

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Вінницький національний технічний університет

ЗБОРА ОЛЕНА ВАЛЕРІЇВНА

УДК 519.6:004.9

**ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ТЕХНОГЕННИХ ПРОБЛЕМНИХ  
СИТУАЦІЙ**

Спеціальність 05.13.06 – інформаційні технології

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Вінниця – 2013

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у Вінницькому національному технічному університеті Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент

**Савчук Тамара Олександрівна,**  
Вінницький національний технічний університет,  
професор кафедри комп'ютерних наук.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор

**Мусієнко Максим Павлович,**  
Чорноморський державний університет ім. Петра Могили,  
завідувач кафедри інформаційних технологій та програмних систем

доктор технічних наук, професор

**Хаїмзон Ігор Ізєвич,**  
Вінницький національний медичний університет  
ім. М. І. Пирогова, завідувач кафедри біофізики, інформатики  
та медичної апаратури.

Захист відбудеться «19» квітня 2013 р. о 12<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 05.052.01 у Вінницькому національному технічному університеті за адресою: 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, ГНК, ауд. 210.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Вінницького національного технічного університету за адресою: 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, ГНК.

Автореферат розісланий «15» березня 2013 р.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради

С. М. Захарченко

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** У будь-якій галузі людської діяльності виникають ситуації, яка містить протиріччя та не має однозначного рішення відносно обставин і умов, в яких розгортається діяльність особистості, або групи, тобто проблемні ситуації. Проблемні ситуації техногенного походження, які можуть призвести до фінансових збитків, а також інших видів збитків, в тому числі і непрямих (зниження якості обслуговування клієнтів, зменшення кількості потенційних клієнтів та ін.) відносяться до техногенних проблемних ситуацій (ТПС). Основною задачею вирішення техногенної проблемної ситуації, що виникла на певному об'єкті або території, є швидке та якісне прийняття оптимального рішення по усуненню наслідків техногенної проблемної ситуації, з метою зменшення збитків.

Для отримання ефективного рішення проблемної ситуації, яка виникла, необхідно провести якісну класифікацію техногенних проблемних ситуацій. В термінах системного підходу техногенна проблемна ситуація належить до класу неструктурованих, або слабо структурованих, які включають в себе лише опис важливих ознак і характеристик, кількісні залежності між якими невідомі, що робить неможливим використання чисельних методів класифікації таких ситуацій, заснованих на використанні складних алгоритмів з великою кількістю параметрів. Сучасні методи та інформаційні технології для аналізу та класифікації даних були розвинені у працях О. І. Ларичева (методи вербального аналізу рішень), К. О. Соловйова (математичні основи природної класифікації та їх застосування в інтелектуальних системах), Б. Ю. Лемешка, А. В. Дорошенко (методи та інформаційні технології класифікації для завдань видобування даних), В. В. Грицик (нейромережева технологія аналізу і класифікації ситуацій в інформаційно-аналітичних системах), О. А. Литвинова (інформаційна технологія класифікації клінічних діагнозів на основі семантико-синтаксичної моделі) та багатьох інших дослідників. Враховуючи недоліки і напрямки роботи розглянутих методів та інформаційних технологій (засновані на використанні окремих моделей аналізу і класифікації, які дають хороші результати для вирішення вузького кола задач, не використовують об'єднання методів класифікації проблемної ситуації для визначення конкретного типу ситуації з метою надання якісних рекомендацій для прийняття рішень, не використовують можливості структурного об'єднання різних даних для реалізації швидкої і якісної технології класифікації даних та ін.) стає актуальним соціальне замовлення в напрямку розвитку систем нового типу, а саме інтерактивних систем колективної класифікації з метою подальшого аналізу і оцінки слабо структурованих і неструктурованих проблемних ситуацій. Такі системи функціонують в реальному часі з використанням методів якісного аналізу неструктурованих або слабо структурованих проблемних ситуацій, при цьому ефективним є використання інтелектуального потенціалу осіб, які готують рішення, оцінюють рішення та приймають рішення. Крім цього, існують потужні бази ТПС певних типів, і для аналізу та класифікації таких ситуацій доцільно використати методи Data Mining.

Отже, актуальною задачею є розробка нової інформаційної технології класифікації техногенних проблемних ситуацій, заснованої на застосуванні методів аналізу і класифікації неструктурованих і слабо структурованих проблемних ситуацій, і методів інтелектуального аналізу даних, об'єднаних технологічним ланцюжком процесів комп'ютерного моделювання з метою оптимізації процесу класифікації та прийняття рішень по усуненню наслідків техногенної проблемної ситуації.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Дисертаційна робота виконана відповідно до напрямку наукових досліджень кафедри комп'ютерних наук Вінницького національного технічного університету «Розроблення інформаційних технологій для аналізу та синтезу структурних, інформаційних і функціональних моделей об'єктів і процесів, що автоматизуються» у рамках держбюджетної науково-дослідної роботи на тему «Теоретичні методи аналізу швидкоплинних техногенних надзвичайних ситуацій для створення систем підтримки прийняття рішень керівниками ліквідації таких ситуацій» № 47-Д-307 (номер держреєстрації 0108U000659),

науково-дослідної роботи на тему «Розробка програмних модулів класифікації техногенних проблемних ситуацій при прокладанні комунікаційних мереж» №47/1, у яких здобувач була виконавцем.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є підвищення ефективності класифікації техногенних проблемних ситуацій за допомогою нової інформаційної технології класифікації техногенних проблемних ситуацій.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

1. Дослідити сучасний рівень розвитку інформаційних технологій класифікації техногенних проблемних ситуацій.

2. Запропонувати критерій достатності потужності БД типових ситуацій.

3. Запропонувати математичну модель класифікації техногенних проблемних ситуацій, що базується на показнику достатності потужності бази даних (БД) типових ситуацій.

4. Удосконалити метод класифікації техногенних проблемних ситуацій на основі методів вербального аналізу рішень та методів Data Mining.

5. Розробити інформаційну технологію класифікації техногенних проблемних ситуацій, яка об'єднує методи вербального аналізу рішень та методи інтелектуального аналізу даних.

6. Розробити алгоритм класифікації техногенних проблемних ситуацій, а також, розробити алгоритми складових даного процесу.

7. Розробити практичні рекомендації щодо впровадження інформаційної технології класифікації техногенних проблемних ситуацій

8. Розробити інформаційну систему класифікації техногенних проблемних ситуацій на підґрунті застосування запропонованої інформаційної технології.

9. Впровадити результати дослідження у виробництво і навчальний процес.

**Об'єктом дослідження** є процеси класифікації техногенних проблемних ситуацій.

**Предметом дослідження** є інформаційна технологія класифікації техногенних проблемних ситуацій.

**Методи дослідження.** Використано методи системного аналізу та синтезу для вивчення властивостей процесу класифікації техногенних проблемних ситуацій та створення інформаційної технології класифікації техногенних проблемних ситуацій; економіко-математичне моделювання, методи вербального аналізу рішень та інтелектуального аналізу даних для розробки математичної моделі класифікації техногенних проблемних ситуацій; методи теорії ймовірності, ймовірнісних процесів і математичної статистики, експертних оцінок для визначення основних параметрів систем класифікації техногенних проблемних ситуацій; комп'ютерне моделювання для оцінювання запропонованої інформаційної технології.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в тому, що:

1. Уперше розроблено інформаційну технологію класифікації техногенних проблемних ситуацій, яка на відміну від існуючих технологій розглядається як сукупність процесів опису проблемної ситуації, вибору методу класифікації та безпосередньої класифікації техногенних проблемних ситуацій, процесу формування рекомендацій щодо типових заходів в умовах виникнення таких ситуацій, об'єднаних у технологічний ланцюжок, що дозволяє підвищити ефективність прийняття рішень щодо усунення їх наслідків.

