

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(назва факультету)
Кафедра комп'ютерних систем та мереж
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістра

(освітній ступінь)

на тему: **Методи оптимізації мереж передачі даних при проектуванні комп'ютерних систем**

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи СІМ-61
спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)

	<hr/>	Кобець Т.В. (прізвище та ініціали)
Керівник	<hr/>	Яцишин В.В. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<hr/>	Тиш Є.В. (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<hr/>	Осухівська Г.М. (прізвище та ініціали)
Рецензент	<hr/>	Гладь Ю.Б. (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Осухівська Г.М.

«_____»

2022 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Кобецю Тарасу Вячеславовичу
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема проекту (роботи) Методи оптимізації мереж передачі даних при проектуванні комп'ютерних систем

Керівник проекту (роботи) Яцишин Василь Володимирович, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «06» грудня 2022 року №4/7-986

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Типи мереж передачі даних, принципи обміну повідомленнями, методи оптимізації, методи вибору кращих альтернатив

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Аналіз принципів побудови мереж передачі даних у комп'ютерних системах

2. Методи оптимізації мереж передачі даних на основі аналізу ієрархії

3. Система підтримки прийняття рішень при оптимізації мереж передачі даних

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Актуальність і мета дослідження. 2. Задачі дослідження, об'єкт і предмет, наукова новизна і практична цінність дослідження. 3. Методи аналізу ієрархії 4. Метод парних порівнянь. 5. Алгоритм ієрархічного формування пріоритетів 6. Діаграми послідовностей при визначенні пріоритетів альтернатив. 7. Архітектура системи підтримки прийняття рішень. 8. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>Осухівська Г.М.</i>		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Аналіз принципів побудови мереж передачі даних у комп'ютерних системах</i>		<i>виконано</i>
2.	<i>Методи оптимізації мереж передачі даних на основі аналізу ієрархій</i>		<i>виконано</i>
3.	<i>Система підтримки прийняття рішень при оптимізації мереж передачі даних</i>		<i>виконано</i>
4.	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>		<i>виконано</i>
5.	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>		<i>виконано</i>
6.	<i>Оформлення графічного матеріалу</i>		<i>виконано</i>
7.	<i>Попередній захист кваліфікаційної роботи магістра</i>		<i>виконано</i>
8.	<i>Захист кваліфікаційної роботи магістра</i>		

Студент

(підпис)*Кобець Т.В.*_____
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)*Яцишин В.В.*_____
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: “Методи оптимізації мереж передачі даних при проектуванні комп’ютерних систем ” // Кваліфікаційна робота // Кобець Тарас Вячеславович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп’ютерно-інформаційних систем та програмної інженерії, група СІм-61 // Тернопіль, 2022 // с. – 83, рис. – 31, табл. – 15, аркушів А1 – 8, додат. – 1, бібліогр. – 27.

Ключові слова: метод, оптимізація, мережа, передача, дані, комп’ютерна система.

Мета кваліфікаційної роботи полягає у дослідженні технологій прийняття рішень на основі суджень експертів при оптимізації критеріїв мереж передачі даних у комп’ютерних системах.

У кваліфікаційній роботі узагальнено принципи і підходи до проектування комп’ютерних систем і виявлено множину факторів, які впливають на ефективність та продуктивність мереж передачі даних, а також проаналізовано та обґрунтовано для застосування в процесі оптимізації мереж передачі даних методи аналізу ієрархій, які забезпечують можливість вибору альтернативних рішень на основі визначених критеріїв і є адаптивними за наявності різної кількості характеристик,

У роботі запропоновано алгоритм формування пріоритетів альтернатив на основі аналізу параметрів мереж передачі даних у комп’ютерних системах, представлених у вигляді ієрархії, що дає змогу застосовувати послідовну процедуру визначення векторів пріоритету властивостей, опрацювання матриць парних порівнянь і визначення кращих альтернатив на найвищому рівні.

Побудовано архітектуру об’єктно-орієнтованого засобу підтримки експертних рішень при визначенні кращих альтернатив реалізації мереж передачі даних.

