах невизначеності. У технології управління ризиками для скорочення витрат часу і коштів на прийняття рішення доцільно використовувати знання про повний життєвий цикли минулих, подібних НС, для яких були вчасно вжиті попереджувальні та

оптимальні управлінські рішення. Висновок (або пошук рішень) на основі отриманих знань, що отримується в цьому випадку на основі системного аналізу бази знань прецедентів, якісних і кількісних даних повинен бути представлений у вигляді інформаційної технології управління ризиками.



## 1 АНАЛІЗ АНАЛОГІЧНИХ РОЗРОБОК І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ

### 1.1 Постановка задач формування аналітичного моніторингу ризиків НС

Досліджувана інформаційна технологія аналітичного моніторингу ризиків НС може бути представлена у вигляді покрокової процедури виконання різних операцій моніторингу (збір, обробка, аналіз, прогнозування і т.п.). Крім того, необхідно створити і постійно розширювати базу даних (БД) і базу знань (БЗ) у процесі моніторингу [1].

На першому кроці постановки задачі проводиться формулювання і визначення переліку можливих ризиків НС та формується завдання по створенню БД і БЗ. На цьому кроці докладно описується склад баз, призначення та мету їх створення, а також перераховується, які види управління передбачається здійснювати в цих базах (відбір, доповнення, зміна, друк або висновок звіту, рекомендацій тощо).

Другим кроком є виявлення можливих джерел інформації для моніторингу ризиків НС відповідно до виділених структурованим на першому кроці безліччю ймовірних ризиків (Табл.1.1).

На третьому кроці формується мережа моніторингу та збору інформації в базу даних і знань від джерел інформації. Визначаються додаткові інформаційні зв'язків на основі комплексування інформаційно технічних елементів в підсистему ризик-менеджменту (Рис.1.1).

Четвертий крок - збір інформації в базу даних і знань від джерел інформації про джерелах ризику НС. На цьому кроці розглядається структури БД і БЗ. Вирішується питання, з яких об'єктів може складатися БД, зв'язків між об'єктами, які параметри, властивості цих об'єктів і контекст їх використання. Після розбиття БД на окремі об'єкти необхідно розглянути властивості кожного з цих об'єктів, або, іншими словами, встановити, якими параметрами

описується кожен об'єкт в зоні НС. Всі ці відомості можна розташовувати у вигляді окремих записів і таблиць. Далі необхідно розглянути тип даних кожної окремої одиниці записи. Відомості про типи даних також слід занести в составляемую таблицю.

П'ятий крок - подання зібраної інформації для подальшої обробки та аналізу.

На шостому кроці за результатами обробки і аналізу даних і знань здійснюється моделювання ситуацій. Далі виділяються інформативні ознаки ризику (найбільш впливають на появу НС) (у роботах, такий підхід пов'язаний з введенням на основі кластеризації поняття «мікроситуації»). Отже, аналіз моделей НС можна завершити виділенням для бази знань значимих прецедентних квантів знань. Така база квантів знань має набір вдалих або раціональних рішень з точки зору отримання оптимальних або скоріше раціональних рішень для попередження або ліквідації наслідків НС. На цьому кроці для вибору раціональних рішень визначається близькість поточних мікроситуацій і мікроситуацій з прецедентної бази квантів знань.

На сьомому кроці проводиться обробка даних, семантичний аналіз сценаріїв та їх аналіз із застосуванням технологій системного моделювання. На даному етапі використовуються різні методи дослідження: проведення експертних оцінок, обробка нечітких знань і т.п. На цьому кроці по проведеним вище аналізу необхідно уточнити моделі БД і БЗ. Далі розглядаються переваги і недоліки кожної моделі і зіставляються з вимогами та завданнями створюваних баз. Після такого аналізу вибирають ту модель, яка зможе максимально забезпечити реалізацію поставленої задачі. Після створення моделей необхідно, залежно від обраного програмного продукту, визначити форму подання інформації.

На восьмому кроці проводиться оцінка ризику виникнення НС на основі виділених інформативних ознак відповідно до прийнятої концепції обчислення ризиків.

На дев'ятому кроці проводиться багатокритерійний аналіз якості рішення виконаного завдання з моніторингу ризиків розглянутого виду НС і вироблення рекомендацій з управління якістю моніторингу ризиків.

На десятому кроці вносяться корективи в технологію моніторингу ризиків НС з урахуванням вироблених на дев'ятому кроці рекомендацій.

## **1.2 Аналіз методів та моделей інформаційної технології аналізу та управління ризиками.**

В умовах НС ризики ступінь небезпеки для безпеки життєдіяльності населення і навколишнього середовища. Необхідно звернути увагу на те, що ризик щодо життєдіяльності людини в умовах НС має об'єктивно-діалектичну структуру. Об'єктивність ризику в умовах НС базується на тому, що він існує для людини в зоні НС в силу об'єктивних категорій кризової ситуації, невизначеності, розпливчастості, відсутності вичерпної інформації на момент оцінювання та прийняття управлінських рішень. Суб'єктивність ризику обумовлена тим, що процеси в навколишньому зоні НС мають вплив різного характеру, природи і ступеня впливу на людину. Об'єкт ризику визначено зоною аналізу. Необхідно підкреслити, що передбачити початок катастрофічних подій потрібно з допустимою точністю і не завжди можливо вчасно прийняти з високою точністю і достатністю ефективні заходи з ліквідації наслідків НС. Джерела ризику це процеси і явища, які призводять до невизначеності ситуації і викликають НС (Табл.1.1)

Таблиця 1.1 – Види ризику, я можуть привести до НС

| Види ризику    | Об'єкт ризику                  | Негативні наслідки ризику (характер шкоди, збитку)                                   |
|----------------|--------------------------------|--|
| Індивідуальний | Життя людини                   | Зниження роботоспроможності, захворювання, травми, інвалідність, смерть              |
| Соціальний     | Суспільство, Населення         | Пошкодження здоров'я, загибель людей, руйнування техносфери, ландшафту, втрата майна |
| Екологічний    | Навколишнє природне середовище | Загрязнение воды, воздуха, почвы, разрушение экологических объектов и систем         |
| Технічний      | Технічні об'єкти               | Аварія, вибух, обвал, пожежа, поломка, руйнування                                    |
| Економічний    | Майно, капітал, гроші          | Втрата майна, капіталу, випускаємої продукції, грошей, очікуваної вигоди             |

Розробка методів (табл.1.2) для оцінки ризику при ліквідації наслідків НС повинна відповідати поставленій меті технології моніторингу мінімізації ризиків життєдіяльності, довкілля та вибору оптимального рішення з безлічі альтернатив при управлінні ризиками в умовах контрольованої ситуації [2].

В результаті використання технології моніторингу ризиків для управління ризиками при виборі рішення вихідна безліч альтернатив звужується, тобто відбувається його редукція.

Відомо, що вибір рішення при управлінні ризиками в умовах НС є дією, що надає раціональну чи ефективну цілеспрямованість всієї діяльності особи приймаючої рішення (ОПР)[3].

Таблиця 1.2 - Методи оцінки ризику

| Група методів | Якісні   | Кількісні   |
|---------------|--|---|
|               | Детерміновані  |   |
| Детерміновані | <p>Перевірочного аркуша</p> <p>"Що буде, якщо?" (What -</p> <p>Аналіз виду і наслідків відмов - АВПО (Failure M</p> <p>Аналіз помилкових дій</p> <p>Концептуальний аналіз ризику (Concept Hazard tCHA)</p> <p>Концептуальний огляд безпеки (Concept Safety R</p> <p>Аналіз людських помилок (Human Hazard i</p> <p>Логічного аналізу</p> | <p>Методи, засновані на розпізнаванні образів (кластерний аналіз).</p> <p>Ранжування (експертні оцінки).</p> <p>Методика визначення та ранжування ризику (Hazard</p> <p>Аналіз виду, наслідків та критичності відмови - (АВПК) (Failure Mode, Effects and Critical Analysis - FMECA)</p> <p>Методика аналізу ефекту доміно (Methodology of domino effects analysis).</p> <p>Методика визначення та оцінки потенційного ризику (Methods of potential risk determination and evaluation).</p> |

Продовження таблиці 1.2

|                                   | Ймовірно-статистичні   |   |
|-----------------------------------|--|---|
| Статистичні теоретико-імовірнісні | Карти потоків.<br>Причини послідовності нещасних випадків<br>(<br>А<br>с<br>с<br>і<br>d<br>е<br>n<br>t | Контрольні карти. Аналіз дерева подій (АДС) (Event Tree Analysis - FTA).<br>Аналіз дерев відмов - АДО (Fault Tree Analysis - FTA).<br>Оцінка ризику мінімальних шляхів від ініціюючого до основної події (Short Cut Risk Assessment - SCRA). Дерево рішень. Імовірнісна оцінка ризику хімічно небезпечних об'єктів. |
| Ймовірно-евристичні               | Експертного оцінювання<br>Метод аналогій для визначення сценаріїв розвитку аварій.                     | Бальні оцінки<br>Суб'єктивні імовірнісні оцінки небезпечних станів.<br>Узгодження групових рішень на основі коефіцієнтів конкордації, побудова узагальнених ранжіровок.<br>Методи попарних порівнянь.   |

Вибір управлінського рішення в специфічних для НС умовах реалізується через реалізацію основної мети, яка забезпечує мінімізацію ризику життєдіяльності людини.

Аналіз існуючих підходів для реалізації технології моніторингу ризиків та вибору раціональних рішень при управлінні ризиками показує, що в даному дослідженні перспективними напрямками є методи:

- з генеруванням або виявленням з попереднього вдалого та ефективного досвіду управління ризиками для ліквідації наслідків НС з безлічі альтернатив, на якому належить ОПР здійснити вибір;

- з виділенням головних цілей, які знижують ризик і заради досягнення яких здійснюється вибір з альтернатив швидких і ефективних рішень;

- з розробкою та застосуванням методів і моделей для порівняння альтернатив між собою, тобто визначення рейтингу переваги для кожної альтернативи згідно з визначеними критеріями, що дозволяє побічно оцінювати, наскільки кожна альтернатива відповідає меті управління ризиками.

Аналізуючи сучасний стан досліджень в області технології моніторингу НС, управління ризиками та прийняття рішень при управлінні ризиками для передбачення та ліквідації наслідків НС, можна виділити наступні особливості вирішення поставленого завдання :

- безліч альтернатив, може бути як кінцевим, рахунковим або континуальним, так і закритим (тобто відомим повністю) або відкритим (що включає невідомі рішення);

- порівняння і вибір альтернатив може здійснюватися за одним або кількома критеріями, які, в свою чергу, можуть мати кількісний або якісний характер;

- режим вибору може бути одноразовим (разовим), або багаторазовим, повторюваним, що включає зворотний зв'язок за результатами вибору, тобто допускає навчання алгоритмів прийняття рішень з урахуванням наслідків попередніх виборів;

- наслідки вибору кожної альтернативи можуть бути точно відомі заздалегідь (вибір в умовах визначеності), мати імовірнісний характер, коли відомі ймовірності можливих результатів після зробленого вибору (вибір в умовах ризику) або мати неоднозначний результат з невідомими ймовірностями (вибір в умовах невизначеності);

- відповідальність за вибір може бути відсутнім, бути індивідуальною або груповий;
- ступінь узгодженості цілей при груповому виборі може варіюватися від повного збігу інтересів сторін (кооперативний вибір) до їх протилежності (вибір в конфліктній ситуації);
- можливі також проміжні варіанти вибору рішення: компроміс, коаліція, наростаючий або затухаючий конфлікт.

На підставі аналізу сучасного стану вирішення сформульованої вище проблеми вибору рішень при моніторингу та управлінні ризиками для попередження і ліквідації наслідків НС можна зробити висновок, що перераховані варіанти інформаційних технологій в умовах НС вивчені в різному ступені, але перспективним є їх об'єднання з урахуванням специфіки вирішуваних завдань. В першу чергу необхідно виконати системний аналіз, оцінку і моделювання різних ризиків і виконати їх якісний і кількісний аналіз.

Технологія якісного аналізу моніторингу ризиків має наступну послідовність [4]:

- 1) Виявлення джерел і причин ризику, етапів і робіт, при виконанні яких виникає ризик (встановлення потенційних зон ризику).
- 2) Ідентифікацію всіх можливих ризиків.
- 3) Виявлення практичних вигод і можливих негативних наслідків.

Якісний аналіз моніторингу ризиків дозволяє виділити найбільші ризики при прийнятті рішень, для управління ризиками в умови НС. В результаті виявляються часові мітки появи небезпеки. Ризик може виникти миттєво (вибух), бути розподіленим у часі (викид небезпечних речовин) або проявлятися через деякий проміжок часу (віддалений ефект).

Технологія кількісного аналізу моніторингу ризиків зазвичай виконується в наступній послідовності:

- 1) Кількісне визначення окремих ризиків.
- 2) Управління ризику в умовах НС.



При реалізації етапу управління ризиками в умовах НС для прийняття управлінських рішень необхідно вирішити чотири основні завдання:

- 1) завдання і аналіз мети;
- 2) формування множини допустимих рішень;
- 3) вибір і обґрунтування системи оцінювання допустимих рішень (задача оцінювання);
- 4) визначення найкращого рішення (задача оптимізації).

В даний час використовується наступний стандарт в галузі управління ризиками ISO 31000 Менеджмент ризику [5]. Аналіз ризику технологічних систем (Рис.1.1).

У загальному випадку управління ризиком - це розробка та обґрунтування оптимальних програм діяльності, покликаних ефективно реалізувати рішення в галузі забезпечення безпеки. Головний елемент такої діяльності - процес оптимального розподілу обмежених ресурсів на зниження різних видів ризику з метою досягнення такого рівня безпеки населення і навколишнього середовища, який тільки можливий з точки зору економічних і соціальних факторів. Цей процес заснований на моніторингу довілля та аналізі ризику.

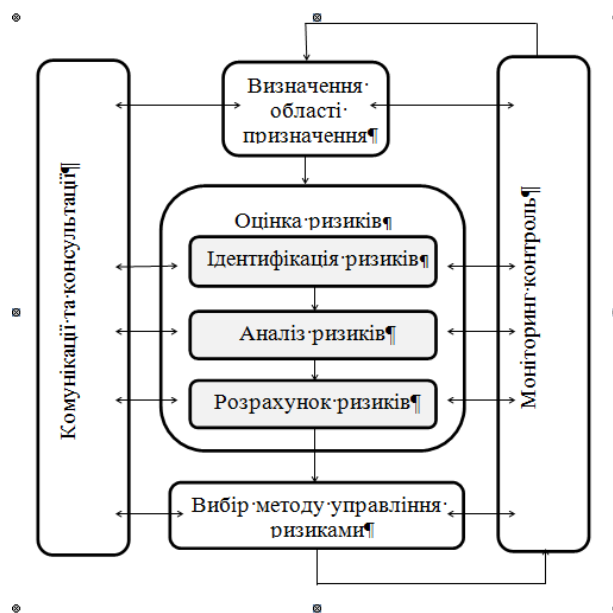


Рисунок 1.1 – Підсистема ризик-менеджмента у відповідності зі стандартом ISO 31000

Структура системи управління природними та техногенними ризиками включає наступні основні етапи:

1. Виходячи з економічних і соціальних факторів, встановлюються рівні прийняттого ризику і будуються механізми державного регулювання та забезпечення безпеки життєдіяльності та навколишнього середовища.

2. Моніторинг довкілля, аналіз ризику для життєдіяльності населення та прогнозування НС;

3. Прийняття рішень про доцільність проведення заходів захисту.

4. Раціональний розподіл коштів на превентивні заходи, щодо зниження ризику і заходи щодо пом'якшення наслідків НС.

5. Здійснення превентивних заходів щодо зниження ризику НС та пом'якшення наслідків.

6. Проведення аварійно-рятувальних та відновлювальних робіт при виникненні НС.

Під управлінням ризиком розуміється цілеспрямований процес впливу на ЧС. Ризик вважається прийнятним, якщо характеризують його величини (ймовірність виникнення несприятливих ситуацій та очікувані наслідки) настільки незначні, що заради одержуваної вигоди у вигляді матеріальних та соціальних благ людина і суспільства в цілому їм можна знехтувати.

Як вже зазначалося вище, величина ризику визначається як ймовірність заподіяння шкоди життю або здоров'ю громадян, майну фізичних або юридичних осіб, майну, довкіллю.

Основна мета дій ОПР, в умовах ліквідації наслідків НС: прийняття ефективних або раціональних рішень, які виключали б значні людські, матеріальні, часові втрати і були спрямовані на мінімізацію ризику безпеки життєдіяльності людини. При цьому виділені вимоги повинні відповідати суперечливим умовами ефективності рішень: повноті, своєчасності та оптимальності. Прагнення задовольнити зазначені вимоги призводить до серйозних методологічних і обчислювальних труднощам. Зокрема, забезпечення комплексності (повноти) рішень веде до необхідності більш

повного врахування внутрішніх і зовнішніх факторів, що збільшує розмірність задачі прийняття рішень і вимагає визнати її многокритеріальною. При цьому зростає невизначеність, обумовлена неповнотою знань про взаємовплив факторів, неточністю їх вимірювання, випадковими зовнішніми і внутрішніми впливами.

У сучасних роботах в області моніторингу ризиків, підтримки прийняття рішень при управлінні ризиками підкреслюється, що повна формалізація перебування найкращого або оптимального рішення можлива тільки для відносно простих, добре вивчених завдань. Однак на практиці найчастіше зустрічаються слабо структуровані завдання управління ризиками, для яких (протягом реальних часових обмежень) повністю формалізованих алгоритмів оптимізації прийнятих рішень неможливо розробити.

Звичайно, в цьому випадку для пошуку рішення в умовах многокритеріальності і невизначеності можна застосувати не реально довгий повний перебір і метод проб і помилок. Експерти можуть вирішити проблему вибору близько до оптимального рішення. Звичайно, якщо вони опиняться в потрібному місці і своєчасно в безпосередній близькості від місця виникнення НС. Крім того, для ліквідації наслідків НС є дуже велика небезпека міжвідомчої неузгодженості, некомпетентності виконавців і низькою технічної оснащеності технічними засобами відповідних рятувальних підрозділів.