2. Уперше запропоновано математичну модель класифікації техногенних проблемних ситуацій, що базується на показнику достатності потужності бази даних (БД) типових ситуацій, яка на відміну від існуючих формалізована у вигляді аналітичної залежності від заданої граничної похибки та довірчої ймовірності, що дозволяє визначити критерій достатності потужності БД типових ситуацій для удосконалення методу класифікації ТПС.

3. Уперше запропоновано критерій достатності потужності БД типових ситуацій, особливість якого полягає у використанні показника достатності потужності БД типових

ситуацій, що дозволяє обрати метод для класифікації ТПС із заданим значенням граничної похибки.

4. Удосконалено метод класифікації техногенних проблемних ситуацій, який на відміну від існуючих враховує критерій достатності потужності БД типових ситуацій, що дозволяє підвищити ефективність класифікації ТПС.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в тому, що:

1. Розроблено алгоритм класифікації техногенних проблемних ситуацій, також, розроблено алгоритми складових даного процесу, а саме, алгоритми моделювання процесів опису ТПС, визначення критерію достатності потужності БД типових ситуацій, ординальної класифікації ТПС, ланцюгової інтерактивної класифікації ТПС, класифікації ТПС методами Data Mining.

2. Розроблено практичні рекомендації щодо впровадження інформаційної технології класифікації техногенних проблемних ситуацій.

3. Розроблено інформаційну систему класифікації техногенних проблемних ситуацій на підґрунті застосування запропонованої інформаційної технології.

Отримані на основі наукових досліджень практичні результати впроваджено в компанію ТОВ «НВК «Хорс-Телеком» у вигляді програмних модулів класифікації техногенних проблемних ситуацій при прокладанні комунікаційних мереж, а також, в навчальний процес при фаховій підготовці за освітньо-професійною програмою підготовки бакалаврів за напрямом 6.050101 «Комп'ютерні науки» у вигляді лекцій і лабораторного практикуму з дисциплін «Інтелектуальний аналіз даних», «Організація баз даних і знань». Впровадження результатів дослідження підтверджено відповідними актами.

**Особистий внесок здобувача.** Усі теоретичні та експериментальні дослідження виконані автором самостійно. У працях, опублікованих у співавторстві, автору дисертації належать: підхід до класифікації техногенної проблемної ситуації як задачі прийняття рішення в умовах невизначеності [1]; запропоновано математичну модель класифікації (аналізу) техногенних проблемних ситуацій [2]; концептуалізація та моделювання процесів класифікації проблемної ситуації та формування стратегії розвитку комерційного банку [3-4]; використання інформаційних технологій в задачах класифікації та підтримки прийняття рішень [7]; запропоновано критерій достатності потужності БД типових ситуацій [8]; ординальна класифікація техногенних проблемних ситуацій [9]; використання технологій Data Mining для аналізу та класифікації техногенних проблемних ситуацій [10]; розробка інформаційної технології класифікації (аналізу) техногенних проблемних ситуацій [11-12]; розробка інформаційної системи на основі запропонованої інформаційної технології [13]; використання інтелектуальних технологій та нечіткої логіки в задачах аналізу та підтримки прийняття рішень [5-6, 14-15]; комп'ютерне моделювання [16-18].

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення та результати виконаних в дисертаційній роботі досліджень доповідались та обговорювались на 12-ї та 14-ій міжнародних науково-технічних конференціях «Системний аналіз та інформаційні технології» (2010, 2012 рр.); міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми інформаційних технологій, економіки та права» м. Чернівці (2011 р.); на міжнародних конференціях «ІНТЕРНЕТ-ОСВІТА-НАУКА» (2008, 2010, 2012 рр.); на наукових семінарах кафедри комп'ютерних наук, на щорічних науково-технічних конференціях ВНТУ (в період з 2008 р. по 2012 р.).

**Публікації.** Матеріали досліджень опубліковані в 18 друкованих працях, з них 7 – у виданнях, що входять до переліку фахових видань, 6 – у збірниках матеріалів конференцій, 3 публікації у вигляді тез доповідей, 2 свідоцтва на реєстрацію авторського права на твори (комп'ютерні програми).

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, 4-х розділів, висновків по роботі, переліку використаних джерел (122 бібліографічних посилань на 13 сторінках) та додатків на 15 сторінках. Основна частина дисертації складає 128 сторінок і містить 34 рисунки, 10 таблиць. Повний обсяг дисертації – 169 сторінок.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, зазначено її зв'язок з науковими програмами, планами та темами, сформульовано мету та напрямок досліджень, відзначено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, надано інформацію про їх впровадження, апробацію та публікації.

У першому розділі досліджено сучасний рівень розвитку інформаційних технологій класифікації техногенних проблемних ситуацій. Досліджено поняття техногенної проблемної ситуації, визначено, що в термінах системного підходу ТПС належить до класу неструктурованих, або слабо структурованих, які включають в себе лише опис важливих ознак і характеристик, кількісні залежності між якими невідомі. Досліджено методи та моделі класифікації ТПС, проведено їх порівняльну характеристику. Виявлено, що технології аналізу та класифікації даних, які базуються на застосуванні класичних статистичних підходів, використовуються для класифікації ситуацій в конкретній сфері людської діяльності і засновані на використанні методів і моделей, що мають складні алгоритми з великою кількістю параметрів, які є неефективними при виникненні слабо структурованих і неструктурованих проблемних ситуацій. Методи, засновані на використанні штучного інтелекту, мають більше можливостей по усуненню та ослабленню негативних проявів нечітких факторів. Проте, різні типи ТПС і вимоги до граничної похибки результатів їх класифікації потребують використання як методів вербального аналізу рішень, так і методів Data Mining (інтелектуального аналізу даних). Тому для підвищення ефективності класифікації ТПС необхідно проводити розробку та впровадження нових інформаційних технологій класифікації ТПС, що базуються на використанні як методів вербального аналізу рішень, так і методів Data Mining.

У другому розділі досліджено теоретично-методичні засади моделювання процесу класифікації техногенних проблемних ситуацій. Формалізовано основні поняття процесу класифікації ТПС; розроблено інформаційну технологію класифікації техногенних проблемних ситуацій як сукупність процесів опису проблемної ситуації, визначення методу класифікації та безпосередньої класифікації ТПС, процесу формування рекомендацій щодо типових заходів в умовах виникнення такої ситуації, і програмного забезпечення класифікації техногенних проблемних ситуацій, об'єднаних у технологічний ланцюжок, з метою підвищення ефективності класифікації ТПС. Структурна схема інформаційної технології класифікації техногенних проблемних ситуацій зображена на рис. 1.

З метою визначення методу для класифікації ТПС введено показник достатності потужності БД типових ситуацій, що визначає який об'єм БД типових ситуацій буде достатнім для проведення інтелектуального аналізу даних із заданим значенням граничної похибки. Розроблено математичну модель класифікації ТПС, що базується на новому показнику достатності потужності БД типових ситуацій, яка на відміну від існуючих формалізована у вигляді аналітичної залежності від заданої граничної похибки та довірчої ймовірності, що дозволяє визначити критерій достатності потужності БД типових ситуацій. Запропоновано критерій достатності потужності БД типових ситуацій, особливість якого полягає у використанні показника достатності потужності БД типових ситуацій, що дозволяє обрати метод для класифікації ТПС із заданим значенням граничної похибки.