ABSTRACT

The theme of the thesis: " Optimization methods of data transmission networks during computer systems design " /Master thesis / Taras Kobets / Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and software engineering, group CIm -61 // Ternopil, 2022// p. - 83, fig. – 31, table. – 15, Sheets A1 – 8, Add – 1, Ref. – 27.

Keywords: method, optimization, network, transmission, data, computer system.

The purpose of the qualification work is to research decision-making technologies based on expert judgments in the optimization of criteria for data transmission networks in computer systems.

The qualification work summarizes the principles and approaches to the design of computer systems and identifies a number of factors that affect the efficiency and productivity of data transmission networks, as well as analyzes and substantiates for use in the process of optimizing data transmission networks the methods of analyzing hierarchies that provide the possibility of choosing alternative solutions based on defined criteria and are adaptive in the presence of a different number of characteristics,

The paper proposes an algorithm for the formation of priorities of alternatives based on the analysis of the parameters of data transmission networks in computer systems, presented in the form of a hierarchy, which makes it possible to apply a consistent procedure for determining the priority vectors of properties, processing matrices of pairwise comparisons and determining the best alternatives at the highest level.

The architecture of an object-oriented means of supporting expert decisions in determining the best alternatives for the implementation of data transmission networks has been built.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ .	8
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ МЕРЕЖ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ У КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ	13
1.1. Аналіз основних факторів, що впливають на ефективність мереж передачі даних	13
1.1.1. Особливості топології шини	14
1.1.2. Принципи організації топології кільця	16
1.1.3. Топологія типу «зірка»	17
1.1.4. Організація деревовидної топології	19
1.1.5. Mesh-технологія	20
1.1.6. Принципи побудови гібридної топології мережі	22
1.2. Аналіз середовищ, режимів і принципів передачі даних	23
1.3. Висновки до розділу	31
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕРЕЖ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ	32
2.1. Методи аналізу ієрархій при оптимізації мереж передачі даних	32
2.2. Метод парного порівняння	33
2.3. Метод аналізу альтернатив щодо стандартів	39
2.4. Ієрархічний синтез пріоритетів	43
2.5. Алгоритм ранжування характеристик і прогнозування динаміки пріоритетів на основі МАІ	45
2.6. Висновки до розділу	47
РОЗДІЛ 3 СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕРЕЖ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ	49
3.1. Проектування функціональної схеми системи	49
3.2. Об'єктно-орієнтована архітектура підтримки прийняття рішення	52

3.3. Структура системи підтримки прийняття рішень щодо оптимізації критеріїв мереж передачі даних у комп'ютерних системах.....	62
3.4. Висновки до розділу	68
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	69
4.1. Охорона праці.....	69
4.2. Забезпечення безпеки життєдіяльності при роботі з ПК	71
ВИСНОВКИ	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	77
ДОДАТОК А ТЕЗИ КОНФЕРЕНЦІЙ	80

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ,
СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ

БД	База Даних
ДНФ	Диз'юнктивна Нормальна Форма
ДДНФ	Досконала Диз'юнктивна Нормальна Форма
ЖЦ	Життєвий Цикл
КС	Комп'ютерна Система
ПС	Програмна Система
ПП	Програмний Продукт
ПЗ	Програмне Забезпечення
CASE	Computer Aided Software Engineering
COTS	Commercial-Of-The-Shelf
ER	Entity Relationships
UML	Unified Modeling Language
XML	Extended Markup Language

ВСТУП

Актуальність теми. Успішність сучасних бізнес систем чи реалізація бізнес-проектів в більшій мірі залежить від рівня функціональності та ефективності застосування інформаційних технологій. Цифрові технології, в свою чергу, включають, як складні комп'ютерні системи з інтегрованим програмним забезпечення, так і комунікаційну складову з відповідним рівнем захисту. Тому актуальними завданнями для забезпечення стійкості, актуальності та продуктивності отримання і передачі інформації у комп'ютерних системах є розгортання ефективної інфраструктури з врахуванням особливостей комунікаційної складової. Мережі передачі даних, зокрема комп'ютерні мережі, повинні відповідати критеріям оптимальності за часовими характеристиками доступу до даних, безпечності відправлення і доставки повідомлень, а також ефективністю використання апаратних ресурсів.