Тому в дослідженні технології моніторингу для ліквідації наслідків НС найдоцільніше використовувати здібності людини вирішувати неформалізовані задачі в поєднанні з можливостями комбінації формальних методів і комп'ютерного моделювання: інтелектуальні, діалогові системи підтримки прийняття рішень при управлінні ризиками, експертні системи, адаптивні людино-машинні автоматизовані системи управління ризиками, нейронні мережі і когнітивні системи.

При моніторингу ризиків зменшення невизначеності відбувається в результаті отримання даних від перетворювачів інформації та прийняття

рішення для управління ризиками, яке вибирається з деякого безлічі альтернатив. Причому кількість інформації при отриманні даних прийнято вважати як кількісну міру ступеня зняття невизначеності. Отже, спроба усунути вихідну невизначеність шляхом розширення кількісного та якісного оцінювання, по-перше, вимагає збільшення матеріальних витрат, високої кваліфікації ОПР, великих витрат часу і, як наслідок, призводить до несвоєчасності прийняття рішень.

### **1.3 Технологія визначення інформаційних ознак ризику та його заходи**

У технології моніторингу визначення інформаційних ознак ризику можна виділити два основних етапи:

Етап 1. Оцінка ризику. При цьому виконується ідентифікація ризиків, оцінюється ймовірності несприятливих подій, визначаються структури та обсяги можливих збитків, будуються закони розподілу збитків і в результаті оцінюється міра ризику.

Етап 2. Управління ризиками. При цьому вибирається раціональні рішення для управління з безлічі альтернативних рішень з мінімальними витратами часу і коштів. Іншими словами вирішується багатокритеріальна задача вибору раціональних рішень в умовах невизначеності з урахуванням досвіду або прецедентної бази знань про вдалі рішення в предидущих НС. У висновку необхідний адаптивний контроль результатів прийнятих управлінських рішень.

При аналізі ризиків основна мета ідентифікації ризиків це визначення складу негативних подій, що викликають погіршення якості навколишнього середовища і прямо або побічно завдають економічної і матеріальний збиток людям і даного об'єкту в зоні НС. Подія розглядається як негативне, якщо існує

реальна можливість його прояву, а його прояв може завдати об'єкту і людям реальну шкоду. Структуру повного збитку зазвичай уявляють, як показано на (Рис.1.2) .

Наслідки негативних подій можуть бути взаємопов'язані в ланцюзі причинно-наслідкових відносин. При цьому ідентифікація ризику включає:

- встановлення можливості негативних подій;
- виявлення послідовностей подій, які формують результуючий реальне негативна подія для об'єкта (наприклад, землетрус, руйнування нафтопроводу, забруднення території тощо).

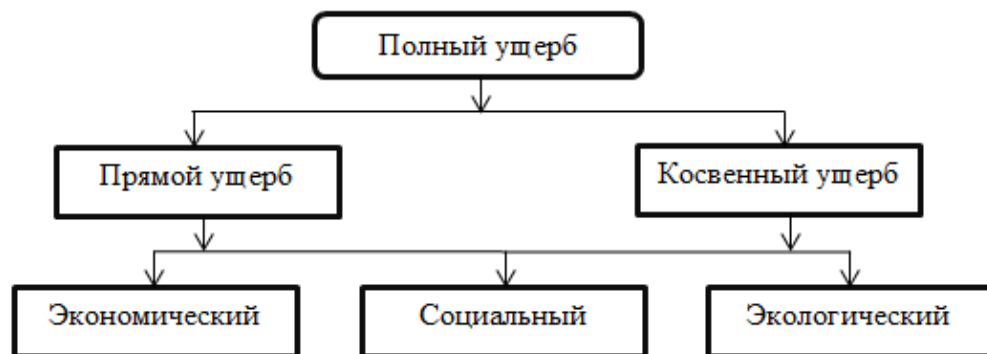


Рисунок 1.2 – структура повного збитку від НС

Серед методів ідентифікації ризиків і оцінки ймовірності прояви небажаних подій розрізняють:

- статистичні;
- аналітичні;
- експертні.

Для оцінки ймовірностей прояву небажаних подій, які віднесені до розряду ризикових, визначається певний період часу (місяць, рік, п'ятиріччя тощо). Такі дані повинні накопичуватися в базі знань прецедентів для подальшого прийняття управлінських рішень з мінімальними затрять часу і коштів . У деяких випадках розглянуті методи застосовують в комплексі, коли

доцільно перевірити дані, отримані за допомогою одного методу, іншим методом.

При ідентифікації ризику (Рис.1.1) необхідно пределеніе структури можливого збитку. У разі еколого-економічних ризиків збиток може не бути прямим наслідком НС, а проявитися опосередковано, через викликане НС погіршення якості навколишнього середовища.

Розрізняють натуральний збиток (фізичний) вимірюється деякими характеристиками, що відображають погіршення, втрату властивостей об'єкта (загинуло N дерев, пошкоджено До машин, забруднено L гектарів ґрунту тощо).

У вартісній формі збиток представляється у вигляді збитку. Розрізняють такі типи збитків (Рис.1.2):

- прямі, які включають безпосередні втрати об'єкта аналізу (здоров'я, умов життя для населення, майна і т.п.);
- непрямі, які виникають як наслідок неможливості для об'єкта вести нормальну діяльність, яку він здійснював до прояву події.

Зазвичай для визначення збитків використовують методи, які реалізують:

- нормативний підхід (розмір збитків визначається нормативними показниками, зазвичай передбаченими законодавством, практикою відшкодування збитків);
- розрахункові підходи (визначення всіх складових збитку і досить точна оцінка їх вартості);
- ринковий підхід (оцінка збитків за втрати ринкової вартості майна, втрати заробітної плати тощо).

На практиці використовується величина середнього ризику, або математичного очікування збитку. Ця характеристика відображає інформацію про середній збиток за період (середньорічному, середньомісячному), який об'єкт понесе при постійній стратегії управління.

Технологія управління ризиками (захисту від наслідків НС) пов'язана з визначенням показників максимально прийнятною величини збитку максимально допустимої ймовірності його виникнення (вихідний показник при розробці стратегії захисту приймається деякий дуже мале значення ймовірності отримання великих збитків). Так наприклад, допустимий рівень ймовірності НС з великою шкодою (катастрофи) на промислових підприємствах визначається величиною  $10^{-5}$ - $10^{-6}$  на рік.

У практиці проведення робіт в області аналізу ризику НС для персоналу промислових об'єктів і населення найчастіше користуються класичними визначеннями індивідуального і соціального ризику.

Під індивідуальним ризиком розуміють ймовірність загибелі людини на рік від певних причин (або їх сукупності) в певній точці простору. Результати аналізу індивідуального ризику відображаються на карті (ситуаційному плані) аналізованого об'єкта (території можливої природної НС) та прилеглих районів у вигляді замкнених ліній рівних значень.

Соціальний ризик залежність частоти виникнення подій, що викликають ураження певного числа людей, від цього числа людей. Результати аналізу зображуються у вигляді графіків.

#### **1.4 Аналіз якості управління ризиками в умовах многокритеріальності і невизначеності**

Загальна схема технології управління ризиками можна розглядати в такій послідовності:

- 1) Визначення організаційного контексту.
- 2) Ідентифікація ризиків.
- 3) Аналіз ризиків.
- 4) Оцінка і ранжування ризиків.

- 5) Вибір способів управління ризиками.
- 6) Моніторинг та перегляд рішень.

При визначенні організаційного контексту, необхідно виявити цілі, стратегії та завдання передбачення та ліквідації наслідків НС, основна мета забезпечення безпеки життєдіяльності населення в зоні НС, взаємозв'язку ризиків з навколишнім середовищем, а також визначити критерії та допустимі рівні при оцінці ризиків.

Ідентифікація ризиків найбільш критичний етап, який полягає в складанні переліку чинників, що можуть вплинути на зменшення ризиків. Визначають, які обставини, фактори, чому і як можуть проявитися в контрольованій зоні. Виконання цього кроку вимагає системного моделювання НС. При цьому важливо розуміння цілей управління ризиками, оскільки останні безпосередньо впливають на вибір і реалізацію прийнятих рішень, а також врахувати асоційовані ризики.

Оцінка ризиків передбачає визначення величини можливих результатів (позитивних чи негативних) впливу невизначених факторів і ймовірність (правдоподібність) їх настання. Концептуально, вплив ризику визначається за формулою:

$$R(X) = P(X) \cdot Pot(X), \quad (1.1)$$

де  $R(X)$  схильність ризику;  $P(X)$  ймовірність настання небажаного результату;  $Pot(X)$  втрати, внаслідок небажаного результату.

Цей крок, як правило, не викликає труднощів для кількісних даних, але вимагає застосування спеціальних методів виявлення та обробки суб'єктивних оцінок якісних факторів. Облік впливу невизначених параметрів здійснюється шляхом використання функцій щільності імовірності.

Встановлення пріоритетів ризиків передбачає упорядкування факторів ризику з метою відбору найбільш значущих з точки зору впливу на



виникнення НС. Ці фактори слід піддати подальшого детального аналізу і враховувати при розробці планів щодо вирішення проблеми управління ризиками в умовах НС.

На етапі вибору способу поведження з ризиками визначають спосіб поведження з вибраними видами ризиків і розробляють сценарні плани управління, розпорядчі дії у разі настання несприятливих подій. Найбільш важливим моментом є інтеграція приватних методів управління окремими ризиками в цілісний план, що дозволяє скоординувати дії в цілому.

Вибір будь-якого способу поведження з ризиком, прийняття, передача або поділ, визначаються конкретним напрямом діяльності ОПР і ефективністю обраного способу, що визначається за формулою:

$$R_{ef} = \frac{R_{before} - R_{after}}{C_{var}}, \quad (1.2)$$

де  $R_{ef}$  ефект від зниження ризику, (спосіб прийнятний при  $R_{ef} > 1$ );  $R_{before}$  і  $R_{after}$  схильність ризику до і після застосування обраного способу його зниження, відповідно;  $C_{var}$  - витрати, пов'язані із застосуванням даного способу.

Моніторинг факторів ризику і виявлення характеру їх поведінки є одним з ключових елементів процедури управління ризиками. На цьому кроці відслідковуються фактори, що входять в модель діяльності, і в разі появи тенденції їх виходу за певні межі виконується коректування діяльності організації за сценарієм, складеним на етапі планування. У разі необхідності вносять зміни у зміст процедури управління ризиками. Новизна наведеної технології моніторингу ризиків при управлінні ризиком полягає в її комплексному характері, що базується на системному підході до розгляду організації в контексті її оточення (Рис.1.3).

Організаційна схема взаємодії основних підсистем в рамках забезпечення стійкості життєдіяльності людини та навколишнього середовища конкретизує напрямки проведеного дослідження. Рішення вище поставлених завдань повинні вирішуватися комплексно з урахуванням многокритеріальності і невизначеності розглянутої проблеми технології моніторингу та управління ризиками.

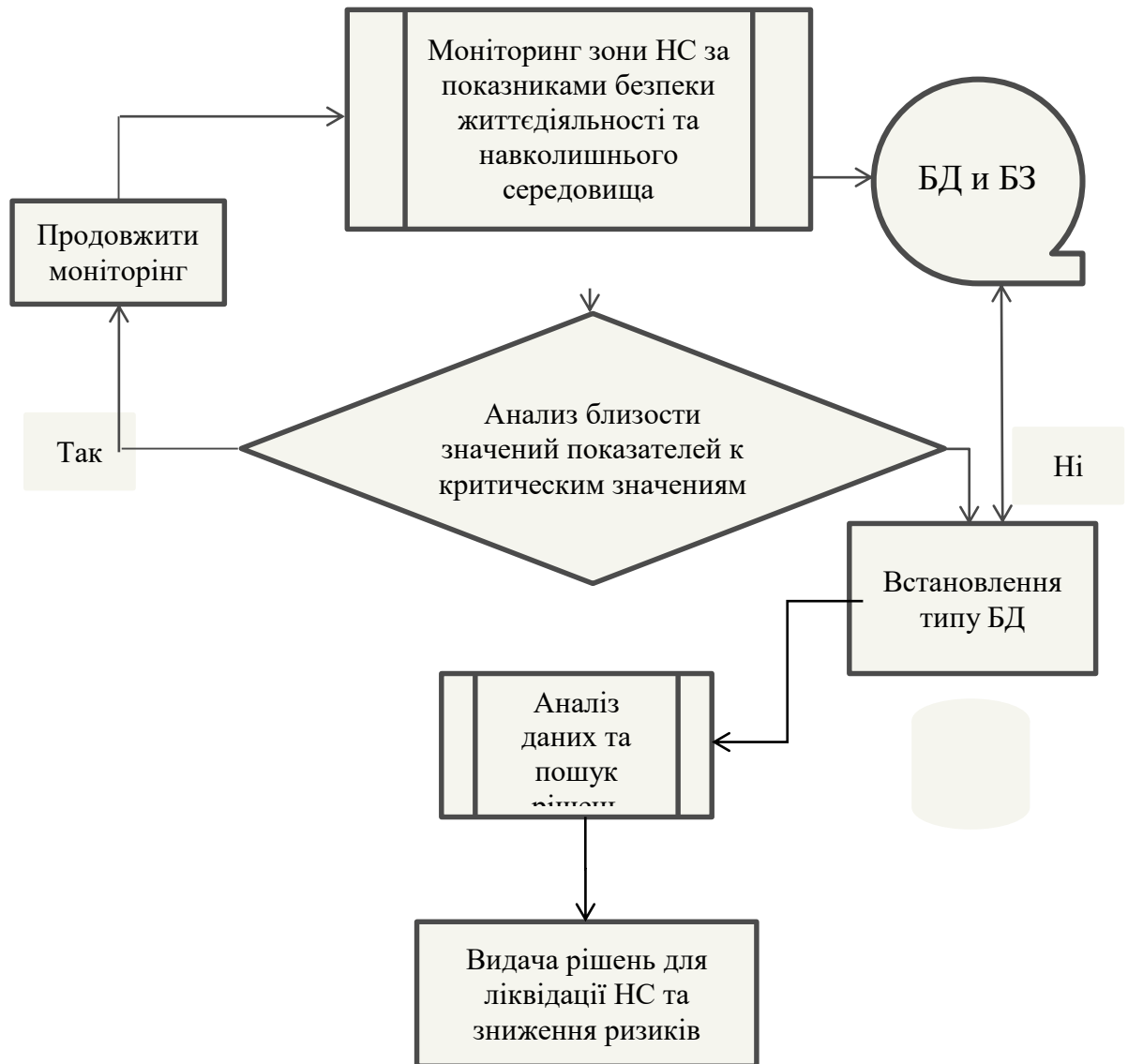


Рисунок 1.3 – Схема алгоритма технології виробітки рекомендацій по ліквідації надзвичайних ситуацій та зниженню збитків

На (Рис.1.4) видно, що найбільш значущими елементами досліджуваної технології є блоки «Система підтримки прийняття рішень», «Статистична база

даних» та «Динамічна база даних». Це обумовлено тим, що рішення виробляються на підставі баз даних і, разом з тим, є основою для поповнення динамічної бази цієї системи. Виходячи з відомого досвіду, оптимізація подібних підсистем можлива за рахунок підвищення ефективності їх взаємодії на різних рівнях.



Рисунок 1.4 - Організаційна схема взаємодії основних підсистем в рамках розглянутої технології моніторингу та управління ризиками

Такий підхід вимагає додаткового дослідження з урахуванням технологічних і організаційних особливостей, що відносяться до розглянутої предметної області.

У блоці «Підсистема підтримки прийняття рішень» доводиться враховувати велику кількість невизначених і суперечливих факторів для вибору альтернативного рішення при вирішенні багатокритеріальної задачі.

Якщо для проектування БД основні труднощі полягають в оцінці повноти та достовірності кількісних даних, то для динамічної БЗ (Рис.1.4) необхідно вибрати найбільш точні та ефективні методи і моделі.

Таблиця 1.3 – Характеристика вихідних даних

| Набір вихідних даних       | Число вхідних параметрів | Типи вхідних параметрів   | Об'єм вибірки | Число класів |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------|--------------|
| BUPA Liver Disorders       | 6                        | числові                   | 345           | 2            |
| Australian Credit Approval | 14                       | числові,<br>категоріальні | 690           | 2            |
| German Credit Data         | 20                       | числові,<br>категоріальні | 1000          | 2            |

У першому наборі представлені дані, відповідні задачі діагностування захворювання печінки людини за результатами аналізу його крові. Другий набір даних відповідає завданню виявлення підозрілих транзакцій з банківськими картами. Третій набір даних відповідає завданню прийняття рішення про видачу споживчого кредиту на підставі анкетних даних позичальника.

В якості міри ефективності баз знань виступала точність класифікації. Для визначення значущості отриманих результатів проводилося їх порівняння

з відомими результатами інших авторів. В (табл.1.2) наведено результати класифікації

Таблиця 1.4 – порівняння точність методів класифікації в БЗ

| Набір даних, метод класифікації   | BUPA Liver Disorders | Australian Credit Approval | German Credit Data |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------|
| Байесовский классификатор         | 0,629                | 0,847                      | 0,679              |
| Многослойный персептрон           | 0,693                | 0,833                      | 0,716              |
| Метод случайных подпространств    | 0,632                | 0,852                      | 0,677              |
| Коллектив нейронных сетей         | 0,783                | 0,918                      | 0,815              |
| Нечетко-продукционная база знаний | 0,762                | 0,859                      | 0,827              |

З (табл.1.4) видно, що класифікує здатність сформованих нечітко-продукційних баз знань поступається лише класифікатору на основі колективу нейронних мереж і перевершує всі відомі методи класифікації, що беруть участь в порівнянні. Отримані результати для даного дослідження вказують на можливість ефективного використання запропонованого підходу до формування баз знань експертних діагностичних систем.

Невизначеність є невід'ємною частиною процесів прийняття рішень, і їх можна розділити на три класи :

- невизначеність, пов'язана з неповнотою знань про проблему, по якій має бути прийняте рішення;

- невизначеність, пов'язана з неможливістю повного врахування реакції навколишнього середовища на прийняті рішення;

- невизначеність, пов'язана з не правильним розумінням своїх цілей особою, яка приймає рішення.