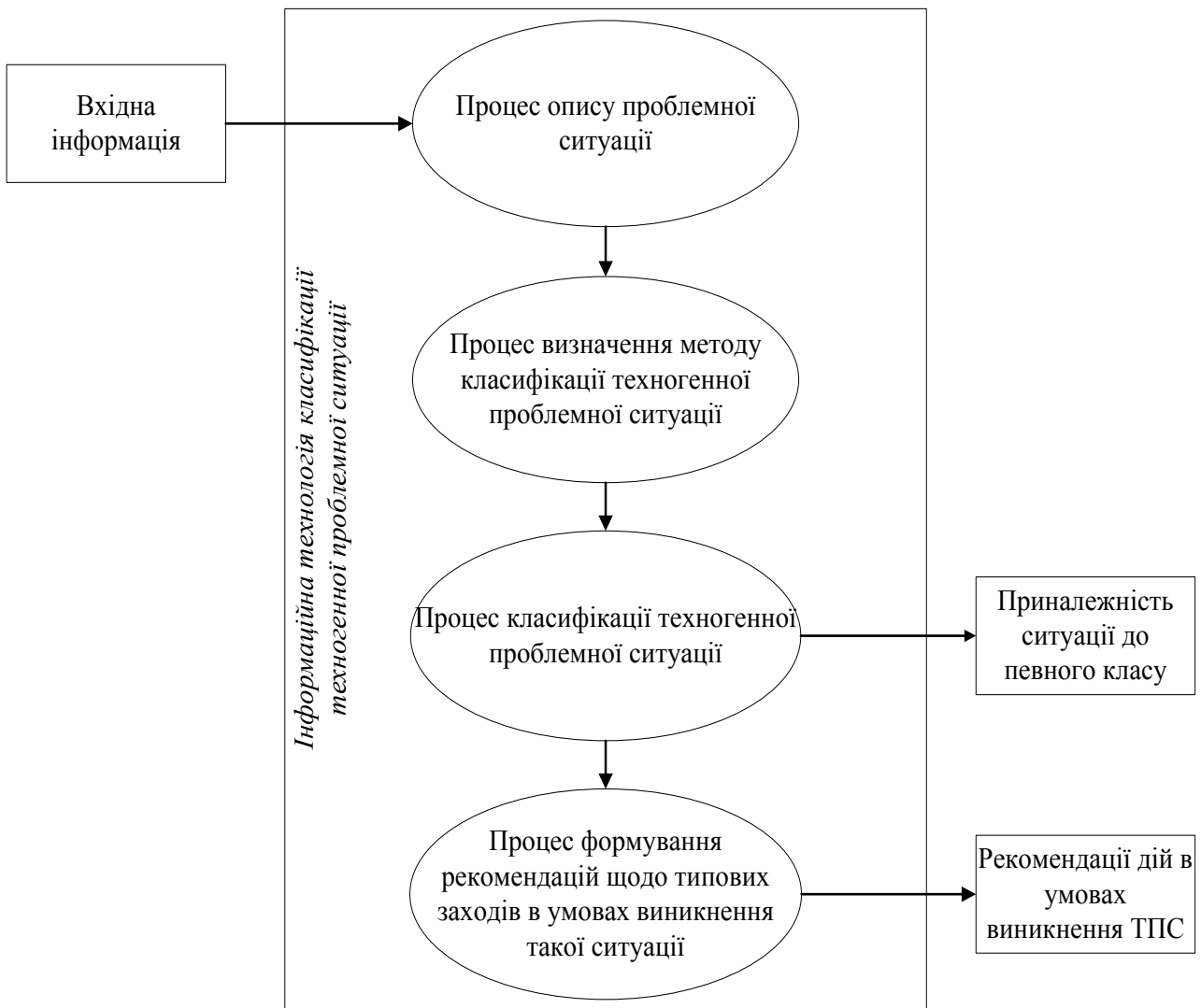


Рисунок 1 – Структурна схема інформаційної технології класифікації ТПС

Задача визначення критерію достатності потужності БД типових ситуацій представлена у вигляді:  $M = \{m_o, m_{dm}\}$  – множина методів класифікації ТПС;  $m_o$  – методи вербального аналізу рішень;  $m_{dm}$  – методи класифікації Data Mining;  $V_x$  – потужність БД типових ТПС;  $n_x$  – показник достатності потужності БД типових ТПС;  $x$  – ТПС з множини  $X = \{x_1, \dots, x_N\}$ ;  $N$  – кількість можливих варіантів класифікації за певним типом. Необхідно визначити метод класифікації ТПС з множини  $M$  в залежності від значень об'єму та показника достатності потужності БД типових ситуацій, тобто критерій достатності потужності БД типових ситуацій ( $m$ ):

$$m = m_x \text{ при } V_x = V_0, n_x = n_0, \quad (1)$$

де  $m_x$  – метод із множини методів класифікації ТПС  $M$ ;  $V_0$  – конкретне значення потужності БД типових ТПС;  $n_0$  – конкретне значення показника достатності потужності БД типових ТПС.

Для розрахунку показника достатності потужності БД типових ситуацій використано статистичні методи розрахунку об'єму вибірки генеральної сукупності:

$$n_x = t^2 p(1-p)N / (t^2 p(1-p) + \Delta^2 N), \quad (2)$$

де  $t$  – коефіцієнт довіри, який визначається по таблиці інтегральної функції Лапласа при заданій довірчій ймовірності;  $p$  – відносна кількість елементів, які мають ознаки, що досліджуються, у множині можливих варіантів класифікації за певним типом ситуацій;  $\Delta$  – гранична похибка, яка визначає точність оцінок майбутньої вибірки.

Залежність показника достатності потужності БД типових ТПС від величини довірчої ймовірності при значенні граничної похибки 0.04 та граничної похибки при значенні коефіцієнта довіри 2 та при загальній кількості можливих варіантів класифікації за певним типом 1000 ситуацій представлені на рис. 2.

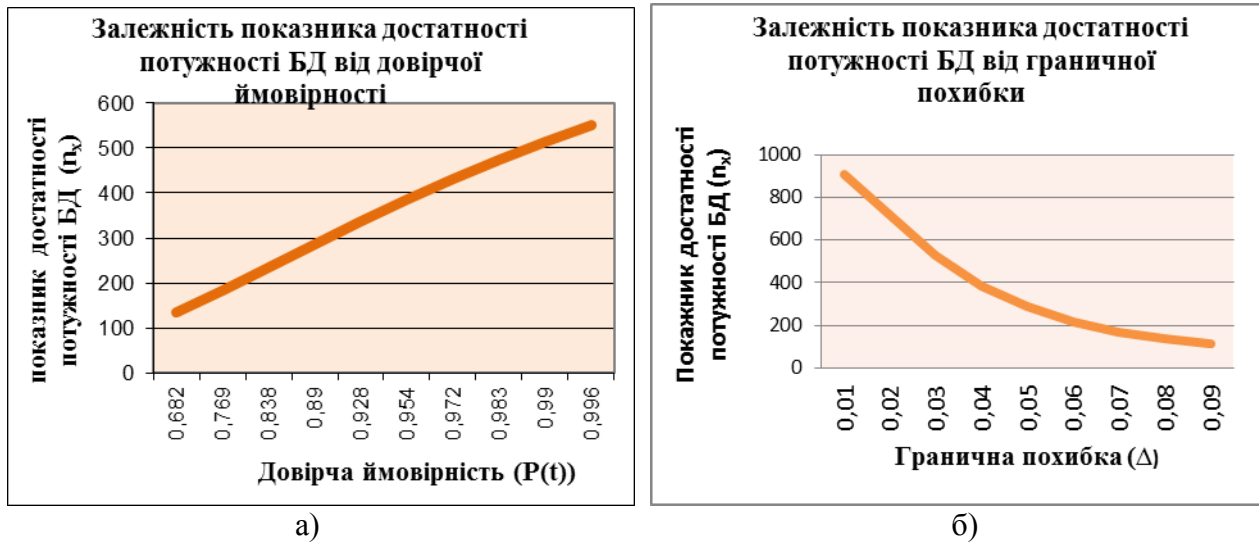


Рисунок 2 – Залежність показника достатності потужності БД типових ситуацій від довірчої ймовірності при  $\Delta = 0,04$ ,  $p = 0,5$ ,  $N = 1000$  (а) та граничної похибки при  $t = 0,954$ ,  $p = 0,5$ ,  $N = 1000$  (б)

Запропоновано критерій достатності потужності БД типових ситуацій, особливість якого полягає у використанні показника достатності потужності БД типових ситуацій:

$$\begin{cases} m = m_{dm} \text{ при } V_x \geq n_x; \\ m = m_o \text{ при } V_x < n_x. \end{cases} \quad (3)$$

Даний критерій дозволяє обрати метод для класифікації ТПС, що задовольнятиме заданому особобою, що приймає рішення (ОПР) значенню величини допустимої граничної похибки класифікації.