Окрім цього, у процесі проектування, експлуатації чи супроводу мереж передачі даних варто враховувати і ті параметри й особливості, які забезпечують найбільш ефективну трансляцію реальних бізнес-процесів на віртуальні. До основних критеріїв ефективності комп'ютерних мереж належать архітектура, яка представляється у вигляді фізичної і логічної топології мережі, вид і характеристики комунікаційного забезпечення, інструменти захищеності, забезпечення стійкості й надійності функціонування вузлів мережі та ряд інших. Тому серед великої кількості задач при проектуванні складних комп'ютерних систем актуальною є задача дослідження та обґрунтування методів і відповідних інструментів підвищення ефективності функціонування мереж передачі даних шляхом вибору оптимального рішення при їх проектуванні чи експлуатації.

Сьогодні рушійною силою при проведенні як теоретичних, так і експериментальних досліджень у будь-якій галузі є використання математичних нотацій, які представляють відповідні моделі і методи. Важливим також є використання інформаційних технологій для автоматизації і формування прототипів систем. Тому розвиток математичних та програмних інструментів безпосередньо відображається на сфері прийняття рішень у випадках, коли результат вибору відображається серйозними наслідками на об'єкті дослідження.

Протягом тривалого періоду часу методи підтримки прийняття рішень у контексті оптимізації процесів довільної природи привертали увагу багатьох науковців і практиків. Зокрема, це стосувалось фахівців в області економіки, державного регулювання та управління, юриспруденції, військової справи та інших.

Задачі щодо прийняття чи не прийняття рішень завжди аналізують з універсальної точки зору, тобто незалежно від предметної області чи прикладного застосування. Проте, існуючі методи, хоч і забезпечують вибір оптимального рішення щодо розв'язання цільової задачі, однак кожен з них володіє і певними недоліками. Наприклад, це може мати відношення до обмеженої чи недостатньої кількості факторів, які прямо впливають на ефективність ухвалення рішень, чутливості внесення змін або появи нових факторів з часом, суб'єктивність експертної оцінки, конфліктність критеріїв. Тому в контексті забезпечення ефективності проектування та практичного використання мереж передачі даних у комп'ютерних системах, зокрема апаратного та комунікаційного забезпечення, а також програмних складових, актуальною задачею є побудова моделей, обґрунтування методів і засобів, які забезпечать вибір кращих альтернатив серед існуючих рішень.

Мета кваліфікаційної роботи полягає у дослідженні технологій прийняття рішень на основі суджень експертів при оптимізації критеріїв мереж передачі даних у комп'ютерних системах.

Об'єктом дослідження є процеси прийняття рішень при оптимізації критеріїв мереж передачі даних.

Предметом дослідження є методи і засоби розв'язку оптимізаційних задач, технології прийняття рішень при виборі альтернатив проектування мереж передачі даних.

Задачі, які необхідно вирішити у кваліфікаційній роботі полягають у наступному:

- аналіз підходів до моделювання та проектування мереж передачі даних у комп'ютерних системах з ціллю виявлення критеріїв і способів їхньої оптимізації;
- розвиток та узагальнення існуючих деревовидних моделей для подальшого прогнозування ефективності прийняття рішень шляхом аналізу та

оцінки критеріїв оптимальності мереж передачі даних з різною кількістю і складом альтернатив;

- вдосконалення алгоритму і методу обчислення пріоритетів щодо критеріїв оптимальності мереж передачі даних в комп'ютерних системах у часі;
- реалізація засобу інтелектуальної підтримки прийняття рішень при виборі оптимальних компонентів мереж передачі даних у комп'ютерних системах.