Крім того, в сучасній теорії вибору рішень вважається, що в задачах прийняття рішень існує три основних види невизначеності:

1. Інформаційна (статистична) невизначеність вихідних даних для прийняття рішень.

2. Невизначеність наслідків прийняття рішень (вибору).

3. Невизначеність розпливчато в описі компонент процесу прийняття рішень.

Дані, отримані про предметну область, не можуть розглядатися як абсолютно точні. Крім того, очевидно, ці дані нас цікавлять не самі по собі, а лише в якості сигналів, які, можливо, несуть певну інформацію про те, що нас насправді цікавить. Таким чином, реалістичніше вважати, що ми маємо справу з даними, не тільки зашумленими і неточними, але ще і непрямими, а можливо, і не повними. Крім того, ці дані стосуються не всієї досліджуваної (генеральної) сукупності, а лише певного її підмножини, про який ми змогли фактично зібрати дані, однак при цьому ми хочемо зробити висновки з усієї сукупності, причому хочемо ще й знати ступінь достовірності цих висновків.

В умовах, коли є можливість для контрольованої НС можна в нашому дослідженні використовувати теорію статистичних рішень.

У цій теорії існують два основних джерела невизначеності. По-перше, невідомо, якому розподілу підкоряються вихідні дані. По-друге, невідомо, яке розподіл має те безліч (генеральна сукупність), про який ми хочемо зробити висновки щодо його підмножеству, що утворює вихідні дані.

Статистичні процедури це і є процедури прийняття рішень, що знімають обидва ці види невизначеності.

Необхідно зазначити, що існує ряд причин, які призводять до некоректного застосування статистичних методів: статистичні висновки, як і

будь-які інші, завжди мають деяку певну надійність або достовірність. Але, на відміну від багатьох інших випадків, достовірність статистичних висновків відома і визначається в ході статистичного дослідження; якість рішення, отриманого в результаті застосування статистичної процедури, залежить від якості вихідних даних; не слід піддавати статистичній обробці дані, що не мають статистичної природи; необхідно використовувати статистичні процедури, що відповідають рівню апріорної інформації про досліджувану сукупності (наприклад, не слід застосовувати методи дисперсійного аналізу до негауссовим даними). Якщо розподіл вихідних даних невідомо, то треба або його встановити, або використовувати кілька різних методів і порівняти результати. Якщо вони сильно відрізняються - це говорить про непридатними деяких з використаних процедур.

Коли наслідки вибору тієї чи іншої альтернативи однозначно визначаються самою альтернативою, то можна не розрізняти альтернативу і її наслідки, вважаючи само собою зрозумілим, що вибираючи альтернативу, ми насправді обираємо її наслідки. Однак у реальній практиці нерідко доводиться мати справу з більш складною ситуацією, коли вибір тієї чи іншої альтернативи неоднозначно визначає наслідки зробленого вибору. У разі дискретного набору альтернатив і наслідків їх вибору, за умови, що сам набір можливих результатів загальний для всіх альтернатив, можна вважати, що різні альтернативи відрізняються один від одного розподілом ймовірностей результатів. Ці розподілу ймовірностей в загальному випадку можуть залежати від результатів вибору альтернатив і реально наступили в результаті цього наслідків. У найпростішому випадку наслідки різновірогідні. Самі результати зазвичай мають сенс вигравів чи втрат і виражаються кількісно. Якщо результати рівні для всіх альтернатив, то вибирати нічого. Якщо ж вони різні, то можна порівнювати альтернативи, вводячи для них ті чи інші кількісні оцінки. Різноманітність завдань теорії ігор пов'язано з різним вибором числових характеристик втрат і вигравів в результаті вибору альтернатив,

різними ступенями конфліктності між сторонами, які обирають альтернативи і т.д.

Будь-яка задача вибору є завданням цільового звуження безлічі альтернатив. Як формальний опис альтернатив (сам їх перелік, перелік їх ознак або параметрів), так і опис правил їх порівняння (критеріїв, відносин) завжди даються в термінах тієї чи іншої вимірювальної шкали (навіть тоді, коли той, хто це робить, не знає про це).

Відомо, що всі шкали розмиті, але різною мірою. Під терміном "розмиті" розуміється властивість шкал, для яких завжди можна пред'явити такі дві альтернативи. Причому ці альтернативи помітні в одній шкалі й невиразні, тобто тотожні, в іншій - більш розмитою. Чим менше градацій в деякій шкалі, тим більше вона розмита.

Таким чином, ми можемо чітко бачити альтернативи і одночасно нечітко їх класифікувати, тобто мати невизначеність у питанні про те, до яких класів вони відносяться.

Аналіз методів моделювання ситуацій і методів прийняття квазіоптимальних рішень при ліквідації наслідків НС показав, що найбільш перспективними напрямками досліджень є адаптивні або самоорганізуються підходи при моделюванні ситуацій для ліквідації наслідків НС.

Сучасні підходи у вирішенні поставленого в даному дослідженні завдання припускають декомпозицію проблеми моніторингу, управління ризиками і в кінцевому підсумку вибору рішень при ліквідації наслідків НС, як по точності, так і за ефективністю на два умовно незалежні завдання. Перша - детермінована завдання управління ризиками вирішується без урахування невизначеності, а друга - управління ризиками в умовах невизначеності цільової функції - без урахування многокритеріальності. Це обумовлено принциповою некоректністю по Адамар завдання управління ризиками в силу не єдності її вирішення.

Про одну і ту ж НС можна говорити на різних мовах різного ступеня спільності та адекватності. Найбільш популярною мовою формалізації вибору



рішень при управлінні ризиками є критерійний мову. Назва цієї мови пов'язано з основним припущенням, що складається в тому, що кожен окремо взяту альтернативу можна оцінити деяких конкретних (одним) числом, після чого порівняння альтернатив зводиться до порівняння відповідних їм чисел.

У зв'язку тим, що причини виникнення попередніх НС не можуть повністю збігатися з поточними параметрами навколишнього середовища в контрольованій зоні НС в даному дослідженні для моделювання НС доцільно використовувати поняття мікроситуації [3] –  $Msit$ .  $\{Msit\}$  визначено на безлічі кількісних і якісних даних про довкілля, які визначають ступінь невизначеності розв'язуваної задачі. Розширення даних про процеси, які відбуваються в навколишньому середовищі, за рахунок використання прецедентної бази даних про минулі НС знижує невизначеність.

### **1.5 Технологія управління якістю моніторингу ризиків з використанням функцій корисності**

Технологія системного аналізу та вибору управлінських рішень для ліквідації наслідків у підконтрольній зоні НС в загальних рисах виглядає так:

У результаті часового та дисперсійного аналізу  $\{X\}$  для навколишнього середовища в зони НС дані ранжируються по степені впливу на виникнення НС;

На підставі аналізу формується ранжированная база даних мікроситуацій  $\{Msit\}$ ;

Моделна база даних мікро ситуацій  $\{Msit\}$  розширюється за рахунок даних про вдалі управлінських рішеннях –  $\mathfrak{Z}$ ,  $R_{ef}$  – ефект від зниження ризику та ефективного використання ресурсів -  $Res$  для вже минулих НС  $\{Msit\langle \mathfrak{Z}, Res, R_{ef} \rangle\}$

Для мікроситуацій, які розташовані за шкалою ранжирування у верхній позиції шкали (тобто мають найбільший вплив на виникнення НС) визначаються найкраще управляє рішення при управлінні ризиками –  $\mathfrak{J}^*$  та вибрані при цьому ресурси  $Res^*$  ;

Далі використовується інтелектуальний вибір рішень (1.4) с використанням теорії корисності.

В результаті системного аналізу накопичених для подібних НС мікроситуацій  $\{Msit^* \langle \mathfrak{J}^*, Res^*, R_{ef}^* \rangle\}$  і виконання з запропонованої вище технології (п.п. 1- 4) модельна база даних мікроситуацій перетвориться в у безліч квантів знань -  $\{Msit^* \langle \mathfrak{J}^*, Res^*, R_{ef}^* \rangle\}$ . Використовуючи аналіз близькості поточної мікроситуації  $Msit \langle \mathfrak{J}, Res, R_{ef} \rangle$  для підконтрольної зони НС та  $\{Msit^* \langle \mathfrak{J}^*, Res^*, R_{ef}^* \rangle\}$  отримуємо раціональне управлінське рішення для ліквідації наслідків у контрольованій зоне НС

$$z = \langle Sit \{Msit\}, Msit^*, \mathfrak{J}^*, Res^*, R_{ef}^* \rangle, \quad (1.3)$$

де  $Sit \{Msit_j\}$ ,  $j = \overline{1, m}$  – НС у контрольованій зоні НС, яка описує стан навколишнього середовища,  $R_{ef}$  – ефект від зниження ризику (1.2)

Технологія моніторингу та управління ризиками для реалізації принципу оптимальності при усуненні наслідків НС базується на формуванні узагальненого скалярного критерію на безлічі приватних критеріїв  $\{k_i(z)\}$   $i = \overline{1, n}$ . Зазвичай його називають функцією корисності  $\Pi(z)$  :

$$\Pi(z) = Q[\lambda_i, k_i(z)], \quad i = \overline{1, n}, \quad (1.4)$$

де  $\lambda_i$  - коефіцієнти ізоморфізму, що призводять різномірні приватні критерії  $k_i(z)$  до ізоморфного виду;  $Q$  – оператор, який реалізує процедуру обчислення функції корисності  $\Pi(z)$  для всіх  $z \in Z^C$ .

## 1.6 Постановка технічного завдання

Поставлена мета дослідження технології моніторингу ризиків досягається рішенням (1.3) шляхом застосування функції корисності виду (1.4) з оператором. При цьому використовуємо системний підхід цілеспрямованого прийняття рішень на мікроситуаційній базі прецедентних квантів знань, суть якого полягає в теоретико-множині поданні управлінських рішень і вибору у відповідності з принципами теорії корисності.

Нехай, наприклад,  $\{Z\}$  - безліч альтернатив, а  $z$  - деяка певна альтернатива, що належить цій безлічі:  $z \in Z$ . Тоді вважається, що для всіх  $z$  може бути задана функція  $k(z)$ , яка називається критерієм (критерієм якості, цільовою функцією, функцією переваги, функцією корисності і т.п.). Ця функція має тим властивістю, що якщо альтернатива  $z_1$  переважніше  $z_2$  ( $z_1 \succ z_2$ ), тоді  $k_1(z_1) \succ k_2(z_2)$ . При цьому вибір зводиться до відшукування альтернативи з найбільшим значенням критеріальною функції.

Однак на практиці використання лише одного критерію для порівняння ступеня переваги альтернатив виявляється невиправданим спрощенням, оскільки більш докладний розгляд альтернатив призводить до необхідності оцінювати їх не по одному, а за багатьма критеріями, які можуть мати різну природу і якісно відрізнятися один від одного.

При ліквідації наслідків НС вирішення проблеми вибору ефективного або раціонального рішення для управління при ліквідації наслідків НС

пов'язано з вибором технічних засобів або ресурсів рятувальних служб. Технічні засоби використовуються для порятунку і евакуації людей з небезпечної зони впливу НС. Необхідно вибирати їх оптимальна кількість, оптимізувати маршрути транспортування постраждалих, розгорнути будівельно-рятувальні роботи, вибирати ефективні засоби для зв'язку і управління. При виборі найбільш прийняттого управлінського рішення порівняння варіантів йде одночасно по багатьом групам критеріїв: технічним, технологічним, економічним, соціальним, ергономічним та ін.

Багатокритеріальні задачі моніторингу та управління ризиками не мають однозначного спільного рішення. Тому в даному дослідженні пропонується безліч способів надати багатокритеріальній задачі приватний вид, що допускає єдине спільне рішення. Природно, що для різних способів ці рішення є в загальному випадку різними. Тому чи не головне в рішенні багатокритеріальної задачі - обґрунтування даного виду її постановки.

Використовуються різні варіанти спрощення багатокритеріальної задачі вибору при управлінні ризиками. Перелічимо деякі з них.

1. Умовна максимізація (знаходиться не глобальний екстремум інтегрального критерію, а локальний екстремум основного критерію).
2. Пошук альтернативи із заданими властивостями.
3. Знаходження множини Парето.
4. Зведення багатокритеріальної задачі до однокритерійним завданням шляхом застосування інтегрального критерію.

Жоден локальний (приватний) критерій ефективності  $k_j(z) \in \langle k_j(z) \rangle \subseteq Z^C$  з області компромісів  $Z^C$  неможливо поліпшити без погіршення якості хоча б одного локального критерію із заданого кортежу критеріїв  $\langle k_j(z) \rangle, j = \overline{1, n}$ .

Для відомості багатокритеріальної задачі до однокритерійним задачі оптимізації введемо інтегральний критерій  $k_0(z)$ . Причому  $k_0(z)$  необхідно представляти у вигляді скалярної функції векторного аргументу:

$k_0(z) = k_0(k_1(z), k_2(z), \dots, k_n(z))$ . Інтегральний критерій дозволяє впорядкувати альтернативи за величиною, виділивши тим самим найкращу альтернативу (в сенсі цього критерію). Вид функції визначається тим, як конкретно ми уявляємо собі внесок кожного критерію в інтегральний критерій. Зазвичай використовують адитивні і мультиплікативні функції:

$$k_0 = \sum_{i=1}^n \frac{a_i k_i}{b_i}, 1 - k_0 = \prod_{i=1}^n \left(1 - \frac{c_i k_i}{b_i}\right).$$

Коефіцієнти  $b_i$  забезпечують:

1) Безрозмірність або єдину розмірність числа  $a_i k_i / b_i$  (різні приватні критерії можуть мати різну розмірність, і тоді над ними не можна виробляти арифметичних операцій і звести їх в інтегральний критерій).

2) Норміровку, тобто забезпечення умови:  $a_i k_i / b_i < 1$ . Коефіцієнти  $a_i$  і  $b_i$  відображають відносний внесок приватних критеріїв  $k_i$  у інтегральний критерій.

Отже, при управлінні ризиками в многокритеріальній постановці завдання про вибір однієї з альтернатив управління зводиться до максимізації інтегрального критерію:

$$z^* = \arg \max_{z \in Z} (k_0(k_1(z), k_2(z), \dots, k_n(z))). \quad (1.5)$$

Основна проблема в многокритеріальній постановці завдання прийняття рішень полягає в тому, що необхідно знайти необхідний аналітичний вид коефіцієнтів  $a_i$  і  $b_i$ . Цей вид коефіцієнтів повинен забезпечити такі властивості моделі: високий ступінь адекватності предметної області з точки зору експертів; мінімальні обчислювальні труднощі максимізації інтегрального критерію для різних альтернатив; стійкість

результатів максимізації інтегрального критерію від малих збурень початкових даних.

Стійкість рішення означає, що мале зміна вихідних даних повинно призводити до малого зміни величини інтегрального критерію, і, відповідно, до малого зміни прийнятого рішення. Таким чином, якщо вихідні дані практично ті ж, то і рішення має прийматися або те ж саме, або дуже близьке.

Розглянуті вище особливості відомості багатокритеріальної задачі до однокритерійним завданням мало прийнятні для вирішення поставленого в даному дослідженні завдання.

За визначенням шукане оптимальне рішення  $z^* \in Z^C$ . Тому при управлінні ризиками многокритеріальную задачу прийняття рішень формально можна представити співвідношенням

$$z^* = \operatorname{argextr}_{z \in Z^C} \Theta \left[ \langle k_j(z) \rangle \right], \quad \forall j = \overline{1, n}, \quad (1.6)$$

де  $\Theta$  деяка регуляризуючих процедура, що дозволяє вибрати єдине рішення з області компромісів  $Z^C$  згідно певним принципом оптимальності

Відомі формальні підходи до регуляризації, засновані на деяких схемах компромісу (субоптимізації, лексикографічної оптимізації та ін.).

Часто використовуються евристичні принципи регуляризації, коли вибір рішення в (1.6) здійснює особа, яка приймає рішення (ОПР) на основі свого досвіду. Кожен із запропонованих принципів оптимальності має свою область коректного застосування на практиці і суттєві недоліки.

Аналіз методів формалізації для вирішення поставленого завдання (1.6) можна почати з можливості використання мови бінарних відносин.

Ця мова в пропонованому дослідженні може стати при використанні теорії корисності додатковим узагальненням для вирішення багатокритеріальних задач оптимізації.

Ця мова заснований на врахуванні того факту, що коли ми даємо оцінку деякої альтернативи, то ця оцінка завжди є відносною, тобто явно або частіше неявно в якості бази або системи відліку для порівняння використовуються інші більш «корисні» альтернативи з досліджуваної безлічі або з генеральної сукупності.

У цьому випадку мислення експерта зосереджено на пошуку та аналізі протилежностей (конструктив), тому нам завжди простіше вибрати один з двох протилежних варіантів, ніж один варіант з великого і ніяк неупорядкованого їх безлічі.

У дослідженні методів управління ризиками можна використовувати такі основні припущення:

- окрема альтернатива нічого оцінюється, тобто критеріальна функція не вводиться;
- для кожної пари альтернатив деяким чином можна встановити, що одна з них переважно інший або вони рівноцінні або непорівнянні;
- відношення переваги в будь-якій парі альтернатив не залежить від інших альтернатив, пред'явлених до вибору.

Існують різні способи завдання бінарних відносин: безпосередній, матричний, з використанням графів уподобань, метод перетинів та ін.

Відносини між альтернативами однієї пари виражають через поняття еквівалентності, порядку та домінування.

Мова функцій вибору заснована на теорії множин і дозволяє оперувати з відображеннями множин на свої підмножини, які відповідають різним варіантам вибору без необхідності перерахування елементів. Ця мова є дуже загальним і потенційно дозволяє описувати будь-який вибір. У даному дослідженні доцільно використовувати математичний апарат узагальнених функцій вибору, який в даний час ще тільки розробляється і перевіряється в основному на завданнях, які вже вирішені за допомогою критеріального або бінарного підходів.