Розроблено моделі ординальної та ланцюгової інтерактивної класифікації ТПС, які використовують показник достатності потужності БД типових ситуацій, і включають в себе вербальний опис оцінок за критеріями; засоби перевірки інформації, отриманої від ОПР, на протиріччя; є психологічно коректними. Розроблено моделі класифікації ТПС методами інтелектуального аналізу даних Data Mining, що враховують показник достатності потужності БД типових ситуацій: модель класифікації ТПС, основана на використанні алгоритму Naïve Bayes, і модель класифікації ТПС, основана на використанні алгоритму дерева рішень.

На основі розробленої математичної моделі класифікації ТПС було розроблено метод класифікації ТПС, який передбачає, що для проведення класифікації такої ситуації необхідна наявність: БД типових ситуацій; БД типових рекомендацій; основних характеристик техногенної проблемної ситуації, яка сталася. Розроблений метод визначає наступні етапи класифікації ТПС:

- Визначається показник достатності потужності БД типових ситуацій за допомогою розробленої математичної моделі.
- Визначається потужність бази даних типових ситуацій.



– Порівнюється показник достатності потужності та потужність БД типових ситуацій. Якщо потужність БД типових ситуацій більша, або співпадає, з показником достатності потужності БД типових ситуацій, то проводиться класифікація техногенних проблемних ситуацій за моделлю ланцюгової інтерактивної класифікації такої ситуації, інакше проводиться класифікація ТПС за допомогою алгоритму дерева рішення та за допомогою алгоритму Naive Bayes і обирається варіант з вищою ймовірністю правдоподібності результатів.

– Проводиться поповнення БД типових ситуацій даною ситуацією.

– Визначаються рекомендації щодо типових заходів в умовах виникнення техногенної проблемної ситуації даного класу за допомогою запитів до БД типових рекомендацій.

Результатом класифікації техногенних проблемних ситуацій є інформація про клас, до якого відноситься задана ситуація, та рекомендації щодо типових заходів, які треба провести при виникненні техногенної проблемної ситуації.

У третьому розділі проведено моделювання процесу класифікації ТПС. Розроблено загальний алгоритм класифікації ТПС (рис. 3), а також, алгоритми складових даного процесу, а саме, алгоритми опису ТПС, визначення критерію достатності потужності БД типових ситуацій, ординальної класифікації ТПС, ланцюгової інтерактивної класифікації ТПС, класифікації ТПС методами Data Mining.

Було проведено розрахунки ефективності класифікації ТПС при впровадженні та використанні інформаційної технології класифікації ТПС. Оскільки, модель класифікації ТПС, в першу чергу, направлена на мінімізацію втрат при виникненні ТПС, то для оцінювання ефективності класифікації ТПС при використанні інформаційної технології класифікації ТПС було використано критерій, запропонований І. В. Кузьміним, який базується на визначенні доходу та витрат при впровадженні даної технології. Тоді, ефективність класифікації ТПС при використанні інформаційної технології класифікації ТПС  $E_i$  буде визначатися відношенням (4) узагальненого статистичного критерію ефективності класифікації ТПС при використанні інформаційної технології  $E_{iТ}$  (5) до узагальненого статистичного критерію ефективності класифікації ТПС без використання інформаційної технології  $E_{iБ}$  (6):

$$E_i = \frac{E_{iТ}}{E_{iБ}}, \quad (4)$$

$$E_{iТ} = \frac{D_{пт}}{D_{iТ}}, \quad (5)$$

$$E_{iБ} = \frac{D_{п}}{D_i}, \quad (6)$$

де  $D_{пт}$  – повний дохід, отриманий за 3 роки при впровадженні та експлуатації інформаційної технології класифікації ТПС;  $D_{iТ}$  – ідеальний дохід, отриманий за 3 роки при впровадженні та експлуатації інформаційної технології класифікації ТПС;  $D_{п}$  – повний дохід, отриманий за 3 роки без використання інформаційної технології класифікації ТПС;  $D_i$  – ідеальний дохід, отриманий при впровадженні та експлуатації інформаційної технології класифікації ТПС.

Ефективність класифікації ТПС в галузі телекомунікації при обслуговуванні комунікаційних мереж підвищиться в 2,13 рази при використанні інформаційної технології класифікації ТПС. Розрахунки проводилися на період 3 роки. Також, було проведено розрахунки економічної ефективності інформаційної системи класифікації ТПС за методикою оцінювання повернення інвестицій (ROI). Було отримано, що собівартість розробки становить **13103,89** грн., а витрати на використання та підтримку інформаційної

технології класифікації ТПС при умові необхідності навчання роботи з програмним продуктом 5 працівників необхідно витратити від 2500 грн. до 7648 грн. на період 3 роки в залежності від специфіки компанії. На прикладі техніко-економічної документації компанії ТОВ «НВК «Хорс-Телеком» було отримано, що економічна ефективність інформаційної системи класифікації ТПС становить **168,5%**.