Методи дослідження: При вирішенні задач кваліфікаційної роботи застосовувались такі методи і засоби: аналіз та узагальнення – при проведенні аналізу існуючих методів і засобів оптимізації мереж передачі даних; методи теорії прийняття рішень та багатокритеріальної оптимізації, системного аналізу та дослідження операцій, методи експертного оцінювання – для математичного опису та побудови алгоритму ієрархічного синтезу пріоритетів компонентів мереж передачі даних; проектування та програмування – при побудові архітектури системи підтримки прийняття рішень при виборі кращих альтернатив.

Наукова новизна отриманих результатів. Наукова новизна результатів дослідження полягає в наступному:

- уперше запропоновано алгоритм формування пріоритетів альтернатив на основі аналізу параметрів мереж передачі даних у комп'ютерних системах, представлених у вигляді ієрархії, що дає змогу застосовувати послідовну процедуру визначення векторів пріоритету властивостей, опрацювання матриць парних порівнянь і визначення кращих альтернатив на найвищому рівні.

- розвинуто метод попарного порівняння переваг, який заснований на принципах алгоритму обчислення динамічності пріоритетів з можливістю їх прогнозування за допомогою МАІ, що дало змогу кількісно врахувати пріоритет параметрів мереж передачі даних на різних стадіях проектування комп'ютерних систем.

Практична цінність результатів дослідження. Практична цінність роботи полягає у реалізації архітектури системи підтримки прийняття рішень, яка використовує створений алгоритм ієрархічного синтезу пріоритетів альтернатив.

Публікації. Результати кваліфікаційної роботи апробовані на X науково-технічній конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (8-9 грудня 2022 року) як тези конференцій.

1. Яцишин В.В., Кобець Т.В. Технологія Mesh в комп'ютерних системах передачі даних. Матеріали X науково-технічної конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (8-9 грудня 2022 року). Тернопіль: ТНТУ. 2022. С. 69.

2. Яцишин В.В., Кобець Т.В. Методи вибору оптимальних компонентів комп'ютерних систем на основі аналізу ієрархії. Матеріали X науково-технічної конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (8-9 грудня 2022 року). Тернопіль: ТНТУ. 2022. С. 70.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота містить розрахунково-пояснювальну записку та графічний матеріал. До складу записки входить вступу, 4 розділи, загальні висновки, список використаних джерел і додатки. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 83 арк. формату А4, графічна частина – 8 аркушів формату А1.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ МЕРЕЖ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ У
КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ

1.1. Аналіз основних факторів, що впливають на ефективність мереж передачі даних

На сьогоднішній день проектування, впровадження та експлуатація мереж передачі даних є актуальним завданням при автоматизації бізнес процесів у всіх сферах народного господарств, оскільки дозволяє об'єднати комп'ютери в єдиний інформаційний простір та забезпечити доступ до ресурсів всесвітньої мережі Інтернет. Одним з найбільш важливих понять при проектуванні комп'ютерних систем та відповідних мереж передачі даних є топологія.

Топологія визначає структуру мережі, тобто спосіб яким чином усі компоненти взаємопов'язані один з одним. Існує два типи топології: фізична та логічна топологія. Фізична топологія – це геометричне представлення усіх вузлів мережі. На рис. 1.1 показано види топологій мережі передачі даних, які можуть використовуватись у комп'ютерних системах.