Аналіз існуючих методів прийняття рішень при управлінні ризиками (Табл.1.4) показує, що найбільш часто використовуються методи системного аналізу, експертні системи, методи з використанням апарату непарній логіки, системи прийняття рішень з інтелектуальними принципами вибору. При дослідженні складних систем часто виникають проблеми, які з різних причин не можуть бути строго поставлені і вирішені із застосуванням розробленого в даний час математичного апарату. У цих випадках вдаються до послуг експертів (системних аналітиків), чий досвід та інтуїція допомагають зменшити складність проблеми.

Взаємодія між експертами може, як стимулювати, так і пригнічувати їх діяльність. Тому в різних випадках використовують різні методи експертизи, що відрізняються характером взаємодії експертів один з одним: анонімні і відкриті опитування та анкетування, наради, дискусії, ділові ігри, мозковий штурм і т.д.

Існують різні методи математичної обробки думок експертів. Експертам пропонують оцінити різні альтернативи або одним, або системою показників.

Крім того їм пропонують оцінити ступінь важливості кожного показника (його "вага" або "вклад"). Самим експертам також приписується рівень компетентності, відповідний вкладу кожного з них в результуюче думку групи.

Прогресивної методикою роботи з експертами є метод "Делфі". Основна ідея цього методу полягає в тому, що критика і аргументація благотворно впливають на експерта, якщо при цьому не зачіпається його самолюбство, і забезпечуються умови, що виключають персональну конфронтацію.

У всіх розглянутих вище задачах технології вибору і методах прийняття рішень при управлінні ризиками проблема полягала в тому, щоб у вихідному безлічі знайти найкращі в заданих умовах, тобто оптимальні в певному сенсі альтернативи.

Розглянемо деякі особливості технології моніторингу при управлінні ризиками:



1. Оптимальне рішення нерідко виявляється нестійким, тобто незначні зміни в умовах завдання, вихідних даних або обмеженнях можуть призвести до вибору істотно відрізняються альтернатив.

2. Оптимізаційні моделі розроблені лише для вузьких класів досить простих завдань, які не завжди адекватно й системно відображають реальні об'єкти управління. Найчастіше оптимізаційні методи дозволяють оптимізувати лише досить прості і добре формально описані підсистеми деяких великих і складних систем, тобто дозволяють здійснити лише локальну оптимізацію. Однак якщо кожна підсистема деякої великої системи буде працювати оптимально, то це ще зовсім не означає, що оптимально буде працювати і система в цілому. Тому оптимізація підсистеми зовсім не обов'язково призводить до такого її поведінки, яка від неї вимагається при оптимізації системи в цілому. Більше того, іноді локальна оптимізація може призвести до негативних наслідків для системи в цілому. Тому при оптимізації підсистем і системи в цілому необхідно визначити дерево цілей і підцілей та їх пріоритетність.

3. Часто максимізація критерію оптимізації згідно деякої математичної моделі вважається метою оптимізації, проте насправді метою є оптимізація об'єкта управління. Критерії оптимізації та математичні моделі завжди пов'язані з метою лише побічно, тобто більш-менш адекватно, але завжди наближено.

Вище проведений аналіз методів для вирішення багатокритеріальної оптимізації (1.6) пошуку прийняття рішення при управлінні ризиками в умовах многокритеріальності показав, що традиційні методи відомості багатокритеріальної задачі до однокритерійним для ліквідації наслідків НС малоефективні. Крім того вибір альтернативних рішень в умовах дефіциту часу, вимог мінімуму ризику для життєдіяльності та подолання невизначеності для вирішується не структурованої завдання має вирішуватися на основі комбінації формальних і не формальних методів.

Найбільш універсальним методом для прийняття оптимальних рішень при ліквідації наслідків НС є принцип оптимальності, який полягає у формуванні на безлічі приватних критеріїв узагальненого скалярного критерію у вигляді функції корисності (1.4). Теоретичною основою формування багатокритеріальних скалярних оцінок (1.6) є теорія корисності, яка передбачає існування кількісної оцінки перевагу « $\succ$ » рішень. Це означає, що якщо рішення

$$z_1, z_2 \in Z^C \text{ и } z_1 \succ z_2, \text{ то } \Pi(z_1) \succ \Pi(z_2). \quad (1.7)$$

Отже, «корисність» рішень є кількісною мірою їх «ефективності», а багатокритеріальна задача при управлінні ризиками (1.6) полягає у виборі найкращого рішення:

$$z^* = \arg \max_{z \in Z^C} \Pi(z). \quad (1.8)$$

Для обґрунтування способу формування функції корисності (1.5) як метрики в просторі приватних критеріїв  $k_i(z)$ . Треба врахувати, що об'єктивної метрики не існує. У дослідженні можна використовувати принцип ранжирування рішень, який відображає суб'єктивні переваги ОПР.

Теорія корисності та вибір конкретної функції корисності у вигляді оператора в  $Q$  в (1.4) носять аксіоматичний характер, де аксіоматика відображає переваги конкретного ОПР. Тому, в основу теорії корисності покладена основна гіпотеза про існування «раціонального» поведінки, яка допускає відтворюваність і схожість рішень різних ОПР в однакових умовах. В рамках цієї гіпотези формалізація процесу ранжирування рішень допомагає ОПР ідентифікувати свої переваги і оцінювати всі рішення  $z \in Z^C$  кількісно за допомогою метрики. Саме на цій основі процедуру оцінювання надалі можна реалізувати за допомогою ЕОМ без участі ОПР.

Прецедент в (1.9) можна представити четвіркою:

$$\text{Pr} = \langle \text{Sit}, \text{Msit}^*, \mathfrak{S}^*, \text{Res}^*, \text{R}_{\text{ef}} \rangle, \quad (1.9)$$

де  $\text{Sit}$  – проблемна ситуація у контрольованій зоні НС, яка описує стан навколишнього середовища,  $\mathfrak{S}^*$  – найкраще керуюче рішення з попереднього досвіду ліквідації наслідків НС та  $\text{Res}^*$  – обрані при цьому ефективні ресурси,  $\text{R}_{\text{ef}}$  – ефектив від зниження ризику.

У зв'язку з розглянутою проблемою слід розрізняти два види ситуацій: ситуація, яка може сприйматися як надзвичайна –  $\text{Sit}^Z$  ситуація, яка може сприйматися як не надзвичайна –  $\text{Sit}^{nZ}$ . Дані ситуації представляють навколишнє середовище безліччю найбільш значущими кількісними, вимірюваними або контрольованими параметрами. Для розробки технології моніторингу та управління ризиками необхідно розвиток методології вирішення проблеми знанняорієнтованих прийняття рішень з комплексним урахуванням многокритеріальності, невизначеності і мінімуму ризику життєдіяльності людини на основі створення інтелектуальних інформаційних технологій засобами інженерії квантів знань (ІКЗ). У цьому випадку основними функціями системи підтримки прийняття рішень є:

- надання допомоги ОПР при аналізі вихідної інформації (оцінці ситуації, обстановки і обмежень, що накладаються зовнішнім середовищем);
- виявлення та ранжування пріоритетів, облік невизначеності в оцінках ОПР і формування його переваг;
- генерація можливих рішень (формування списку альтернатив);
- оцінка можливих альтернатив, виходячи з переваг ОПР, і обмеження, що накладаються зовнішнім середовищем;
- аналіз можливих наслідків прийнятих рішень;
- вибір кращого, з погляду ОПР, можливого варіанту.

Формалізація методів аналізу і генерації рішень, їх оцінка та погодження є досить складним завданням. Її рішення стало можливим у зв'язку з широким застосуванням засобів обчислювальної техніки і багато в чому залежить від можливостей технічних програмних засобів, що реалізують методи і способи інтелектуальної підтримки прийнятих рішень.

Процес прийняття рішень при управлінні ризиками може протікати за двома основними схемами: інтуїтивно-емпіричної (заснованої на порівнянні проблемної ситуації з раніше зустрічалися схожими ситуаціями) і формально-евристичної (заснованої на побудові та дослідженні моделі проблемної ситуації). Незалежно від схеми процесу прийняття рішень інформаційне забезпечення управління є одним з вирішальних чинників прийняття ефективних рішень. Зазвичай під інформаційним забезпеченням управління розуміють сукупність інформаційних ресурсів, засобів, методів і технологій, що сприяють ефективному проведенню всього процесу управління, в тому числі розробці та реалізації управлінських рішень.

## 2. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ТА ПРОГРАМИ ВИРІШЕННЯ ПОСТАВЛЕНИХ ЗАДАЧ

### 2.1 Розробка алгоритму

Розробку та обґрунтування оптимальних програм і сценаріїв управління, які для обраного з альтернативних рішень раціонального або оптимального рішення ефективно реалізують цілі управління ризиком. На (Рис. 2.1) з інформаційно - керуючої системи ситуаційного центру виділено три основні підсистеми управління ризиком:

- 1) Аналізу небезпеки виникнення НС.
- 2) Забезпечення захисту.
- 3) Мінімізація ризиків.

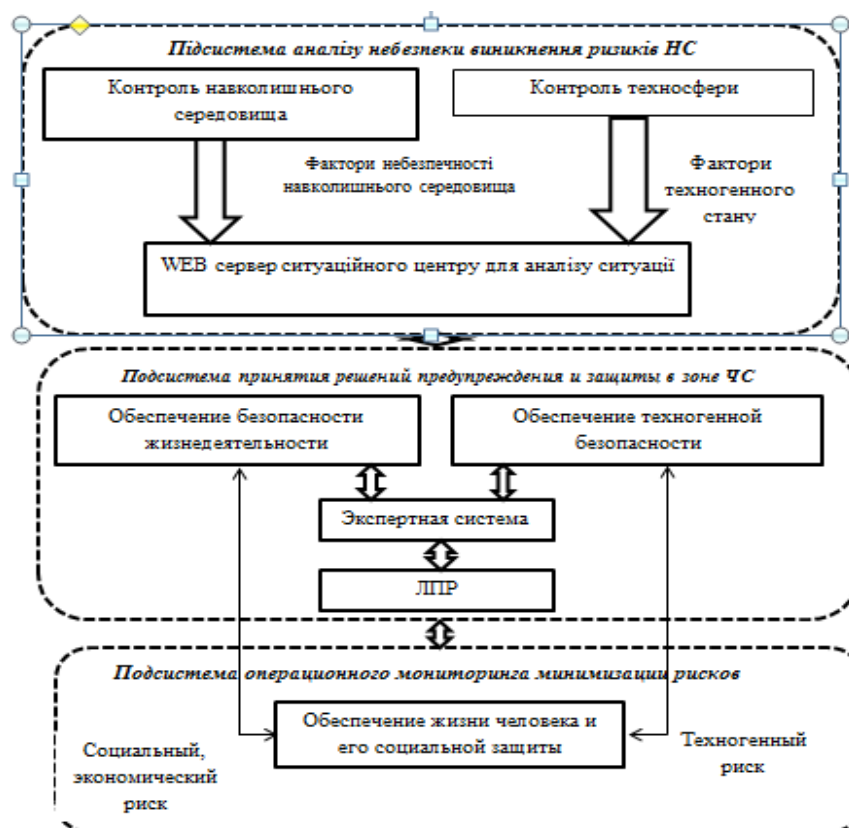


Рисунок 2.1 – Підсистема аналізу небезпеки виникнення ризиків НС

У «Підсистемі аналізу небезпеки виникнення ризиків НС» (Рис.2.1) здійснюється аналіз кількісної та якісної інформації. Крім того для прогнозування та управління ризиками виконується пошук близьких до контрольованої проблемної зони НС прецедентних ситуацій [6].

«Підсистема прийняття рішень попередження і захисту в зоні НС» (Рис.2.1) забезпечує ефективність функціонування «Підсистеми операційного моніторингу мінімізації ризиків»:

- локалізацію та ліквідацію наслідків НС (використовуючи типові сценарії виконання спеціальних робіт);
- попередження НС (заходи щодо попередження НС).

У розробці «Підсистеми аналізу небезпеки виникнення ризиків НС» використовуються методи збору інформації про НС, які включають декілька різноманітних каналів збору якісної і кількісної інформації. Передбачаються методи автоматизованого контролю достовірності та несуперечності інформації.

Бази даних і знань містять основну інформацію про НС: поточний час, місце контролю НС (географічна широта, довгота, найближчий населений пункт), показники перетворювачів різної інформації, тип НС, потужність НС за відповідною шкалою, дані і знання (аналітичні відомості) про подібні НС (відео, аудіо, текстові матеріали, як на мовах оригіналу, так і перекладені на національну мову, тривалість і методи усунення наслідків НС, допущені помилки і промахи, витрачені ресурси, нанесені збитки і методи їх розрахунку), експертні оцінки ризиків та інші параметри .

Завантаження інформації в бази даних і знань проводиться наступними способами: ручне введення текстової інформації з клавіатури, введення текстової інформації з використанням сканерів і перетворювачів, введення графічної інформації (схеми, мультимедія документи) з використанням сканерів, введення візуальної та аудіо інформації з перетворенням її після аналізу в цифровий вигляд, введення інформації, використовуючи бази даних

INTERNET. Тут задіюється пошукова система з аналізом близькості прецедентних знань і даних до контрольованих параметрах НС.

У «підсистемі прийняття рішень попередження і захисту в зоні НС» виконується класифікація НС, в котрій передбачається аналіз якісної і кількісної інформації.

Тут виявляються причини виникнення та поширення НС, супутніх факторів (погода, час доби, року та ін.), Методів ліквідації та ін. При цьому використовуються методи формування та аналізу причинно слідчих зв'язків, методи встановлення залежності між різними (в т.ч. і рознесеними в просторі та часі) факторами. У підсистемі «підсистемі операційного моніторингу мінімізації ризиків» виконуються алгоритми забезпечення безпеки з використанням методів розробки сценаріїв локалізації та ліквідації НС, будуються мережеві графіки та плани заходів. При цьому використовуються методи формування заходів з попередження НС і методи аналізу, оцінки та вибору заходів впливають на усунення причин виникнення і поширення НС.

Попередження НС є найважливішою складовою «Підсистемі операційного моніторингу мінімізації ризиків» і являє собою:

- організацію (розробку структури детального управління ризиками, введення функцій, видів зв'язків, визначення механізмів, порядок взаємодії та ін.);
- систему заходів щодо попередження НС;
- сукупність методів контролю виконання нормативних правил і заходів;
- систему технічних засобів для виконання робіт з локалізації та ліквідації наслідків НС;
- навчання персоналу (виконавців керуючих розпоряджень) і населення.

Система технічних засобів для виконання робіт з локалізації та ліквідації наслідків НС складається з постійно удосконалюються систем машин, обладнання, інструменту, спорядження та т.п.

У «Підсистеми операційного моніторингу мінімізації ризиків» забезпечується управління локалізацією та ліквідацією наслідків НС. Процес локалізації спрямований на здійснення екстрених заходів з метою стримування і придушення розвитку НС, починається відразу після настання НС і триває від кількох днів до кількох місяців.

Ліквідація наслідків НС починається після завершення стадії локалізації і може тривати від декількох місяців до декількох років. Тут використовуються формалізовані методи організації процесів локалізації та ліквідації наслідків, розробки планів робіт.

Дана технологія може дозволити значно прискорити терміни виконання робіт з локалізації та ліквідації наслідків НС, а також зменшити втрати від НС.

Ліквідація наслідків НС вимагає швидкого створення організаційної структури, що складається з штабу і великого числа підприємств, відомств, установ, місцевої адміністрації, міжнародних організацій тощо У цій структурі передбачаються органи управління, керівники робіт за окремими напрямками, права та обов'язки учасників та ін.

Технологія використання мікроситуаційної бази прецедентів при управлінні ризиками (Рис.2.1) забезпечує скорочення часу пошуку керуючих рішень ОПР, істотно знижують витрати на попередження, локалізацію та ліквідацію наслідків НС.

Найважливіший результат використання запропонованої технології управління ризиками (Рис.2.1) пов'язаний з ефективним забезпеченням безпеки життєдіяльності людей і навколишнього середовища.



## 2.2 Підготовка даних для заповнення бази знань для підсистеми операційного моніторингу надзвичайної ситуації

Слід розрізняти дані по оцінці ризику, які передаються в підсистему прийняття рішень з управління ризиком і дані, які передаються в підсистему операційного моніторингу. Це можна пояснити з точки зору відмінності областей застосування кількісної та якісної оцінки ризиків. Оскільки поняття ризику в переважній більшості випадків відноситься до майбутніх подій, то при будь-якому методі кількісної оцінки доводиться враховувати можливу зміну існуючого рівня ризику, тобто робити прогноз. Вибір методу прогнозування також є складним завданням [7].

Природно, що при управління ризиком необхідно прагнути до повного усунення ризику. Звичайно, цей ідеальний варіант не завжди можливий. Крім того, наслідки деяких НС можуть бути використані. Наприклад, збереження в засушливий період року доцільності використання «зайву» вологу, яку накопичили і зберегли у спеціальних сховищах. Крім того, не завжди вдається уникнути ризику виникнення НС в силу об'єктивних процесів у природі, які поки не «навчилися» або не можуть усунути люди через фінансові труднощі, або відсутності достатніх технічних рішень. Тому необхідно передбачити можливість віднесення деякого значення ризику до прийняттого значенням для даного виду НС. Іншими словами, ризик виникнення НС не обов'язково (або не можливо) повністю усувати, досить знизити його до прийняттого рівня, коли він перестає бути загрозливим для безпеки життєдіяльності людини або навколишнього середовища.

Дану концепцію можна практично використовувати при управлінні ризиком. Для кожної конкретної ситуації і умов навколишнього середовища необхідно визначити допустимий або "прийнятний" рівень ризику. Крім того, необхідно закріпити на Законодательное рівні у відповідних методиках та інструкціях щодо усунення небезпеки або наслідків НС відповідний діапазон ризику. Зазвичай задаються граничні рівні ризику. Необхідно визначити

уровени надмірного ризику (або гранично допустимий рівень ризику) і пренебрежимо малого ризику.

Між цими крайніми значеннями доцільно ввести область прийняттого ризику. Для значень ризику в цій області ніяких особливих заходів управління не потрібно.