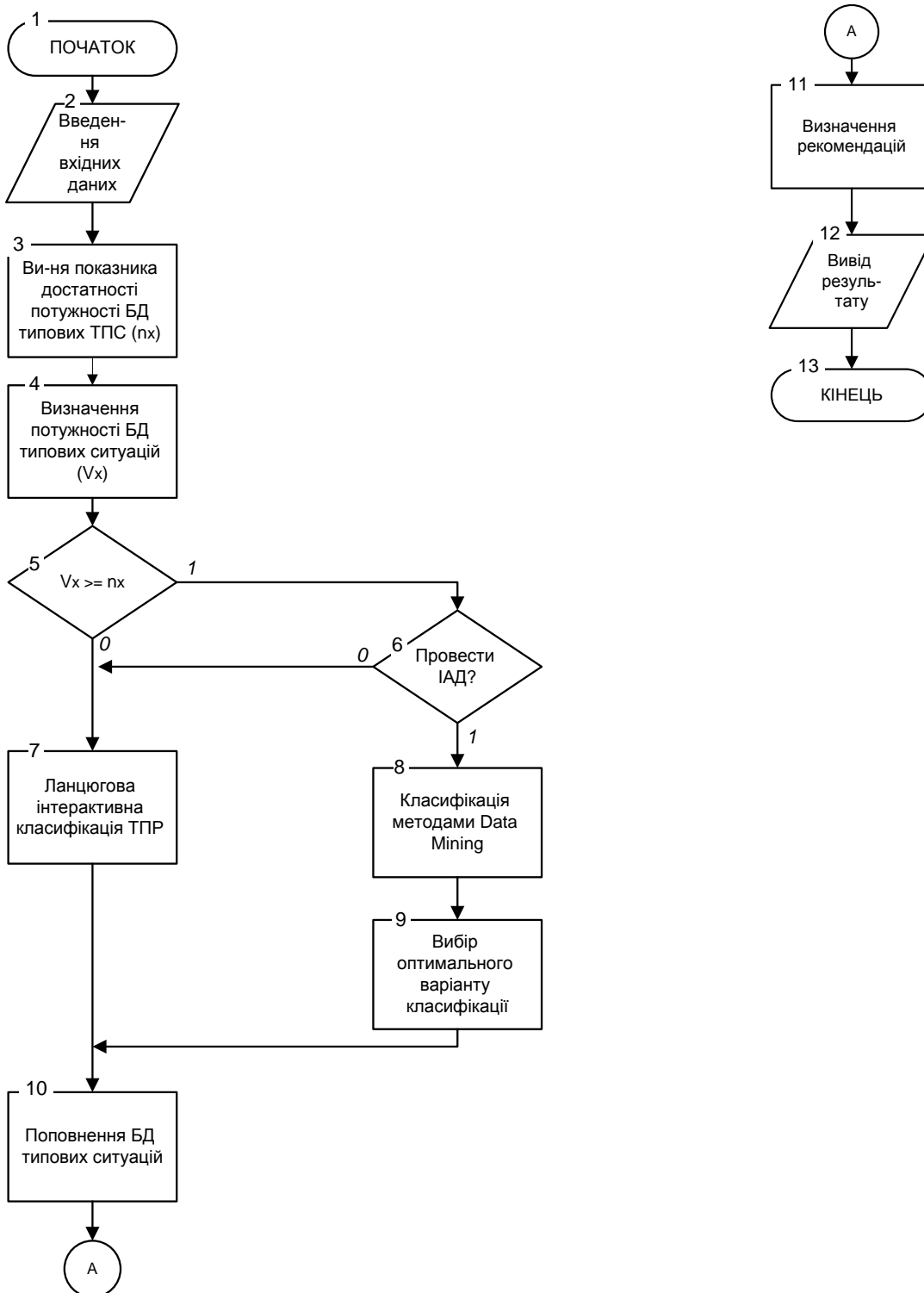


Рисунок 3 – Схема алгоритму класифікації ТПС

У четвертому розділі розроблено практичні рекомендації щодо впровадження інформаційної технології класифікації ТПС, розроблено інформаційну систему класифікації ТПС. Для забезпечення безпеки та надійності інформаційної системи класифікації ТПС при її розробці було використано: трирівневу архітектуру «клієнт-сервер», UML-діаграму розгортання якої представлена на рис. 4; концепцію Model-View-Controller (MVC); різні права доступу до БД та розділів системи (гість, користувач, адміністратор); перевірку отриманих даних на коректність перед відправленням запиту до серверу БД; розділення даних на декілька БД, які можуть розміщуватися на різних серверах.

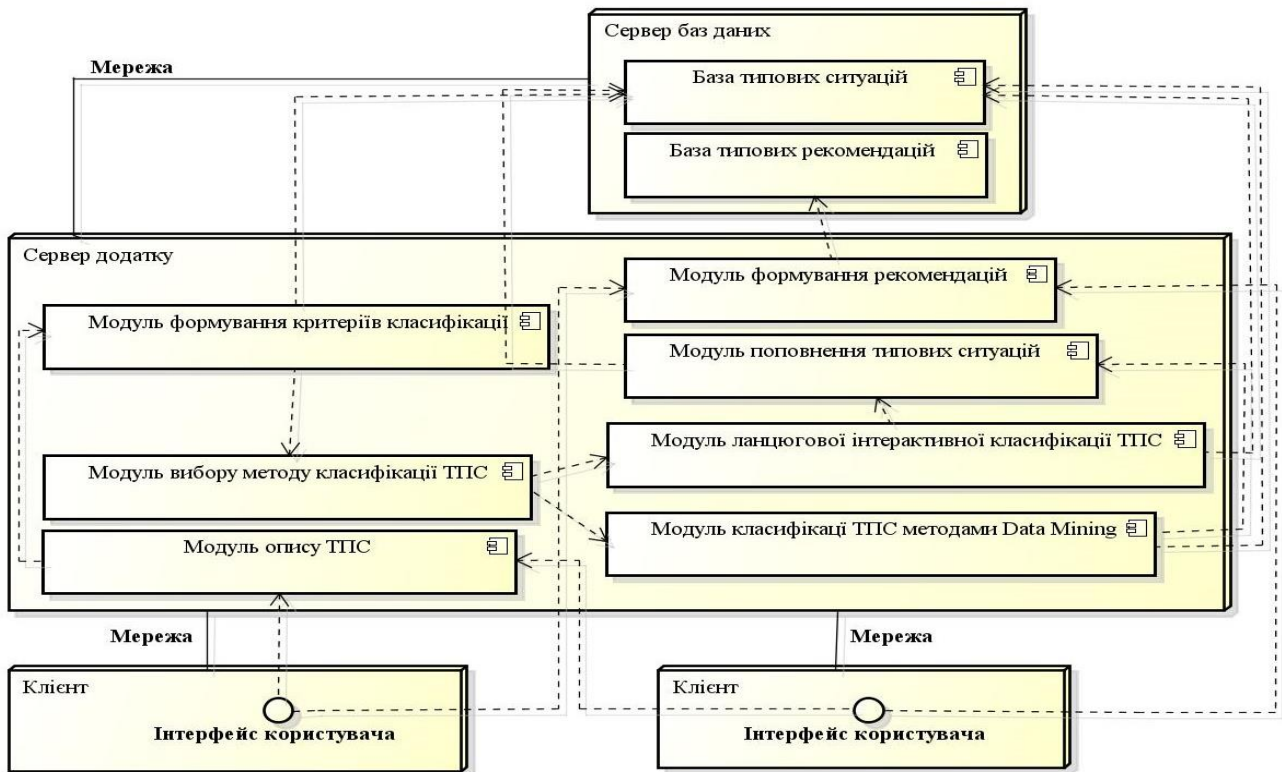


Рисунок 4 – UML-діаграми розгортання архітектури інформаційної технології класифікації ТПС

Гнучкість інформаційної системи класифікації ТПС забезпечується проектуванням БД, які не залежать від предметної області та передбачають зберігання інформації будь-якої вкладеності, що дозволяє впроваджувати інформаційну технологію в будь-яку компанію або підприємство, де можуть виникати техногенні проблемні ситуації.

Проведено аналіз результатів застосування інформаційної технології класифікації ТПС на прикладі ТПС обриву зв'язку при обслуговуванні комунікаційних мереж, яку можна розділити на п'ять класів, що визначають рекомендації щодо типових заходів в умовах виникнення такої ситуації: ускладнення ретрансляції на віддалені точки (УРВТ); обрив магістральної мережі (ОММ); наслідки комунальних робіт (НКР); проблеми сервера роздачі (ПСР); локальні проблеми користувача (ЛПК). Для віднесення певної ТПС до одного з вище наведених класів, технічним спеціалістом було розроблено наступні критерії та їх шкали оцінок: відстань до мережевого ретранслятора (близька; середня; далека); швидкість пінга до локального сервера (вища середньої; в межах допустимої; нижча середньої); кількість аналогічних скарг з даного району (декілька; середня кількість; багато); активність комунальних робіт в даному районі (низька; висока). Загальна кількість можливих варіантів класифікації такої ситуації складає 54. Об'єм БД типових ТПС складає 38 ситуацій. Було визначено, що показник достатності потужності БД типових ситуацій для класифікації ТПС обриву зв'язку з точністю 95% та допустимою похибкою 4% складає 37. Отримано, що ТПС

обриву зв'язку при значеннях критеріїв: відстань до мережевого ретранслятора – середня; швидкість пінга до локального сервера – в межах допустимої; кількість аналогічних скарг з даного району – середня; активність комунальних робіт в даному районі – висока, буде належати з ймовірністю 65% до класу УРВТ, з ймовірністю 31% до класу ПСР і з ймовірністю 4% до класу ЛПК.

Математична модель класифікації ТПС обриву зв'язку при обслуговуванні комунікаційних мереж впроваджено в компанію ТОВ «НВК «Хорс-Телеком» для розробки програмних модулів класифікації техногенних проблемних ситуацій при прокладанні комунікаційних мереж. Впровадження результатів дослідження підтверджено відповідними актами.