При моніторингу або контролі рівня ризику виникнення НС прийняті рішення повинні відповідати відповідним інструкціям або методикам, які повинні передбачати відповідні заходи щодо зниження рівня ризику. У разі перевищення допустимого рівня ризику НС повинні прийматися відповідні управлінські рішення для його переведення до категорії прийняттого або пренебрежимо ризику. Даний підхід передбачає максимально можливе зниження ризику, яке досягається за рахунок реально наявних обмежених ресурсів. Тобто приймаються тільки ті заходи, які вважаються розумними і доступними з практичної точки зору. Залежно від прийнятих рішень ОПР реалізація даних заходів іноді не повинна вимагати невиправдано високих матеріальних або трудових витрат, якщо рівень ризику не загрожує життю людей. Формально ці завдання були сформульовані і розглянуті в першому розділі 제안ного дослідження.

Концепція прийняттого ризику може застосовуватися, як відносно окремих ризиків, так і щодо сукупного ризику безпеки життєдіяльності та навколишнього середовища. Процес завдання гранично допустимого рівня ризику називають "нормуванням ризику". Воно може здійснюватися за різними показниками, які характеризують рівень ризику, зокрема:

- а) за ймовірністю (наприклад, може бути встановлена гранична ймовірність загибелі при аварії);
- б) за наслідками (наприклад, неприйнятними можуть вважатися всі ризики, збитки від яких перевищують певну суму);
- в) за комбінованими показниками (наприклад, по добутку ймовірності на наслідки);

г) за непрямими показниками (наприклад, нормування гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин; їх перевищення означає гарантованого заподіяння шкоди, але являє собою серйозну небезпеку і потребує регулювання).

Вибір гранично допустимого рівня залежить від багатьох факторів, зокрема від:

- а) можливостей організації по утриманню ризику;
- б) можливостей організації щодо зниження ризику;
- в) наявності вимог і обмежень з боку соціальних систем більш високого рівня (саморегулювальних організацій, держави, міжнародних організацій);
- г) ставлення до ризику суспільства в цілому і конкретних осіб, що приймають рішення в організації.

При використанні концепції прийнятності ризику в соціально-економічних системах гранично допустимий рівень повинен бути, з одного боку, досить низьким, щоб не викликати занепокоєння індивідумів, які піддаються йому, і забезпечувати прийнятну безпеку суспільства. З іншого боку, його дотримання має бути технічно можливим і не гальмувати економічний розвиток через занадто високих витрат на його зниження. Баланс між цими двома протилежними вимогами залежить від рівня соціального та економічного розвитку суспільства.

При нормуванні ризиків катастроф (природних і техногенних) часто використовують тільки одну кордон - кордон надмірного ризику. Самим універсальним інструментом візуалізації інформації для управління ризиками, широко використовуваним в економічних дослідженнях [2-5] при розгляді ризик-менеджменту, є так звана карта ризиків. Вона будується на основі реєстру ризиків та їх кількісних характеристик, отриманих в процесі вимірювання.

Карта ризиків являє собою координатну площину з осями "наслідки" і "ймовірність" (Рис.2.2). На ній відзначаються ідентифіковані і виміряні ризики. Вони можуть зображуватися просто точками або ж колами, колір і

діаметр яких також несе задану упорядником додаткову інформацію про ризик (наприклад, вид ризику за класифікацією або можливий розкид чисельних характеристик). Також на карті можуть бути проведені межі прийнятності ризиків (наприклад, межі надмірного і пренебрежимо ризику). Це дозволяє відразу ж візуально визначити розподіл ризиків за категоріями з точки зору небезпеки, яку вони представляють.

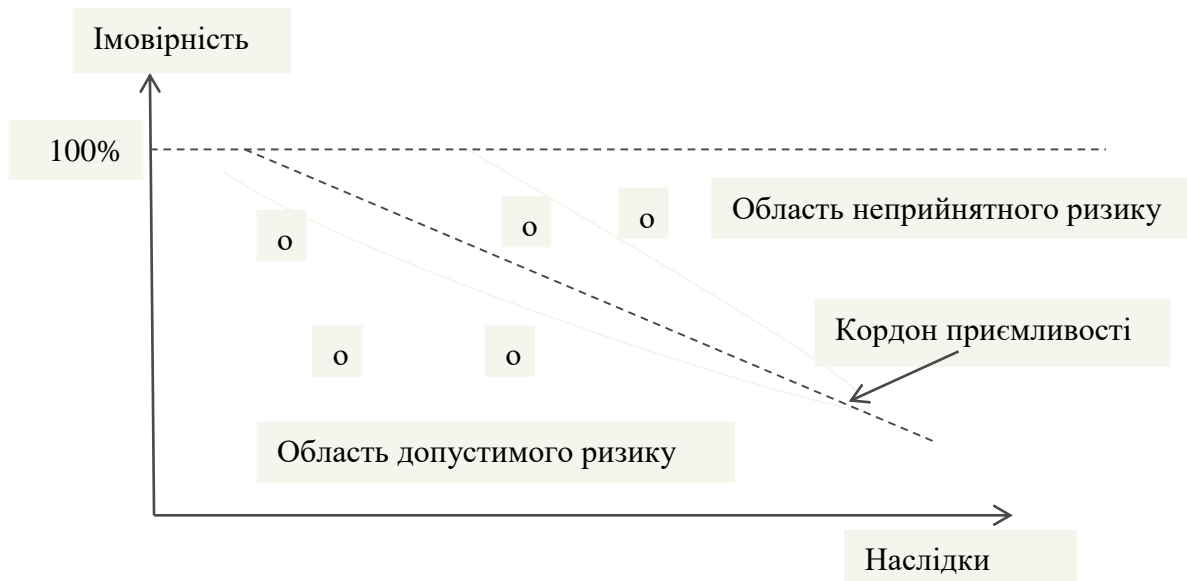


Рисунок 2.2 –Карта ризиків, де о, ідентифіковані або вимірні ризики

У випадках, коли для вимірювання ризиків використовуються якісно-кількісні шкали ймовірностей і наслідків, то весь спектр ризиків ділиться на осередки (табл.2.1). Через зовнішньої схожості таку карту ризиків іноді називають "матрицею". Залежно від ступеня небезпеки виділяють кілька категорій ризиків. Кількість категорій відповідає потребам дослідження. Подібний підхід до картографування пропонується, зокрема, в австралійсько-новозеландському стандарті з управління ризиками.

Реєстр (Табл.2.2-2.3) і складена на його основі карта (або матриця) ризиків є основною інформаційною базою для прийняття рішень щодо подальшої обробці ризиків.

Таблиця 2.2 - Якісно-кількісна шкала ймовірностей ризику

|               |                                       |
|---------------|---------------------------------------|
| Майже напевно | Очікується за будь-яких обставин      |
| Дуже ймовірно | Можливо майже завжди                  |
| Можливо       | Відбувається час від часу             |
| Малоймовірно  | Може відбутися іноді                  |
| Зрідка        | Може відбутися за виняткових обставин |

Таблиця 2.3 - Категорії ризиків за ступенем небезпеки

|                     |  |
|---------------------|--|
| Екстремальний ризик | Потрібні негайні дії                               |
| Високий ризик       | Потрібна увага вищого керівництва                  |
| Помірний ризик      | Потрібно формалізувати відповідальність керівників |
| Низький ризик       | Управління у штатному режимі                       |

### 2.3 Критерії класифікації методів стратегії управління ризиками

Результатом проведення оцінки ризиків є складений реєстр і карта ризиків. На первинній мапі практично завжди існують неприйнятні ризики, щодо яких повинні бути проведені конкретні заходи (заходи), щоб зробити їх прийнятними. Дані заходи залежать від виду ризику і об'єкта. Але можна виділити деякі загальні методи обробки, впливу на ризик (його окремі елементи), які лежать в основі будь-якого заходу щодо ризику [8].

Залежно від того, що відбувається з ризиком після застосування даних методів, за аналогією прийнятої в економіко-фінансовій сфері їх можна розділити на три категорії (Табл. 2.4):

- 1) Ухилення.

- 2) Зменшення.
- 3) Утримання.

Таблиця 2.4 - Класифікація методів обробки ризику

| Метод     | Що трапляється з ризиком  |
|-----------|---|
| Ухилення  | Ризик НС припиняє існувати у певного об'єкта контролю   |
| Зменшення | Ризик НС продовжує існувати у певного об'єкта контролю, але зменшує його (кількісні характеристики) |
| Утримання | Ризик НС продовжує існувати і повністю залишається у певного об'єкта контролю                       |

Аналіз проблеми і представлені результати дослідження в попередньому розділі виявили ланцюжок зв'язків для моделювання ситуації в контрольованій зоні НС. Отже, ми досліджуємо проблему в наступній послідовності: «стан навколишнього середовища - оцінюємо показники ризику НС - аналіз ситуації і можливих сценаріїв розвитку подій - пошук управлінських рішень для попередження або ліквідації НС». Поставлена мета дослідження досягається вирішенням багатокритеріальної задачі моніторингу ризиків (1.6) шляхом застосування функції корисності з оператором  $Q$ , з використанням оцінки ризиків і збитку. При цьому використовуємо системний підхід для вирішення проблеми цілеспрямованого прийняття рішень на кванти знаннях, суть якого полягає в теоретико-множині поданні.

Проведений аналіз даних необхідно узгодити з особливостями методології виявлення прецедентних мікроситуацій і квантів знань. Аналіз, заснований на прийнятих вдалих рішеннях для вирішення (2.2) полягає в індуктивно створюваній при навчанні на прецедентах мікроситуаційної бази сценарних прикладів навчальних квантів знань (СПОКЗ)  $\delta = \{Pr\}$  квантів знань,  $Pr = \langle Sit, Msit^*, \mathfrak{S}^*, Res^*, R_{ef}^* \rangle$  як системи імплікативних і функціональних

закономірностей в просторі властивостей  $X^n$ .  $\text{Pr} = \langle \text{Sit}, \text{Msit}^*, \mathfrak{S}^*, \text{Res}^*, \text{R}_{\text{ef}}^* \rangle$ . має мережеву структуру  $C$  причинно-наслідкових зв'язків між вихідними  $\langle \text{Msit}^* \rangle$ -квантами (посилочними подіями), які пов'язані з оперативними рішеннями ОПР, проміжними або вимушеними в обставинах виникнення НС і вихідними  $\langle \text{Msit}^* \rangle_{\text{Opt}}$ -квантами (тобто цільовими наслідками-рішеннями, з мінімізацією ризику життєдіяльності людини в умовах виникнення НС) з вбудованими механізмами дедуктивного виведення прийнятих рішень на  $\langle \text{Msit}^* \rangle$ -кванти

(2.4). Параметр  $\text{Pr} = \langle \text{Sit}, \text{Msit}^*, \mathfrak{S}^*, \text{Res}^*, \text{R}_{\text{ef}}^* \rangle \in \{t, \pi, v, \varphi, \dots\}$  - характеризує конкретні умови  $\langle \text{Msit}^* \rangle$ -невизначеності і відповідний тип використовуваних  $\langle \text{Msit}^* \rangle$ -квантів знань: точні ( $\langle \mathfrak{S}^*, \text{Res}^*, \text{R}_{\text{ef}}^* \rangle_{\text{Б}}$  знання), наближені ( $\langle \text{Msit}^* \rangle \Rightarrow \{\pi, \pi k\}$  знання), імовірнісні ( $\langle \text{Msit}^* \rangle \Rightarrow \{v, vk\}$  знання), нечіткі ( $\langle \text{Msit}^* \rangle \Rightarrow \{\varphi, \varphi k\}$  знання).

Наприклад, в умовах  $v$ -невизначеності і ризику використовуються  $vk$  – знання, оскільки вибір альтернативних рішень здійснюється на основі оцінок ймовірності настання тих чи інших наслідків вибору. Саме  $v$  – квант знань у своїй процедурній складовій містить вбудовані алгоритми обчислення ймовірностей квантових подій з урахуванням логіки їх причинно-наслідкових зв'язків. За аналогією з  $vk$  – знаннями в умовах  $\varphi$  – невизначеності (при нечітких даних) застосовуються  $\varphi k$  – знання з вбудованими алгоритмами фазифікація і дефазифікації нечітких множин по заданих функціях приналежності.

Прецеденти для навчання  $\text{Pr} = \langle \text{Sit}, \text{Msit}^*, \mathfrak{S}^*, \text{Res}^*, \text{R}_{\text{ef}}^* \rangle$  описуються таблицями емпіричних даних (ТЕД) і сценарними прикладами навчальних квантів знань (СПОКЗ) із зазначенням імен  $e_i$  – посилочних,  $c_j$  – проміжних,  $C_k$  – цільових  $\langle \text{Msit}^* \rangle$  – квантових подій з логічними зв'язками «І», «АБО», «НЕ» між подіями.

У таблицях первинних даних про навколишнє середовище, управлінських вказівках і засобах для ліквідації наслідків НС доцільно внести всі необхідні для дослідження ознаки у формі десяткового числа, тобто необхідно попередньо перерахувати хвилини в десяткові частки години, секунди - в десяткові частки хвилини, кількість місяців - в десяткову частку року і т.д.

Це необхідно, оскільки формат в цифровому вигляді легше реалізуємо в комп'ютерних програмах. Без особливої необхідності не заносяться в таблицю різні текстові символи (крапки, коми, тире тощо).

Всю інформацію, яку можна закодувати числами, краще перевести в числову форму. Це дасть більше можливостей для різних видів обробки даних. Винятком є перший рядок, в якій записані назви (частіше короткі назви - аббревіатури) виміряних показників.

У вигляді чисел в таблицю можна вписати інформацію і про тих параметрах вибірки, які ймовірно можуть виявитися значимими факторами, але маються на якісних показниках. (Табл.2.5-2.7).

Таблиця 2.5 – Кодування типів навколишнього середовища в зоні НС

| Цифровий код ознаки | Тип навколишнього середовища                                     |
|---------------------|--|
| 01                  | Гориста місцевість з максимальним кутом схил нахилу $15^{\circ}$ |
| 02                  | Гориста місцевість з максимальним кутом схил нахилу $25^{\circ}$ |
| 03                  | Гориста місцевість з максимальним кутом схил нахилу $35^{\circ}$ |

Процес навчання спочатку полягає в алгоритмічній перетворенні ТЕД і СПОКЗ в логічну мережу можливих міркувань (ЛСВР).



Таблиця 2.6 – Кодування типів керівного складу для виконання керуючих рішень для ліквідації наслідків НС

| Цифровий код ознаки | Тип керівника         |
|---------------------|-----------------------|
| 01р                 | Губернатор            |
| 02р                 | Мер міста             |
| 03р                 | Голова сільської ради |

Таблиця 2.7 – Кодування типів транспортних засобів для виконання керуючих рішень для ліквідації наслідків НС

| Цифровий код ознаки | Тип транспортного засобу      |
|---------------------|-------------------------------|
| 01т                 | Автобус з 50 посадочних місць |
| 02т                 | Вертоліт                      |
| 03т                 | Снігохід                      |

Основним завданням логічного дослідження є відділення правильних способів міркування від неправильних для прийняття рішення ОПР (висновків, умовиводів).

Правильні висновки називаються також обґрунтованими, послідовними або логічними. Міркування являє собою певну, внутрішньо обумовлену зв'язок тверджень. Своєрідність формальної логіки пов'язано, насамперед, з її основним принципом, відповідно до якого правильність міркування залежить тільки від його логічної форми. Найбільш загальним чином форму міркування можна визначити як спосіб зв'язку входять у це міркування змістовних частин.

Умовивід - це логічна операція, в результаті якої з одного або декількох прийнятих тверджень (посилок) виходить нове твердження - висновок (наслідок). Залежно від того, чи існує між посилками і укладанням зв'язок логічного слідування, можна виділити два види умовиводів. Розрізняють дедуктивний і індуктивний ухвалення рішень на основі умовиводів.

У дедуктивному умовиводі цей зв'язок спирається на логічний закон, у силу чого висновок з логічною необхідністю впливає з прийнятих посилок.

У правильному міркуванні висновок впливає з посилок з логічною необхідністю, і загальна схема такого міркування являє собою логічний закон.

Нечітка змінна  $\langle \langle \text{ризик ЧС} \rangle \rangle, \{x | 0 < x < 1\}, B = \{x, \mu(x)\}$  характеризує ризик НС. Будемо вважати його катастрофічним (catastrophic), якщо його значення  $> 0.7$  (Рис.2.2).

Лінгвістична змінна є кортеж  $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$ , де:  $\beta$  – ім'я лінгвістичної змінної;  $T$  – безліч її значень (термів);  $X$  – універсум нечітких змінних;  $G$  – синтаксична процедура утворення нових термів;  $M$  – семантична процедура, що формує нечіткі множини для кожного терма даної лінгвістичної змінної.

Експерт формалізує цю оцінку за допомогою наступної лінгвістичної змінної  $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$  (Рис. 2.2), де:  $\beta$  – ризик НС;  $T = \{\text{«безпечний рівень ризику (Safe)»}, \text{«середній рівень небезпеки (Medium)»}, \text{«катастрофічний (Catastrophic)»}\}$ ;  $X = [0; 1]$ ;  $G$  – процедура утворення нових термів за допомогою логічних зв'язок і модифікаторів. Наприклад, «катастрофічний»;  $M$  – процедура завдання на універсумі  $X = [0, 1]$  значень лінгвістичної змінної, тобто термів з безлічі  $T$ .

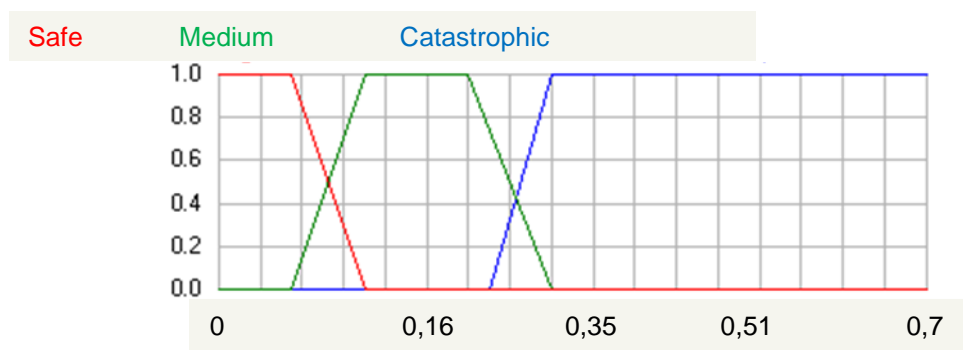


Рисунок 2.3 – Графіки функцій приналежності значень лінгвістичної змінної «Ризик»

Нечітким висловлюванням будемо називати висловлювання виду " $\beta$  IS  $\alpha$ ", де:  $\beta$  – лінгвістична змінна;  $\alpha$  – один з термів цієї змінної.