Досліджено результати впровадження інформаційної системи класифікації техногенних проблемних ситуацій. Дослідження було проведено на прикладі ТПС обриву зв'язку при обслуговуванні комунікаційних мереж, представленим вище. Проаналізувавши дерево рішень класифікації техногенних проблемних ситуацій обриву зв'язку можна зробити висновок, що при класифікації таких ситуацій важливу роль грають лише два критерії: швидкість пінга до локального сервера і кількість аналогічних скарг з даного району. Ймовірність належності ТПС обриву зв'язку до кожного із можливих класів при рівності його незалежних змінних певним значенням, розраховані за алгоритмом дерева рішень, представлені на рис. 5, а розраховані за алгоритмом Naïve Bayes представлені на рис. 6.

Значення	Си-цій	Ймо-сть	Гістограма
<input checked="" type="checkbox"/> Відсутньо	0	0,00%	
<input checked="" type="checkbox"/> ЛПК	10	77,14%	
<input checked="" type="checkbox"/> НКР	0	5,71%	
<input checked="" type="checkbox"/> ОММ	0	5,71%	
<input checked="" type="checkbox"/> ПСР	0	5,71%	
<input checked="" type="checkbox"/> УРВТ	0	5,71%	

а)

Значення	Си-цій	Ймо-сть	Гістограма
<input checked="" type="checkbox"/> Відсутньо	0	0,00%	
<input checked="" type="checkbox"/> ЛПК	1	8,72%	
<input checked="" type="checkbox"/> НКР	4	16,41%	
<input checked="" type="checkbox"/> ОММ	4	16,41%	
<input checked="" type="checkbox"/> ПСР	13	39,49%	
<input checked="" type="checkbox"/> УРВТ	5	18,97%	

б)

Значення	Си-цій	Ймо-сть	Гістограма
<input checked="" type="checkbox"/> Відсутньо	0	0,00%	
<input checked="" type="checkbox"/> ЛПК	0	4,62%	
<input checked="" type="checkbox"/> НКР	4	35,38%	
<input checked="" type="checkbox"/> ОММ	4	35,38%	
<input checked="" type="checkbox"/> ПСР	0	4,62%	
<input checked="" type="checkbox"/> УРВТ	2	20,00%	

в)

Значення	Си-цій	Ймо-сть	Гістограма
<input checked="" type="checkbox"/> Відсутньо	0	0,00%	
<input checked="" type="checkbox"/> ЛПК	1	10,77%	
<input checked="" type="checkbox"/> НКР	0	6,92%	
<input checked="" type="checkbox"/> ОММ	0	6,92%	
<input checked="" type="checkbox"/> ПСР	13	56,92%	
<input checked="" type="checkbox"/> УРВТ	3	18,46%	

г)

Рисунок 5 – Ймовірність віднесення ТПС обриву зв'язку до кожного з можливих класів із значенням критеріїв кількість аналогічних скарг з даного району – декілька (а), багато і середня кі-сть (б), швидкість пінга до локального серверу – нижче середньої (в), у межах допустимої і вище середньої (г)

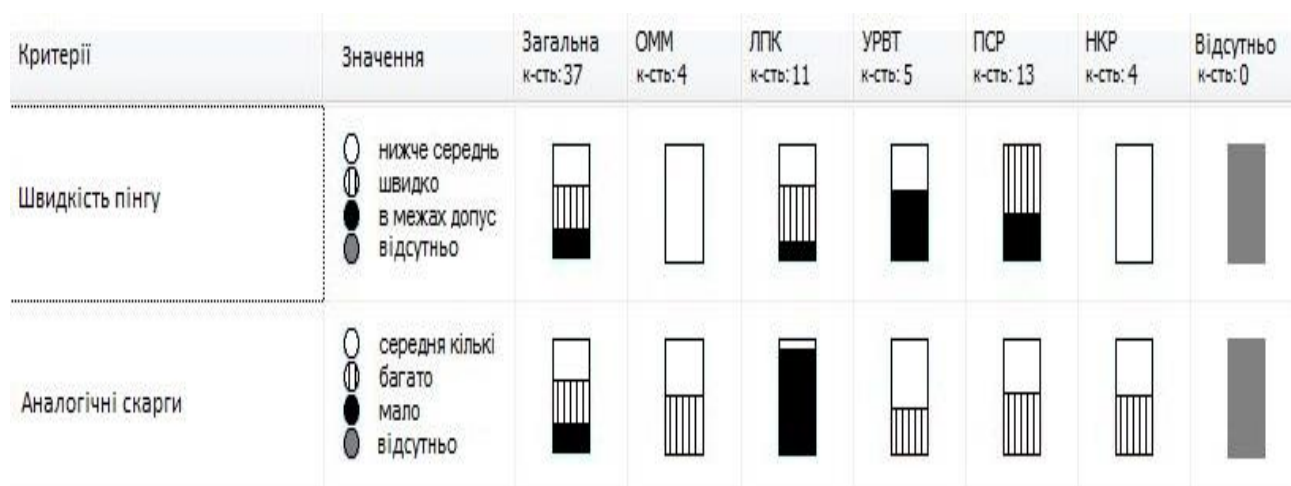


Рисунок 6 – Ймовірності належності ТПС обриву зв'язку до кожного з можливих класів при рівності його незалежних змінних певним значенням

В даному випадку можна стверджувати, що при вказаних умовах техногенна проблемна ситуація з ймовірністю 65% буде належати до класу УРВТ, з ймовірністю 33% – до класу ПСР і з ймовірністю 3% – до класу ЛПК.

Результати проведеного дослідження для класифікації ТПС обриву зв'язку з різними значеннями критеріїв при точності 95% і граничній похибці 4% представлені в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати класифікації ТПС обриву зв'язку з різними значення критеріїв при точності 95% і граничній похибці 4%

Відстань до мережев. ретранслятора	Швидкість пінга до локального сервера	К-сть аналогічних скарг з даного району	Активність комунальних робіт в даному р-ні	Класи ситуації	Швидкість обробки
1	2	3	5	5	6
середня	в межах допустимої	середня кількість	висока	УРВТ – 65% ПСР – 32% ЛПК – 3%	9 с.
близька	в межах допустимої	декілька	низька	ЛПК – 100%	9 с.
середня	нижча середньої	середня кількість	висока	ОММ – 39% НКР – 39% УРВТ – 19% ЛПК – 3%	10 с.
середня	в межах допустимої	середня кількість	низька	УРВТ – 65% ПСР – 32% ЛПК – 3%	9 с.
близька	вища середньої	декілька	низька	ЛПК – 100%	12 с.
далека	вища середньої	середня кількість	низька	ПСР – 100%	1 с.
далека	нижча середньої	декілька	низька	ЛПК – 100%	2 с.

Продовження таблиці 1

1	2	3	5	5	6
близька	нижча середньої	багато	висока	ОММ – 43% УРВТ – 14% НКР – 43 %	11 с.
близька	нижча середньої	середня кількість	низька	ОММ – 39% НКР – 39% УРВТ – 19% ЛПК – 3%	8 с.
далека	в межах допустимої	багато	низька	УРВТ – 52% ПСР – 48%	далека

З проведених дослідів можна зробити висновок, що середня швидкість класифікації ТПС засобами Data Mining та надання практичних рекомендацій щодо типових заходів в умовах виникнення такої ситуації становить близько 10 с. (в залежності від часу відповіді від MSSQL Server).

Швидкість класифікації техногенних проблемних ситуацій обриву зв'язку за методом ланцюгової інтерактивної класифікації залежить від загальної кількості можливих варіантів класифікації такої ситуації, від кількості запитань, які будуть представлені ОПР для класифікації та від відповідей ОПР на поставлені запитання. Час відповіді ОПР на одне запитання в середньому складає 5 – 30 с, час обробки відповіді складає близько 2 с. Тоді класифікація техногенної ситуації обриву зв'язку при 10 запитань до ОПР складе близько 5 хв. Якщо техногенна проблемна ситуації обриву зв'язку з указаними значення критеріїв вже існує в БД типових ситуацій, то класифікації такої ситуації буде складати менше 1 с (час на отримання даних з БД типових ситуацій). Тобто швидкість класифікації техногенних проблемних ситуацій обриву зв'язку складає від 1 с. до 5 хв. в залежності від методу класифікації, що значно менше від часу, який би витратив спеціаліст на класифікацію такої ситуації.