Тоді маємо: «Ризик IS безпечний». Тут «Ризик» – це лінгвістична змінна, а «безпечний» її значення. Спрощено кажучи, правилом нечітких продукцій (далі просто правилом) будемо називати класичне правило виду «ЯКЩО ... ТО ...», де в якості умов і висновків будуть використовуватися нечіткі висловлювання. Записуються такі правила в наступному вигляді:

IF ( $\beta_1$  IS  $\alpha_1$ ) AND ( $\beta_2$  IS  $\alpha_2$ ) THEN ( $\beta_3$  IS  $\alpha_3$ ).

Крім «AND» також використовуються логічна зв'язка «OR». Але такий запис зазвичай намагаються уникати, розділяючи такі правила на декілька більш простих (без «OR»). Також кожне з нечітких висловлювань в умові будь-якого правила будемо називати підумови. Аналогічно, кожне з висловлювань в ув'язненні називається подзаклученієм. Тоді, наприклад можна написати:

IF (Ризик катастрофічний) THEN (Відбувається НС).

Для вирішення сформульованої вище проблеми використовуємо алгоритм Мамдані .

Даний алгоритм описує кілька послідовно виконуються етапів (Рис. 2.4). При цьому кожний наступний етап отримує на вхід значення, отримані на попередньому кроці.

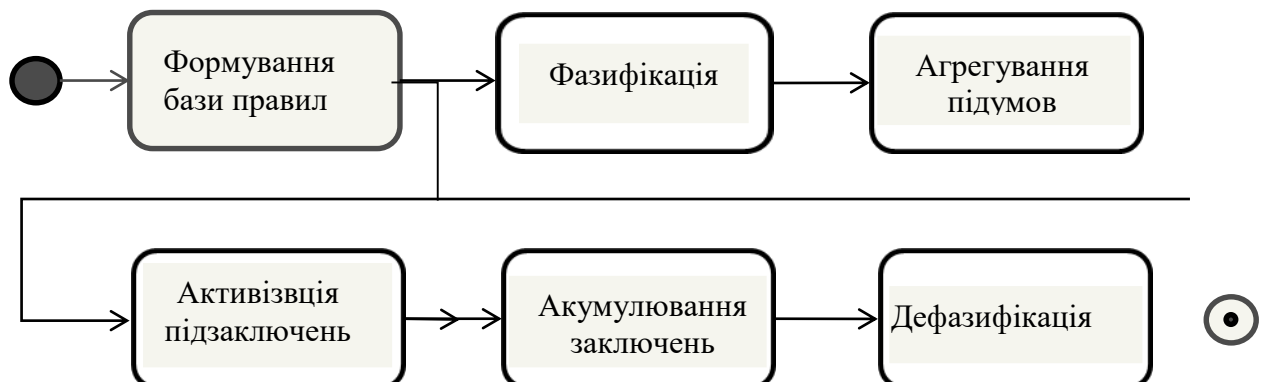


Рисунок 2.4 – Діаграма діяльності процесу нечіткого виводу.

Алгоритм примітний тим, що він працює за принципом «чорного ящика». На вхід надходять кількісні значення, на виході вони ж. На проміжних

етапах використовується апарат нечіткої логіки і теорія нечітких множин. У цьому і полягає елегантність використання нечітких систем. Можна маніпулювати звичними числовими даними, але при цьому використовувати гнучкі можливості, які надають системи нечіткого виводу.

Для реалізації алгоритму використовувався об'єктно-орієнтований підхід. Вихідний код написаний на мові програмування Java. Діаграма (Рис. 2.5) показує найбільш істотні зв'язки і відносини між класами, задіяними в алгоритмі.

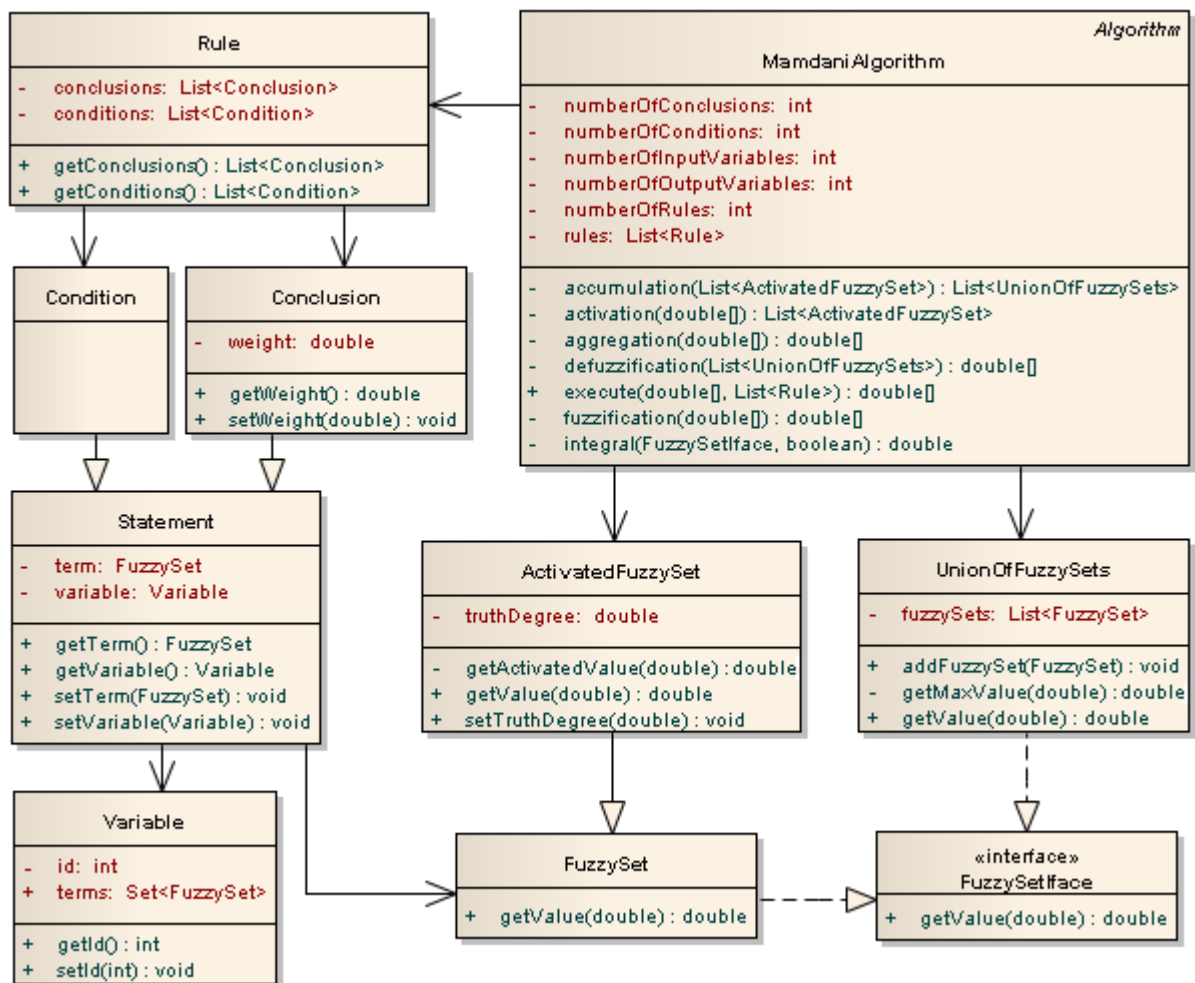


Рисунок 2.5 Діаграма класів реалізації алгоритму Мамдані

Правила (Rule) складаються з умов (Condition) і заключний (Conclusion), які в свою чергу є нечіткими висловлюваннями (Statement). Нечітке висловлювання включає в себе лінгвістичну змінну (Variable) і терм, який представлений нечітким безліччю (FuzzySet). На нечіткому безлічі визначена

функція приналежності, значення якої можна отримати за допомогою методу `getValue ()`. Це метод певний в інтерфейсі `FuzzySetIface`. При виконанні алгоритму необхідно буде скористатися «активізованим» нечітким безліччю (`ActivatedFuzzySet`), яке деяким чином перевизначає функцію приналежності нечіткої множини (`FuzzySet`). Також в алгоритмі використовується об'єднання нечітких множин (`UnionOfFuzzySets`). Об'єднання також є нечітким безліччю, і тому має функцію приналежності (визначену у `FuzzySetIface`).

Алгоритм Мамдані (`MamdaniAlgorithm`), включає в себе всі етапи (Рис. 2.5) і використовує базу правил (`List <Rule>`) в якості вхідних даних. Також алгоритм припускає використання «активізованих» нечітких множин (`ActivatedFuzzySet`) та їх об'єднань (`UnionOfFuzzySets`).

Отже, етапи нечіткого виводу виконуються послідовно. І всі значення, отримані на попередньому етапі, можуть використовуватися на наступному.

#### Етап 1. Формування бази правил

База правил - це безліч правил, де кожному подзаключенію зіставлений певний ваговий коефіцієнт. База правил може мати такий вигляд (для прикладу використовуються правила різних конструкцій):

RULE\_1: IF «Condition\_1» THEN «Conclusion\_1» ( $F_1$ ) AND «Conclusion\_2» ( $F_2$ );

RULE\_2: IF «Condition\_2» AND «Condition\_3» THEN «Conclusion\_3» ( $F_3$ );

...

RULE\_n: IF «Condition\_k» THEN «Conclusion\_(q-1)» ( $F_{q-1}$ ) AND «Conclusion\_q» ( $F_q$ );

де  $F_i$  -- вагові коефіцієнти, які означають ступінь впевненості в істинності одержуваного подзаключення ( $i = 1..q$ ). За замовчуванням ваговий коефіцієнт приймається рівним 1. Лінгвістичні змінні, присутні в умовах називаються вхідними, а в заключних вихідними.

Позначення:

N - число правил нечітких продукцій (`numberOfRules`).

M - кількість вхідних змінних (`numberOfInputVariables`).

S - кількість вихідних змінних (numberOfOutputVariables).

K - загальне число підумови в базі правил (numberOfConditions).

Q - загальне число подзаключеній в базі правил (numberOfConclusions).

Примітка: Дані позначення будуть використовуватися в наступних етапах. У дужках вказані імена відповідних змінних у вихідному кодї.

#### Етап 2. Фазифікації вхідних змінних.

Цей етап часто називають приведенням до нечіткості. На вхід надходять сформована база правил і масив вхідних даних  $A = \{a_1, \dots, a_m\}$ . У цьому масиві містяться значення всіх вхідних змінних. Метою цього етапу є отримання значень істинності для всіх підумови з бази правил. Це відбувається так: для кожного з підумови знаходиться значення  $b_i = \mu(a_i)$ . Таким чином, виходить безліч значень  $b_i$  ( $i = 1..k$ ).

#### Етап 3. Агрегирование підумови.

Як уже згадувалося вище, умова правила може бути складовим, тобто включати підумови, пов'язані між собою за допомогою логічної операції «AND». Метою цього етапу є визначення ступеня істинності умов для кожного правила системи нечіткого виводу. Спрощено кажучи, для кожної умови знаходимо мінімальне значення істинності всіх його підумови.

#### Етап 4. Активізація подзаключеній

На цьому етапі відбувається перехід від умов до подзаключенням. Для кожного подзаключення знаходиться ступінь істинності  $d_i = c_i * F_i$ , де  $i = \overline{1, q}$ . Потім, знову ж кожному I - му подзаключенію, зіставляється множина  $D_i$  з новою функцією приналежності. Її значення визначається як мінімум з  $d_i$  і значення функції належності терму з подзаключення. Цей метод називається min-активізацією, який формально записується таким чином:

$$\mu'_i(x) = \min \{d_i, \mu_i(x)\}. \quad (2.1)$$

де:  $\mu'_i(x)$  – «активізована» функція приналежності;

$\mu_i(x)$  – функція приналежності терма;  $d_i$  – ступінь істинності  $i$ -го підзаключення.

Отже, мета цього етапу -- це отримання сукупності «активізованих» нечітких множин для кожного з підзаключень в базі правил ( $i=\overline{1,q}$ )..

#### Етап 5. Акумуляції висновків

Метою цього етапу є отримання нечіткого безлічі (або їх об'єднання) для кожної з вихідних змінних. Виконується він наступним чином:  $i$ -ою вихідною змінною зіставляється об'єднання множин  $E_i = \cup D_j$ . Де  $j$ - номери підзаключень в яких бере участь  $i$ -а вихідна змінна ( $i=\overline{1,s}$ ). Об'єднанням двох нечітких множин є третя нечітка множина з наступною функцією приналежності:

$$\mu'_i(x) = \max\{\mu_1(x), \mu_2(x)\},$$

де  $\mu_1(x), \mu_2(x)$  – функції приналежності поєднаних множин.

#### Етап 6. Дефаззифікації вихідних змінних

Мета дефаззифікації отримати кількісне значення (crisp value) для кожної з вихідних лінгвістичних змінних. Формально, це відбувається таким чином. Розглядається  $i$ -ая вихідна змінна і що відноситься до неї множина  $E_i$  ( $i=\overline{1,s}$ ).. Потім за допомогою методу дефаззифікації знаходиться підсумкове кількісне значення вихідної змінної. У даній реалізації алгоритму використовується метод центру тяжіння, в якому значення  $i$ -ою вихідної змінної розраховується за формулою:

$$y_i = \frac{\int_{\text{Min}}^{\text{Max}} x \cdot \mu_i(x) dx}{\int_{\text{Min}}^{\text{Max}} \mu_i(x) dx} \quad (2.2)$$

де:  $\mu_i(x)$  – функція приналежності відповідні нечіткої множини  $E_i$ ;  $\text{Min}$  і  $\text{Max}$  – кордону універсуму нечітких змінних;  $y_i$  – результат дефаззіфікації.

## 2.4 Дослідження розроблених алгоритмів

Алгоритм Мамдані і багато інших алгоритми нечіткого виводу вже реалізовані в таких чудових продуктах як Fuzzy Logic Toolbox (розширення для MatLab), fuzzyTECH та багатьох інших. Тому настільки детальний розгляд алгоритму, як у цій статті, носить більше теоретичну цінність, ніж практичну. Однак зауважу, що тільки маючи під собою міцний фундамент зі знань і розуміння основ роботи алгоритму з'являється можливість застосовувати його з максимальним ефектом [9].

Шляхом автоматичного квантування ЛСВР перетвориться в  $\langle \text{Msit}^* \rangle$  –квантову мережу виведення рішень ( $\langle \text{Msit}_{\text{KC}}^* \rangle$ ). На виході  $\text{Pr} = \langle \text{Sit}, \text{Msit}^*, \mathfrak{S}^*, \text{Res}^* \rangle$  міститься  $s$   $\langle \text{Msit}^* \rangle$  – квантових вершин  $\{C_k\} = \{z_k\} = \hat{z}$ , ( $k = \overline{1, s}$ ), які відповідають єдиного комплексу  $\hat{z} \in Z^C$  цільових рішень-наслідків при моніторингу ризиків, що залежать від заданих посилок  $e_i$  і проміжних  $c_j$   $\langle \text{Msit}^* \rangle$  – квантових вершин-подій. Отже, в (1.6) процес виведення комплексу багатокритеріальних рішень  $\{z_k\} = \hat{z}$  реалізується автоматично за допомогою  $\langle \text{Msit}^* \rangle \equiv \langle \text{Msit}_{\text{KC}}^* \rangle$  після подачі на вхід посилок  $e_i$ , ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), що описують спостережувані ситуації щодо системного об'єкта моніторингу ризиків. Активізація комплексу  $\hat{z} \in Z^C$   $\delta$  –



квантових вершин  $C_k (k = \overline{1, s})$  на виході  $\langle \text{Msit}_{\text{KC}}^* \rangle$  визначає результат виведення цільових рішень з даного, системному ОНР.

Ефективність знанняорієнтованих багатокритеріальних рішень в ІКЗ оцінюється зовнішнім критерієм  $K_{\text{э}}(\hat{z})$ , який характеризує корисність в сенсі мінімального ризику негативних наслідків від всього комплексу  $\hat{z} \in Z^C$  прийнятих цільових рішень, згенерованих  $\langle \text{Msit}_{\text{KC}}^* \rangle$  для системного ОНР. Оцінка  $K_{\text{э}}(\hat{z})$  може визначатися величиною ймовірності (ризиком) прийняття помилкового рішення після випробувань даної  $\langle \text{Msit}_{\text{KC}}^* \rangle$  на контрольних ситуаціях. Це дозволяє ранжувати за якістю в зазначеному сенсі альтернативні  $\langle \text{Msit}_{\text{KC}}^* \rangle$  із загальної області існування. Найкращим вважається раціональний комплекс рішень  $\hat{z}_{\text{КОМ}} \in Z^C$ , згенерований  $\langle \text{Msit}_{\text{KC}}^* \rangle$  з найменшою величиною оцінки  $K_{\text{э}}(\hat{z})$ .

На цій стадії суть поетапної технології моніторингу ризиків рішення (1.6) полягає в наступному:

Етап 1. Визначається мета системи як деякий бажаний стан системного об'єкта моніторингу, досягнення якого вимагає виконання цілеспрямованих дій. У нашому випадку мета полягає в індуктивному синтезі з навчанням  $\langle \text{Msit}^* \rangle \equiv \langle \text{Msit}_{\text{KC}}^* \rangle$ , яка забезпечує виведення комплексу  $\{z_k\} = \hat{z} \in Z^C$  цільових рішень  $C_k$  для всього системного ОНР. Експертами виділяються необхідні для досягнення мети приватні функціональні властивості  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , які вимірюються в різнотипних шкалах і визначають потенційну ефективність системи  $S$ . Отже, властивості  $X$  є локальними критеріями оцінювання ефективності прийнятих рішень, а розглянута задача (1.3) є многокритеріальною, так як мета характеризується безліччю приватних критеріїв  $X$ .