У додатках наведено: інструкція користувача, опис інтерфейсу модуля адміністратора, результати тестування інформаційної системи класифікації техногенних проблемних ситуацій, акти впровадження наукових розробок.

### ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення актуальної науково-практичної задачі підвищення ефективності класифікації техногенних проблемних ситуацій шляхом розробки інформаційної технології класифікації техногенних проблемних ситуацій.

В результаті виконання дисертаційної роботи були сформульовані та обґрунтовані такі наукові висновки і практичні результати:

1. Виходячи з дослідження техногенних проблемних ситуацій та існуючих методів їх класифікації та аналізу, визначено, що для підвищення ефективності класифікації ТПС необхідно проводити розробку та впровадження нових інформаційних технологій класифікації техногенних проблемних ситуацій, основаних на використанні методів вербального аналізу рішень і методів Data Mining.

2. Розроблена інформаційна технологія класифікації техногенних проблемних ситуацій як сукупність процесів опису проблемної ситуації, вибору методу класифікації та безпосередньої класифікації техногенних проблемних ситуацій, процесу формування рекомендацій щодо типових заходів в умовах виникнення таких ситуацій, об'єднаних у технологічний ланцюжок, дозволяє підвищити ефективність прийняття рішень щодо усунення їх наслідків.



3. Формалізовано основні поняття процесу класифікації техногенних проблемних ситуацій, а саме, визначено процес опису техногенної проблемної ситуації, процеси визначення методу класифікації та безпосередньої класифікації техногенних проблемних ситуацій, процес формування рекомендацій щодо усунення наслідків таких ситуацій, схему взаємодії основних модулів технології класифікації ТПС.

4. Запропонована математична модель класифікації ТПС, що базується на показнику достатності потужності БД типових ситуацій, дозволяє визначити критерій достатності потужності БД типових ситуацій для удосконалення методу класифікації ТПС.

5. Запропонований критерій достатності потужності БД типових ситуацій, дозволяє обрати метод для класифікації ТПС із заданим значенням граничної похибки.

6. Удосконалений метод класифікації ТПС, який на відміну від існуючих враховує критерій достатності потужності БД типових ситуацій, дозволяє підвищити ефективність класифікації ТПС в галузі телекомунікації в 2,13 рази.

7. Проведено моделювання процесу класифікації ТПС. Розроблено загальний алгоритм класифікації ТПС. Також, розроблено алгоритми складових даного процесу, а саме, алгоритми опису техногенної проблемної ситуації, вибору методу класифікації ТПС, ординальної класифікації ТПС, ланцюгової інтерактивної класифікації ТПС, класифікації ТПС методами Data Mining.

8. Оцінено ефективність класифікації ТПС при використанні інформаційної технології класифікації ТПС в галузі телекомунікації при обслуговуванні комунікаційних мереж з використанням узагальненого статистичного критерію ефективності, запропонованого І. В. Кузьміним. Було отримано, що ефективність класифікації ТПС при використанні інформаційної технології в галузі телекомунікації при обслуговуванні комунікаційних мереж підвищиться приблизно в 2,13 рази.

9. Розроблено практичні рекомендації щодо впровадження інформаційної технології класифікації техногенних проблемних ситуацій.

10. Розроблено інформаційну систему класифікації техногенних проблемних ситуацій, економічна ефективність якої, розрахована за методикою ROI на прикладі техніко-економічної документації компанії ТОВ «НВК «Хорс-Телеком», складає 168,5%.

11. Результати дисертаційного дослідження використано у держбюджетній науково-дослідній роботі на тему «Теоретичні методи аналізу швидкоплинних техногенних надзвичайних ситуацій для створення систем підтримки прийняття рішень керівниками ліквідації таких ситуацій», науково-дослідній роботі на тему «Розробка програмних модулів класифікації техногенних проблемних ситуацій при прокладанні комунікаційних мереж». Отримані на основі наукових досліджень практичні результати впроваджені в компанію ТОВ «НВК «Хорс-Телеком» у вигляді програмних модулів класифікації ТПС при прокладанні комунікаційних мереж, а також, в навчальний процес при фаховій підготовці за освітньо-професійною програмою підготовки бакалаврів за напрямом 6.050101 «Комп'ютерні науки» у вигляді лекцій і лабораторного практикуму з дисциплін «Інтелектуальний аналіз даних», «Організація баз даних і знань». Впровадження результатів дослідження підтверджено відповідними актами.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Савчук Т. О. Підхід до аналізу техногенної проблемної ситуації як задачі прийняття рішення в умовах невизначеності / Т. О. Савчук, О. В. Смирнова\* // Вимірвальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2011. – № 1. – С. 167–171. – ISSN 2219-9365.

\* О. В. Смирнова вважає О. В. Зьору в зв'язку з одруженням.

2. Савчук Т. О. Модель аналізу техногенної проблемної ситуації / Т. О. Савчук, О. В. Смирнова // Вісник Хмельницького національного університету. – Серія «Технічні науки». – 2011. – №1. – С. 178–182.
3. Савчук Т. О. Концептуалізація моделювання процесу аналізу проблемних ситуацій / Т. О. Савчук, О. В. Смирнова // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2011. – №1. – С. 96–101. – ISSN 1997-9266.
4. Юхимчук С. В. Математична модель процесу формування стратегії розвитку комерційного банку / С. В. Юхимчук, Т. О. Савчук, О. В. Смирнова // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – Вінниця, 2009. – № 2 (15). – С. 29–32.
5. Мокін В. Б. Розробка та ідентифікація інформаційної моделі наукового рівня магістерських дисертацій / В. Б. Мокін, С. В. Бевз, С. М. Бурбело, О. В. Смирнова // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2009. – № 5. – С. 70–78. – ISSN 1997-9266.
6. Юхимчук С. В. Байєсівські мережі довіри у формуванні стратегії комерційного банку / С. В. Юхимчук, О. О. Савчук, О. В. Смирнова // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2008. – № 2 (32). – С. 181–185. – ISSN 2219-9365.
7. Савчук Т. О. Інформаційні технології аналізу стану навчально-методичного забезпечення підрозділу вищого навчального закладу / Т. О. Савчук, О. В. Смирнова // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2009. – №1. – С. 121–125. – ISSN 1997-9266.
8. Савчук Т. О. Математична модель вибору методу класифікації техногенної проблемної ситуації / Т. О. Савчук, О. В. Зьора // «ІНТЕРНЕТ-ОСВІТА-НАУКА-2012», VIII Міжнародна науково-практична конференція ІОН – 2012. Збірник праць. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – С. 164. – ISBN 978-966-641-491-8.
9. Савчук Т. О. Ординальна класифікація техногенної проблемної ситуації / Т. О. Савчук, О. В. Зьора // Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали XIV Міжнародної науково-технічної конференції SAIT-2012, Київ, 24 квітня 2012 р. / ННК «ПСА» НТУУ «КПІ». – К.: ННК «ПСА» НТУУ «КПІ», 2012. – С. 226.
10. Савчук Т. О. Використання інформаційних технологій для аналізу проблемних ситуацій / Т. О. Савчук, О. В. Зьора // Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали XII Міжнародної науково-технічної конференції SAIT-2010, Київ, 25–29 травня 2010 р. / ННК «ПСА» НТУУ «КПІ». – К.: ННК «ПСА» НТУУ «КПІ», 2010. – С. 310. – ISBN 978-966-2153-41-5.
11. Савчук Т. О. Інформаційні технології для аналізу техногенних проблемних ситуацій / Т. О. Савчук, О. В. Смирнова // Актуальні проблеми інформаційних технологій, економіки та права: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 23-24 лютого 2011. – Чернівці, 2011. – С. 49-50.
12. Савчук Т. О. Підхід до аналізу проблемних ситуацій, заснований на використанні інформаційної технології / Т. О. Савчук, О. В. Смирнова // «ІНТЕРНЕТ-ОСВІТА-НАУКА-2010», VII Міжнародна конференція «ІОН – 2010». Збірник матеріалів конференції. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2010. – С. 262–265.
13. Смирнова О. В. Інформаційні технології моделювання процесу формування стратегії комерційного банку [Електронні ресурси] / О. В. Смирнова // Тези студентських доповідей XXXVIII НТК науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів Вінницького національного технічного університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області. – Вінниця, 2009. – Режим доступу: <http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2009/initki/txt/smirnova.pdf>.
14. Смирнова О. В. Використання нечіткої логіки для аналізу стану навчально-методичного забезпечення підрозділу ВНЗ [Електронні ресурси] / О. В. Смирнова // Тези студентських доповідей XXXVII науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів Вінницького національного технічного університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних



працівників підприємств м. Вінниці та області. – Вінниця, 2008. – Режим доступу: <http://conf.vstu.vinnica.ua/allvntu/2008/initki/txt/smyrnova.pdf>.

15. Савчук Т. Використання інтелектуальних технологій при аналізі стану начальнометодичного забезпечення підрозділу ВНЗ / Т. Савчук, О. Смирнова // «ІНТЕРНЕТ-ОСВІТА-НАУКА-2008», VI Міжнародна конференція «ІОН-2008». Збірник матеріалів конференції. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – С. 75–79.

16. Смирнова О. В. Геометричне місце точок / О. В. Смирнова // Тези студентських доповідей рекомендованих до опублікування XXXIV науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів Вінницького національного технічного університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області. – Вінниця, 2005. – С. 198.

17. Савчук Т. О. Комп'ютерна програма «Аналіз стану навчально-методичного забезпечення підрозділу вищого навчального закладу» / Т. О. Савчук, О. В. Смирнова // Свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 28517. – Рішення від 23.04.2009.

18. Бевз С. В. Комп'ютерна програма «Інтернет-система самоаналізу кафедр магістерських дисертацій» / С. В. Бевз, С. М. Бурбело, О. В. Смирнова // Свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 29115. – Рішення від 29.09.2009.

## АНОТАЦІЯ

Зьора О. В. Інформаційна технологія класифікації техногенних проблемних ситуацій. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології. Вінницький національний технічний університет, Вінниця, 2013.

Дисертаційна робота присвячена підвищенню ефективності класифікації техногенних проблемних ситуацій шляхом розробки нової інформаційної технології класифікації таких ситуацій. Розроблено інформаційну технологію класифікації, що заснована на використанні методів вербального аналізу рішень та Data Mining, в залежності від значення запропонованого критерію достатності потужності БД типових ТПС. Запропоновано математичну модель класифікації ТПС, що базується на новому показнику достатності потужності БД типових ситуацій та удосконалено метод класифікації ТПС, що враховує новий критерій. Це дозволило підвищити ефективність класифікації ТПС. Розроблено інформаційну систему класифікації ТПС.

Ключові слова: інформаційна технологія, техногенна проблемна ситуація, інформаційна система, класифікація техногенних проблемних ситуацій, критерій достатності потужності БД типових ситуацій, показник достатності потужності БД типових ситуацій.

## АННОТАЦИЯ

Зёра Е. В. Информационная технология классификация техногенных проблемных ситуаций. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – информационные технологии. Винницкий национальный технический университет, Винница, 2013.

Диссертационная работа посвящена повышению эффективности классификации техногенных проблемных ситуаций путем разработки и внедрения новой информационной технологии классификации таких ситуаций. Объектом исследования является процесс классификации техногенных проблемных ситуаций. Общий научный результат работы –

решение актуальной научно-практической задачи повышения эффективности классификации техногенных проблемных ситуаций с помощью новой информационной технологии классификации таких ситуаций.

На основе анализа техногенных проблемных ситуаций и существующих методов их классификации, определено, что для повышения эффективности классификации таких ситуаций необходимо проводить разработку и внедрение новых информационных технологий классификации ТПС, которые основанные на использовании методов вербального анализа решений и методов Data Mining.

Разработано информационную технологию классификации техногенных проблемных ситуаций, которая в отличии от существующих технологий рассматривается как совокупность процессов описания проблемной ситуации, выбора метода классификации и непосредственной классификации техногенных проблемных ситуаций, процесса формирования рекомендаций относительно типичных мероприятий в условиях возникновения такой ситуации, объединенных в технологическую цепочку, что позволяет повысить эффективность принятия решений по устранению их последствий.

Предложено критерий достаточности мощности БД типичных ситуаций, особенность которого заключается в использовании показателя достаточности мощности БД типичных ситуаций, что позволяет выбрать метод для классификации ТПС с заданным значением предельной погрешности и доверительной вероятности. Предложено математическую модель классификации ТПС, что базируется на показателе достаточности мощности БД типичных ситуаций, которая в отличии от существующих формализованная в виде аналитической зависимости от заданной граничной погрешности и доверительной вероятности, что позволяет определить критерий достаточности мощности БД типичных ситуаций для улучшения метода классификации ТПС. Улучшено метод классификации техногенных проблемных ситуаций, который, в отличие от существующих, учитывает критерий достаточности мощности БД типичных ситуаций, что позволяет улучшить эффективность классификации ТПС.

Проведено моделирование процесса классификации ТПС. Разработан общий алгоритм классификации ТПС. Также, разработаны алгоритмы составляющих данного процесса, а именно, алгоритмы описания техногенной проблемной ситуации, выбора метода классификации ТПС, ординальной классификации ТПС, цепной интерактивной классификации ТПС, классификации ТПС методами Data Mining.

Разработаны практические рекомендации по внедрению информационной технологии классификации техногенных проблемных ситуаций. Разработана информационная система классификации техногенных проблемных ситуаций.

Оценена эффективность классификации ТПС в отрасли телекоммуникаций при использовании информационной технологии классификации ТПС с использованием обобщенного статистического критерия эффективности, предложенного И. В. Кузьмином. Было получено, что эффективность классификации ТПС при использовании информационной технологии в области телекоммуникаций повысится в 2,13 раза. Также, было проведено расчеты экономической эффективности информационной системы классификации ТПС по методике ROI на примере технико-экономической документации компании ООО «НПК «Хорс-Телеком», и получено, что она составляет 168,5%.

Ключевые слова: информационная технология, техногенная проблемная ситуация, информационная система, классификация техногенных проблемных ситуаций, критерий достаточности мощности БД типичных ситуаций, показатель достаточности мощности БД типичных ситуаций.

**ABSTRACT**

Zora O. V. Information technology of classification of man-made problem situations. – A manuscript.

The thesis for the getting of degree of Ph.D. in specialty 05.13.06 – information technology. Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, 2013.

The thesis is dedicated to improving the effectiveness of man-made problem situation classification by development of new information technology of classification of man-made problem situations. Technology of man-made problem situations classification was created. This technology is based on the use of verbal analysis methods and Data Mining according to proposed capacity sufficiency index of typical situations database. A mathematical model of man-made problem situations classification was proposed. The model is based on a new capacity sufficiency index of typical situations database. Also method of classification of man-made problem situation was improve according to new index. These actions allow to increase effectiveness of man-made problem situation classification. Information system for classification of man-made problem situation was developed.

Keywords: information technology, man-made problem situation, information system, classification of man-made problem situations, the capacity sufficiency criterion of typical situations database, capacity sufficiency index of typical situations database.

Підписано до друку 28.02.2013 р. Формат 29.7×42 ¼

Наклад 120 прим. Зам. № 2013-067

Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі

Вінницького національного технічного університету

м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95. Тел.: 59-87-38