Етап 2. Експертами разом з ОНР змістовно формуються ТЕД і Спозі, необхідні для синтезу цільової ЛСВР в режимі навчання. За допомогою

автоматичного квантування ЛСВР перетвориться в  $\langle \text{Msit}_{\text{KC}}^* \rangle$ , за допомогою, якої визначається безлічі допустимих рішень  $\hat{z} \in Z^C$  задачі (2.2). Можливе формування декількох варіантів ТЕД і СПОЗ для синтезу і навчання сукупності, різних  $\langle \text{Msit}_{\text{KC}}^* \rangle$  на різномірних прецедентах з метою подальшого вибору раціонального варіанту  $\langle \text{Msit}_{\text{KC}}^* \rangle$ .

Етап 3. Вирішується задача оцінювання, тобто визначається деяка міра, що дозволяє об'єктивно порівнювати ефективність комплексів рішень  $\hat{z} \in Z^C$  між собою і, отже, оцінити якість  $\langle \text{Msit}_{\text{KC}}^* \rangle$ , генеруючих  $\hat{z}$  в умовах многокритеріальності, ризику і  $\langle \text{Msit}^* \rangle$  – невизначеності ( $\langle \text{Msit}^* \rangle \in \{t, \pi, v, \varphi, \dots\}$ ). Такий захід має враховувати як позитивний ефект, тобто ступінь досягнення мети, так і витрати на досягнення цього ефекту. Конкретні витрати на створення системи S(6) вимагає і синтез будь-якого варіанту структури C(5), який реалізується мережевим  $\langle \text{Msit}^* \rangle$  – квантовим графом  $G_{\delta k} \equiv \langle \text{Msit}_{\text{KC}}^* \rangle$ . На виході  $G_{\delta k}$  отримують комплекс шуканих рішень  $\{C_k\} = \hat{z} \in Z^C$  після активізації посилюючих  $\delta k$  – знань еі на вході графа. Це дозволяє застосувати існуючу в ІКЗ модель  $\hat{O}(\hat{z})$  неформального многокритеріального оцінювання ефективності рішень величиною ймовірності несприятливих наслідків від прийнятих рішень з використанням зовнішнього критерію  $K_{\vartheta}(\hat{z})$ :

$$O(\hat{z}) = Q \left[ K_{\vartheta}(\hat{z}), \text{Msit}_{\text{KC}}^*, B_j \right], \quad (j=1, 2, \dots, s) \quad (2.3)$$

Модель (2.3) представлена операторних відображенням  $\hat{O}(\hat{z})$  для визначення корисності комплексу цільових рішень  $\hat{z} = \{C_1, \dots, C_s\} \in Z^C$  по заданій методиці алгоритмічного обчислення оцінки ефективності. Це відображення реалізується оператором Q, який характеризує структуру моделі

$\hat{O}(\hat{z})$  з урахуванням кортежу параметрів  $V_j$ , вид залежності між входом і виходом  $\langle Msit^* \rangle \equiv \langle Msit_{KC}^* \rangle$  і забезпечує генерацію  $\hat{z} \in Z^C$  з обчисленням величини ризику  $K_{\mathfrak{z}}(\hat{z})$  прийняти помилкове рішення на контрольних ситуаціях.

## 3 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 3.1 Аналіз потенційних небезпечних і шкідливих виробничих чинників проєктованого об'єкту, що мають вплив на персонал

У даному дипломному проєкті розробляється програмне забезпечення.

Розроблене програмне забезпечення орієнтоване на роботу з персональним комп'ютером. Експлуатовані для вирішення внутрішньовиробничих завдань ПЕОМ типу IBM PC мають наступні характеристики:

|                         |                      |
|-------------------------|----------------------|
| споживана потужність    | 220 Вт;              |
| робоча напруга          | 220 В;               |
| напруга джерел живлення | +12 В; - 12 В; +5 В; |
| робоча частота          | 50 Гц.               |

Виходячи з приведених характеристик, вочевидь, що для людини існує небезпека поразки електричним струмом, унаслідок недбалого поведіння з комп'ютером і порушення правил експлуатації, залишення частин ПЕОМ, що знаходяться під напругою, відкритими або знятих для ремонту вузлів.

Відповідно до [10] до легкої фізичної роботи відносяться всі види діяльності, виконувані сидячи і ті, що не потребують фізичної напруги. Робота користувача ПК відноситься до категорії 1а.

При роботі на ПЕОМ користувач піддається ряду потенційних небезпек. Унаслідок недотримання правил техніки безпеки при роботі з машиною (невиконання огляду відкритих частин ПЕОМ, що знаходяться під напругою або знятих для ремонту вузлів) для користувача існує небезпека поразки електричним струмом.

Джерелами підвищеної небезпеки можуть служити наступні елементи:

- розподільний щит;

- джерела живлення;
- блоки ПЕОМ і друку, що знаходяться в ремонті.

Ще одна проблема полягає у тому, що спектр випромінювання комп'ютерного монітора включає рентгенівську, ультрафіолетову і інфрачервону області, а також широкий діапазон хвиль інших частот. Небезпека рентгенівського проміння мала, оскільки цей вид випромінювання поглинається речовиною екрану. Проте велику увагу слід приділяти біологічним ефектам низькочастотних електромагнітних полів (аж до порушення ДНК).

Відповідно до [11], при обслуговуванні ПЕОМ мають місце фізичні і психофізичні небезпечні, а також шкідливі виробничі чинники:

- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якої може відбутися через тіло людини;
- підвищений рівень статичної електрики;
- підвищений рівень електромагнітних випромінювань;
- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- підвищений або знижений рух повітря;
- підвищена або знижена вологість повітря;
- відсутність або недостатність природного світла;
- підвищена пульсація світлового потоку;
- недостатня освітленість робочого місця;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- розумове перенапруження;
- емоційні навантаження;
- монотонність праці.

### 3.2 Заходи щодо техніки безпеки

Основним небезпечним чинником при роботі з ЕОМ є небезпека поразки людини електричним струмом, яка посилюється тим, що органи чуття людини не можуть на відстані знайти наявності електричної напруги на устаткуванні.

Проходячи через тіло людини, електричний струм чинить на нього складну дію, що є сукупністю термічної (нагрів тканин і біологічних середовищ), електролітичної (розкладання крові і плазми) і біологічної (роздратування і збудження нервових волокон і інших органів тканин організму) дій.

Тяжкість поразки людини електричним струмом залежить від цілого ряду чинників:

- значення сили струму;
- електричного опору тіла людини і тривалості протікання через нього струму;
- роду і частоти струму;
- індивідуальних властивостей людини і навколишнього середовища.

Розроблений дипломний проект передбачає наступні технічні способи і засоби, що застерігають людину від ураження електричним струмом:

- заземлення електроустановок;
- занулення;
- захисне відключення;
- електричне розділення мережі;
- використання малої напруги;
- ізоляція частин, що проводять струм;
- огорожа електроустановок.

Занулення зменшує напругу дотику і обмежує години, протягом яких людина, ткнувшись до корпусу, може потрапити під дію напруги.

Струм однофазного короткого замикання визначається по наближеній формулі:

$$I_k = \frac{U_\phi}{Z_\Pi + \frac{Z_T}{3}}, \quad (3.1)$$

де  $U_\phi$  - номінальна фазна напруга мережі, В;

$Z_\Pi$  - повний опір петлі, створене фазними і нульовими дротами, Ом;

$Z_T$  - повний опір струму короткого замикання на корпус, Ом.

Згідно таблиці 4 [12]:  $Z_T / 3 = 0,1$  Ом.

Для провідників і жил кабелю для розрахунку повного опору петлі використовуємо формулу(3.2.) :

$$Z_\Pi = \sqrt{R_\Pi^2 + X_\Pi^2}, \quad (3.2)$$

де  $R_\Pi = R_\phi + R_0$  - сумарний активний опір фазного  $R_\phi$  і нульового  $R_0$  дротів, Ом;

$X_\Pi$  - індуктивний опір паяння дротів, Ом.

Перетин 1 км мідного дроту  $S = 2.5$  мм, тоді згідно таблицям 5 і 6 [12], має такий опір:

$$X_\Pi = 0,11 \text{ Ом};$$

$$R_\phi = 7,55 \text{ Ом};$$

$$R_0 = 7,55 \text{ Ом}.$$

$$\text{Отже, } R_\Pi = 7,55 + 7,55 = 15,1 \text{ Ом}.$$

Тоді по формулі (4.2) знаходимо повний опір петлі :

$$Z_\Pi = \sqrt{15,1^2 + 0,11^2} \approx 15,1 \text{ (Ом)}.$$

Струм однофазного короткого замикання рівний:

$$I_k = \frac{220}{15,1 + 0,1} = 14,47 \quad (\text{А}).$$

Дія плавкої вставки на ПЕОМ забезпечується, якщо виконується співвідношення:

$$I_k \geq k * I_n, \quad (3.3)$$

де  $I_n$  - номінальний струм спрацьовування плавкої вставки, А;

$k$  - коефіцієнт кратності нелінійного струму  $I_n$ , А.

Коефіцієнт кратності нелінійного струму  $I_n$  розраховується по формулі (3.4.) :

$$I_n = P / U, \quad (3.4)$$

де  $P = 220$  Вт - споживана потужність;

$U = 220$  В - робоча напруга;

$k = 3$  А - для плавких вставок.

Отже,  $I_n = 220 / 220 = 1$  А.

Підставивши значення у вираз (3.3), одержимо:

$$14,47 > 3 * 1.$$

Таким чином, доведено, що апарат забезпечить спрацьовування (і захист) при підвищенні номінального струму.



### 3.3 Заходи, що забезпечують виробничу санітарію і гігієну праці

Вимоги до виробничих приміщень встановлюються [20], ДБН, відповідними ГОСТами і ОСТАми з урахуванням небезпечних і шкідливих чинників, що утворюються в процесі експлуатації електроустаткування.

Підвищення працездатності людини і збереження її здоров'я забезпечується стабільними метеорологічними умовами.

Мікроклімат виробничих приміщень визначається діючими на організм людини поєднаннями температури, вологості і швидкості руху повітря, а також температури навколишніх поверхонь. Значне коливання параметрів мікроклімату приводить до порушення систем кровообігу, нервової і потовидільної, що може викликати підвищення або пониження температури тіла, слабкість, запаморочення і навіть непритомність.

Відповідно до [10] встановлюють оптимальну і допустиму температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря в робочій зоні. За відсутності надмірного тепла, вологи, шкідливих речовин в приміщенні досить природної вентиляції.

У приміщенні для виконання робіт операторського типу (категорія 1а), пов'язаних з нервово-емоційною напругою, проектом передбачається дотримання наступних нормованих величин параметрів мікроклімату (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Санітарні норми мікроклімату робочої зони приміщень для робіт категорії 1а.

| Пора року | Температура, С | Відносна вологість, % | Швидкість руху повітря, м/с |
|-----------|----------------|-----------------------|-----------------------------|
| Холодна   | 22...24        | 40...60               | 0,1                         |
| Тепло     | 23...25        | 40...60               | 0,1                         |

У приміщенні, де знаходиться ПЕОМ, повітрообмін реалізується за допомогою природної організованої вентиляції (з пристроєм вентиляційних каналів в перекриттях будівлі і вертикальних шахт) й устатовленого промислового кондиціонера фірми Mitsubishi, який дозволяє вирішити переважну більшість завдань по створінню та підтримці необхідних параметрів повітряного середовища. Цей метод забезпечує приток потрібної кількості свіжого повітря, визначеного в ДБН (30 м<sup>3</sup> в годину на одного працівника).

Шум на виробництві має шкідливу дію на організм людини. Стотлення операторів через шум збільшує число помилок при роботі, призводить до виникнення травм. Для оператора ПЕОМ джерелом шуму є робота принтера. Щоб усунути це джерело шуму, використовують наступні методи. При покупці принтера слід вибирати найбільш шумозахисні матричні принтери або з великою швидкістю роботи (струменеві, лазерні). Рекомендується принтер поміщати в найбільш віддалене місце від персоналу, або застосувати звукоізоляцію та звукопоглинання (під принтер підкладають демпфуючі підкладки з пористих звукопоглинальних матеріалів з листів тонкої повсті, поролону, пеноплону).

При роботі на ПЕОМ, проектом передбачені наступні методи захисту від електромагнітного випромінювання: обмеження часом, відстанню, властивостями екрану.

Обмеження годині роботи на ПЕОМ складає 3,5-4,5 години. Захист відстанню передбачає розміщення монітора на відстані 0,4-0,5 м від оператора. Передбачений монітор 20" TFT, Samsung 2043BW відповідає вимогам стандарту ТСО'03.

ТСО'03 пред'являє жорсткі вимоги в таких областях: ергономіка (фізична, візуальна і зручність користування), енергія, випромінювання (електричних і магнітних полів), навколишнє середовище і екологія, а також пожежна та електрична безпека, які відповідають всім вимогам [13].

Для зниження стомлюваності та підвищення продуктивності праці обслуговуючого персоналу в колірній композиції інтер'єру приміщень для ПЕОМ дипломним проектом пропонується використовувати спокійні колірні поєднання і покриття, що не дають відблисків.

У проекті передбачається використання сумісного освітлення. У світлий час доби приміщення освітлюватиметься через віконні отвори, в решту часу використовуватиметься штучне освітлення.

Як штучне освітлення необхідно використовувати штучне робоче загальне освітлення. Для загального освітлення необхідно використовувати люмінесцентні лампи. Вони володіють наступними перевагами: високою світловою віддачею, тривалим терміном служби, хоча мають і недоліки: високу пульсацію світлового потоку.

При експлуатації ПЕОМ виробляється зорова робота. Відповідно до [17] ця робота відноситься до розряду 5а. При цьому нормоване освітлення на робочому місці ( $E_n$ ) при загальному освітленні рівна 200 лк.

Приміщення завдовжки 12 м, шириною 10 м, заввишки 4 м обладнується світильниками типу ЛП02П, оснащеними лампами типу ЛБ зі світловим потоком 3120 лм кожна.

Виконаємо розрахунок кількості світильників в робочому приміщенні завдовжки  $a=12$  м, шириною  $b=10$  м, заввишки  $z=4$  м, використовуючи формулу (3.5) розрахунку штучного освітлення при горизонтальній робочій поверхні методом світлового потоку:

$$n = (E \cdot S \cdot Z \cdot k) / (F \cdot U \cdot M), \quad (3.5)$$

де  $F$  - світловий потік = 3120 лм;

$E$  - максимально допустима освітленість робочих поверхонь = 200 лк;

$S$  - площа підлоги = 120 м<sup>2</sup>;

$Z$  - поправочний коефіцієнт світильника = 1,2;

$k$  - коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації світильників = 1,5;

$n$  - кількість світильників;

$U$  - коефіцієнт використання освітлювальної установки = 0,6;

$M$  - кількість ламп у світильнику = 2.

З формули (3.5) виразимо  $n$  (3.6) і визначимо кількість світильників для даного приміщення:

$$n = (E \cdot S \cdot Z \cdot k) / (F \cdot U \cdot M), \quad (3.6)$$

Отже,  $n = (200 \cdot 120 \cdot 1,2 \cdot 1,5) / (3120 \cdot 0,6 \cdot 2) = 12$ .

Виходячи з цього, рекомендується використовувати 12 світильників. Світильники слід розмішувати рядами, бажано паралельно стіні з вікнами. Схема розташування світильників зображена на рис. 3.1.

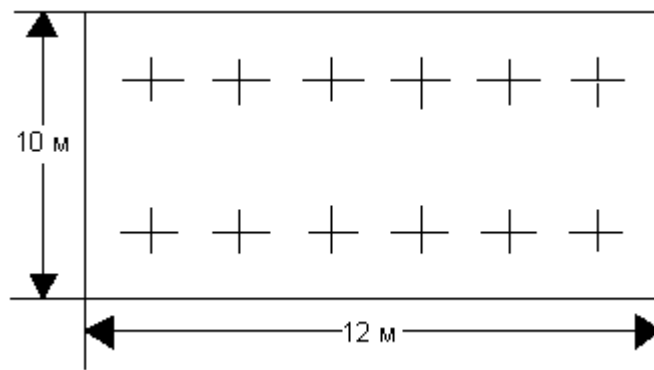


Рисунок 3.1 - Схема розташування світильників

### 3.4 Рекомендації по пожежній безпеці

Пожежі в приміщеннях, де встановлена обчислювальна техніка, представляють небезпеку для життя людини. Пожежі також пов'язані як з матеріальними втратами, так і з відмовою засобів обчислювальної техніки, що у свою чергу спричиняє за собою порушення ходу технологічного процесу.

Пожежа може виникнути при наявності горючої речовини та внесення джерела запалювання в горюче середовище. Пальними матеріалами в приміщеннях, де розташовані ПЕОМ, є:

- поліамід - матеріал корпусу мікросхеми, горюча речовина, температура самозаймання аерогелю 420 °С ;
- полівінілхлорид - ізоляційний матеріал, горюча речовина, температура запалювання 335 °С, температура самозаймання 530 °С, кількість енергії, що виділяється при згоранні - 18000 - 20700 кДж/кг;
- стеклотекстоліт ДЦ - матеріал друкарських плат, важкозаймистий матеріал, показник горючості 1.74, не схильний до температурного самозаймання;
- пластика кабельний №489 - матеріал ізоляції кабелю, горючий матеріал, показник горючості більш 2.1;
- деревина - будівельний і обробний матеріал, матеріал з якого виготовлені меблі, горючий матеріал, показник горючості більше 2.1, теплота згорання 18731 - 20853 кДж/кг, температура запалювання 399 °С, схильна до самозаймання.

Згідно [19] приміщення відносяться до категорії В (пожежовибухонебезпечним) і згідно правилам побудови електроустановок простір усередині приміщення відноситься до вогнебезпечної зони класу П - Па (зони, розташовані в приміщеннях, в яких зберігаються тверді горючі речовини).

Потенційними джерелами запалення при роботі ПЕОМ є:

- іскри при замиканні і розмиканні ланцюгів;
- іскри і дуги коротких замикань;
- перегріву від тривалого перевантаження і наявності перехідного опору.

Продуктами згорання, що виділяються при пожежі, є : оксид вуглецю, сірчистий газ, оксид азоту, синильна кислота, акролеїн, фосген, хлор та ін. При горінні пластмас, окрім звичайних продуктів згорання, виділяються різні продукти термічного розкладання: хлорангідридні кислоти, формальдегіди, хлористий водень, фосген, синильна кислота, аміак, фенол, ацетон, стирол та ін., що шкідливо впливають на організм людини.

Для захисту персоналу від дії небезпечних і шкідливих чинників пожежі проектом передбачається застосування промислового протигаза з коробкою марки В(жовта).

Пожежна безпека об'єктів народного господарства регламентується [14] і забезпечується системами запобігання пожежам і протипожежному захисту. Для успішного гасіння пожеж вирішальне значення має швидке виявлення пожежі і своєчасний виклик пожежних підрозділів до місця пожежі.

Зменшити горюче навантаження не представляється можливим, тому проектом передбачається застосувати наступні способи і їх комбінації для запобігання утворенню(внесення) джерел запалення :

- застосування устаткування, що задовольняє вимогам електростатичної безпеки;
- застосування в конструкції швидкодіючих засобів захисного відключення можливих джерел запалення;
- виключення можливості появи іскрового заряду статичної електрики в горючому середовищі з енергією, рівної і вище мінімальної енергії запалення;
- підтримка температури нагріву поверхні машин, механізмів, устаткування, пристроїв, речовин і матеріалів, які можуть увійти до контакту

з палим середовищем, нижче гранично допустимої, становить 80% якнайменшої температури самозаймання пального.

- заміна небезпечних технологічних операцій більш безпечними;
- ізольоване розташування небезпечних технологічних установок і устаткування;
- зменшення кількості палих і вибухонебезпечних речовин, що знаходяться у виробничих приміщеннях;
- запобігання можливості утворення палих сумішей на лінії, вентиляційних системах і ін.;
- механізація, автоматизація та справність(потокова) виробництва;
- суворе дотримання стандартів і точне виконання встановленого технологічного режиму;
- запобігання можливості появи в небезпечних місцях джерел запалення;
- запобігання розповсюдженню пожеж і вибухів;
- використання устаткування і пристроїв, при роботі яких не виникає джерел запалення;
- виконання вимог сумісного зберігання речовин і матеріалів;
- наявність громовідводу;
- ліквідація можливості самозаймання речовин і матеріалів .

Для запобігання пожежі в обчислювальних центрах проектом пропонується виконання наступних вимог :

- електроживлення ЕОМ повинно мати автоматичне блокування відключення електроенергії на випадок зупинки системи охолодження і кондиціонування;
- система вентиляції обчислювальних центрів повинна бути обладнана блокуючими пристроями, що забезпечують її відключення на випадок пожежі;
- робочі місця повинні бути оснащені пожежними щитами, сигналізацією, засобами для сповіщення про пожежну небезпеку

(телефонами), медичними аптечками для надання першої медичної допомоги, розробленим планом евакуації.

Для зниження пожежної небезпеки в приміщеннях використовуються первинні засоби гасіння пожеж, а також система автоматичної пожежної сигналізації, яка дозволяє знайти початкову стадію загоряння, швидко і точно оповістити службу пожежної охорони про час і місце виникнення пожежі.

Відповідно до правил пожежної безпеки для промислових підприємств приміщення категорії В підлягають устаткуванню системами автоматичної пожежної сигналізації. Проектом передбачається застосування датчика типу ІДФ - 1(димовий фотоелектричний датчик), оскільки специфікою пожеж обчислювальної техніки і радіоапаратури є, в першу чергу, виділення диму, а потім - підвищення температури.

При виникненні пожежі в робочому приміщенні обслуговуючий персонал зобов'язаний негайно вжити заходи по ліквідації пожежі. Для ліквідації пожежі використовують вогнегасники (хімічно-пінні, пінні для повітря ОП-5, ОП-6, ОП-9, вуглекислотні ОУ-5), пісок, пожежний інвентар (сокири, ломи, багри, шерстяну або азбестову ковдри). Як засіб індивідуального захисту проектом передбачається використання промислового протигаза з маскою, фільтруючої коробки В.

В якості організаційно-технічних заходів рекомендується проводити навчання робочого персоналу правилам пожежної безпеки.



## ВИСНОВКИ

У результаті виконання дипломної роботи був розроблений й програмно реалізований алгоритм Мамдані для вибору оптимального рішення ліквідації ризику, що виникає при надзвичайних ситуаціях й проведений його практичне дослідження. Для цього були вирішені наступні завдання:

- був досліджений сучасний стан питання ризиків, яку супроводжують надзвичайні ситуації;
- були досліджені методи оптимального рішення ліквідації НС;
- розроблений і програмно реалізований алгоритм нечіткої вибірки прийняття рішень;

Подальший розвиток інформаційної системи пов'язане з аналізом накопичених в системі даних з метою прогнозування ситуації і вироблення рішень щодо її зміни з метою досягнення більш високих показників для ефективності управління ризику (прибутку, обсягів продажів і ін.).

У розділі «Охорона праці» виконано аналіз потенційних небезпек при роботі із засобами обчислювальної техніки і механізмами, розроблені заходи щодо техніки безпеки, заходи, які забезпечують виробничу санітарію і гігієну праці, розраховане штучне освітлення, виконані рекомендації по пожежній безпеці.

В цілому в результаті випускної кваліфікаційної роботи бакалавра виконана постановка задачі, обґрунтований вибір підходу до реалізації та реалізована програмна система, яка забезпечує швидкий вибір методів контролю ризиків.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

- 1) Штукин, М.В. Минимизация риска жизнедеятельности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций [Текст] / М. В. Штукин, А. Я. Кузёмин, И. Б. Сироджа – Київ, 2013. -194 с
- 2) Петров, Е.Г. Методи і засоби прийняття рішень в соціально – економічних системах [Текст] / Е.Г.Петров, М.В.Новожилова, І.В. Гребеннік. – К.: Техніка, 2004. – 256 с.
- 3) Подиновский, В.В. Паретооптимальные решения многокритериальных задач [Текст] / В.В.Подиновский, В.Д. Ногин. – М.: Наука, 1982. – 254 с.
- 4) Современный синтез критериев в задачах принятия решений [Текст] / А.Н. Катулев, Л.С. Виленчук, В.Н. Михно. – М.: Радио и связь, 1992. – 119 с.
- 5) Фишберн П. Теория полезности для принятия решений / П. Фишберн. – М.: Наука, 1978. – 352с.
- 6) Нейман Дж. Теория игр и экономическое поведение. Пер. с англ. Н.Н. Воробьева. / Дж. Нейман, О. Моргенштерн – М.: Наука, 1970. – 124 с.
- 7) Ивахненко, А.Г. Самоорганизация прогнозирующих моделей [Тест]/ А.Г. Ивахненко, Й.А. Мюллер. – К.:Техніка, 1985. – 223 с.
- 8) Раскин, Л.Г. Нечеткая математика. Основы теории. Приложения. [Текст]/ Л.Г. Раскин, О.В. Серая. – Х.: Парус, 2008. – 352 с.
- 9) Ротштейн, А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети [Текст]/ А.П. Ротштейн. Винница: УНИВЕРСУМ.– Винница, 1999.– 320 с.
- 10) ГОСТ 12.1.005-88. Міждержавний стандарт. Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони
- 11) ГОСТ 12.0.003-74 Небезпечні і шкідливі виробничі фактори. Класифікація

12) ДСТУ 7237:2011 Національний стандарт України. Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту

13) ДСанПіН 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми. Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин.

14) ГОСТ 12.1.004-91. Пожежна безпека. Загальні вимоги .

15) ДБН В.2.5-67. Опалення вентиляція та кондиціонування.

16) ГОСТ 12.1.006-84. Електромагнітні поля радіочастот. Допустимі рівні на робочих місцях і вимоги до проведення контролю

17) ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.

18) ГОСТ 12.4.009-83. Пожежна техніка для захисту об'єктів. Основні види. Розміщення і обслуговування.

19) ДСТУ Б В.1.1-36-2016. Визначення категорії приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою.

20) ДСП 173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів

21) Симметрон. Электронные компоненты. Каталог 2002, 2002г. – 192с.

## ДОДАТОК А. Лістинг коду

### Використовувані позначення

```
// numberOfRules – число правил нечетких продукций
// numberOfInputVariables – кол-во входных переменных
// numberOfOutputVariables – кол-во выходных переменных
// numberOfConditions – общее число подусловий в базе правил
// numberOfConclusions – общее число подзаключений в базе правил
```

### Фазифікації (приведення до нечіткості)

```
private double[] fuzzification(double[] inputData) {
    int i = 0;
    double[] b = new double[numberOfConditions];
    for (Rule rule : rules) {
        for (Condition condition : rule.getConditions()) {
            int j = condition.getVariable().getId();
            FuzzySet term = condition.getTerm();
            b[i] = term.getValue(inputData[j]);
            i++;
        }
    }
    return b;
}
```

### Агрегування підумови

```
private double[] aggregation(double[] b) {
    int i = 0;
    int j = 0;
    double[] c = new double[numberOfInputVariables];
    for (Rule rule : rules) {
        double truthOfConditions = 1.0;
        for (Condition condition : rule.getConditions()) {
            truthOfConditions = Math.min(truthOfConditions, b[i]);
            i++;
        }
        c[j] = truthOfConditions;
        j++;
    }
    return c;
}
```

## Активізація підзаключеній

```

private List<ActivatedFuzzySet>
activation(double[] c) {
    int i = 0;
    List<ActivatedFuzzySet> activatedFuzzySets = new ArrayList<ActivatedFuzzySet>();
    double[] d = new double[numberOfConclusions];
    for (Rule rule : rules) {
        for (Conclusion conclusion : rule.getConclusions()) {
            d[i] = c[i]*conclusion.getWeight();
            ActivatedFuzzySet activatedFuzzySet = (ActivatedFuzzySet) conclusion.getTerm();
            activatedFuzzySet.setTruthDegree(d[i]);
            activatedFuzzySets.add(activatedFuzzySet);
            i++;
        }
    }
    return activatedFuzzySets;
}

private double getActivatedValue(double x) {
    return Math.min(super.getValue(x), truthDegree);
}

```

## Акумуляція висновків

```

List<UnionOfFuzzySets> unionsOfFuzzySets =
    new ArrayList<UnionOfFuzzySets>(numberOfOutputVariables);
for (Rule rule : rules) {
    for (Conclusion conclusion : rule.getConclusions()) {
        int id = conclusion.getVariable().getId();
        unionsOfFuzzySets.get(id).addFuzzySet(activatedFuzzySets.get(id));
    }
}
return unionsOfFuzzySets;
}

private double getMaxValue(double x) {
    double result = 0.0;
    for (FuzzySet fuzzySet : fuzzySets) {
        result = Math.max(result, fuzzySet.getValue(x));
    }
    return result;
}

```

## Дефазифікація вихідних змінних

```

private double[] defuzzification(List<UnionOfFuzzySets> unionsOfFuzzySets) {
    double[] y = new double[numberOfOutputVariables];
    for(int i = 0; i < numberOfOutputVariables; i++) {
        double i1 = integral(unionsOfFuzzySets.get(i), true);
        double i2 = integral(unionsOfFuzzySets.get(i), false);
        y[i] = i1 / i2;
    }
    return y;
}

```

## ДОДАТОК Б. Електронні плакати

ДИПЛОМНА РОБОТА БАКАЛАВРА

# Інформаційна система моніторингу та управління ризиками надзвичайних ситуацій

Виконав:  
студент групи КІ-146д

Ляшенко О.С.

Керівник дипломного проекту:  
к.т.н., доц.

Щербакова М.Є.

## Аналіз предметної області

- Зростання масштабів господарської діяльності і бурхливий розвиток науково-технічної революції призвели до зростання кількості і масштабів росту надзвичайних ситуацій .
- Інформаційні технології дозволяють створити єдиний інформаційний простір і виключити вплив організаційних бар'єрів на ефективність роботи служб, які реагують на надзвичайні ситуації.
- Попередження та ліквідація наслідків НС спрямовані на запобігання ризиків і роботу з ризиками що вже сталися в результаті виникнення НС .
- НС супроводжуються не тільки матеріальними, але й величезними людськими втратами, тому в умовах НС дуже важливо швидко і правильно прийняти рішення. Інформаційний процес моніторингу ризиків НС є складовою частиною прийняття рішень з управління ризиками, оптимізації показників безпеки життєдіяльності людини.

## Ціль проекту

- **Об'єкт дослідження** – процес моніторингу та дослідження надзвичайних ситуацій для своєчасного реагування, запобігання їх виникнення та зменшенню ризику
- **Методи дослідження** - мова програмування Java, середовище розробки Eclipse, бази даних SQL
- **Мета проекту** – розробка програмного середовища формування баз даних і знань для контролю ризику стосовно надзвичайних ситуацій.

3

## Постановка задачі

- формулювання і визначення переліку можливих ризиків НС;
- виявлення можливих джерел інформації для моніторингу ризиків НС;
- формування мережі моніторингу та збору інформації в базу даних і знань від джерел інформації;
- збір інформації в базу даних і знань від джерел інформації про джерелах ризику НС;
- подання зібраної інформації для подальшої обробки та аналізу;
- проводимо оцінку ризику виникнення НС на основі виділених інформативних ознак

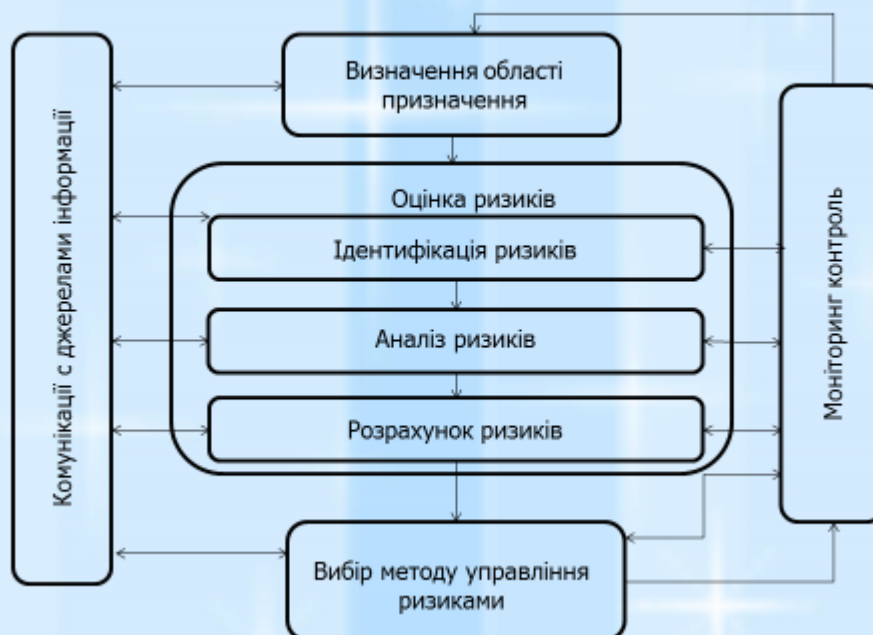
4

## Постановка задачі

- необхідно провести багатокритеріальний аналіз якості рішення виконаного завдання з моніторингу ризиків розглянутого виду НС і вироблення рекомендацій з управління якістю моніторингу ризиків;
- внести пропозиції до технології моніторингу ризиків НС;

5

## Підсистема керування ризик-менеджменту



6



## Структура повного збитку від НС



$$R(X) = P(X) \cdot Pot(X),$$

Формула впливу ризику,

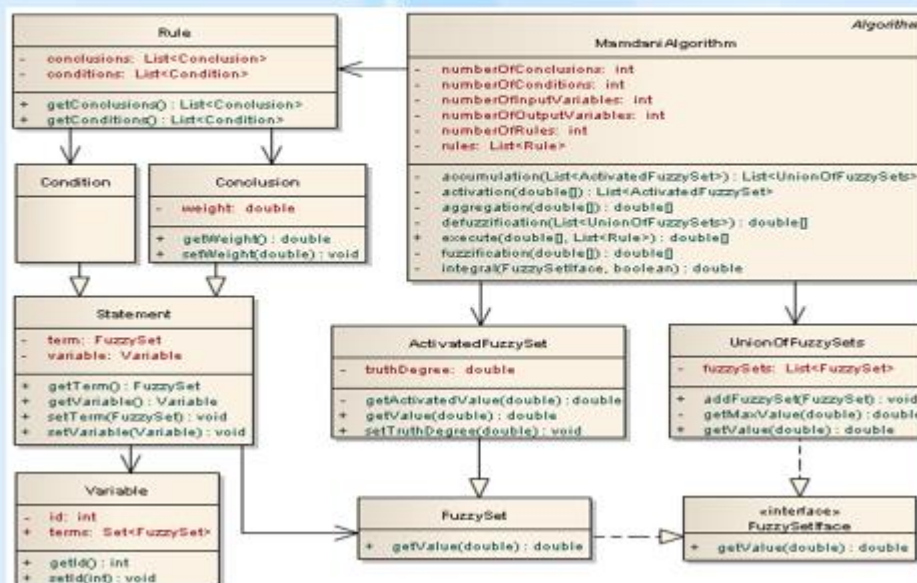
$R(X)$  - схильність ризику;

$P(X)$  - ймовірність настання небажаного результату;

$Pot(X)$  - втрати, внаслідок небажаного результату.

7

## Діаграма класів реалізації алгоритму Мамдані



8

## Висновки

У результаті виконання дипломної роботи, була розроблена система для керування та ліквідації ризиків що винакають у звязку з надзвичайними ситуаціями.

Розробка система була виконана під операційну систему Windows та з серверною частиною написаною на Java яка дозволяє роботу з базою даних SQL.

Створена система буде використовуватися у майбутньому для створення комплексної роботи по моніторингу надзвичайних ситуацій та швидкого реагування для запобігання виникнення та ліквідації ризиків.

9

**Дякую за увагу!**

10