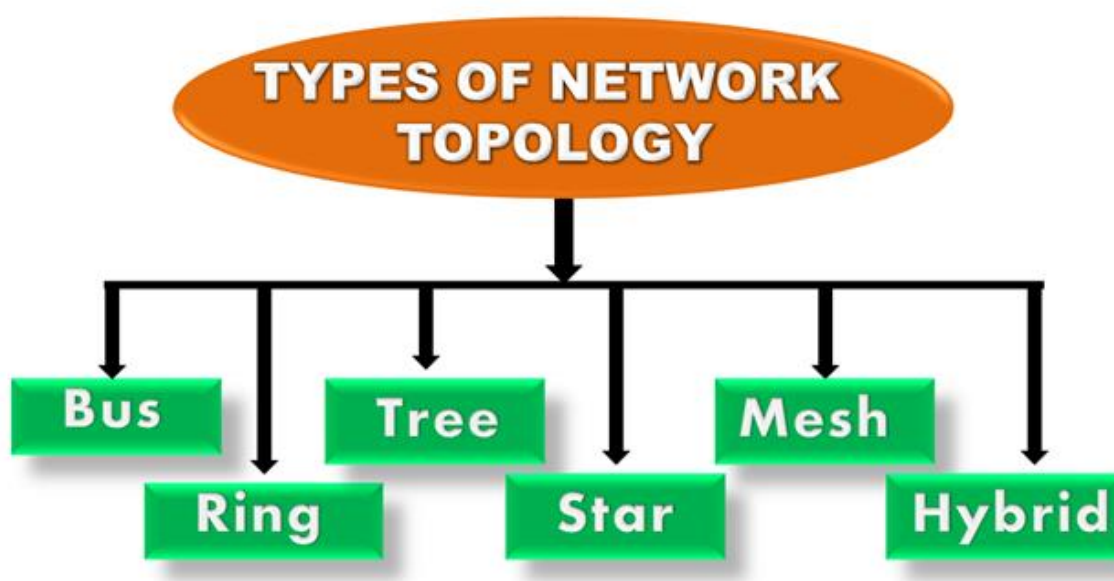


Рис. 1.1. Типи топологій мереж передачі даних

1.1.1. Особливості топології шини

Перша топологія (англ. Bus) – топологія шини. Даний тип топології побудований таким чином, що всі станції з'єднані одним кабелем, відомим як магістральний.

Кожен вузол або підключений до магістрального кабелю за допомогою «роз'ємного» кабелю, або безпосередньо з'єднаний з магістральним кабелем. У випадку, коли хост хоче надіслати повідомлення через мережу, він повинен розмістити повідомлення. Усі робочі станції, доступні в мережі, отримають його незалежно від того, було воно адресоване конкретному вузлу чи ні. Топологія шини в основному використовується в мережах стандарту 802.3 (Ethernet) і 802.4.

Конфігурація шинної топології є досить простою порівняно з іншими топологіями. Магістральний кабель розглядається як "єдина смуга", через яку повідомлення транслюється на всі станції. Найпоширенішим методом доступу до шинних топологій є CSMA («Carrier Sense Multiple Access»). На рис. 1.2 показано вигляд топології шини.

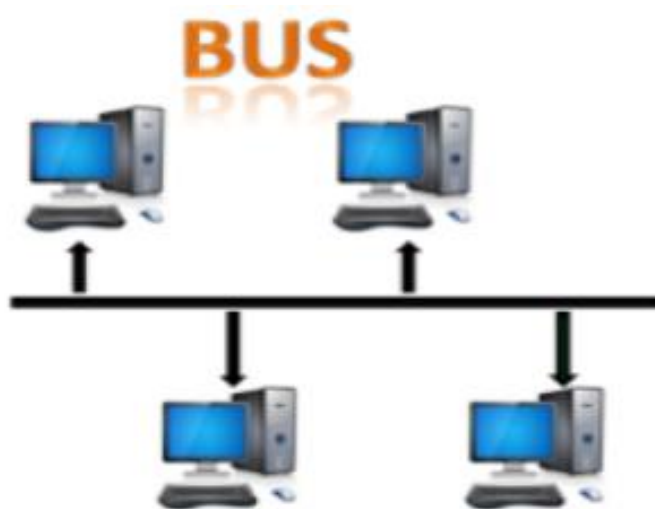


Рис. 1.2. Вигляд топології «шина»

CSMA представляє собою технологію контролю доступу до середовища, що використовується для керування потоком даних для підтримки цілісності даних, тобто забезпечення доставки пакетів і запобігання їх втраті. Існує два

альтернативних способи вирішення проблем, які виникають, коли два вузли надсилають повідомлення одночасно.

Перший з них – «CSMA CD» (виявлення зіткнень) — це метод доступу, який використовується для виявлення зіткнень. Після виявлення конфлікту відправник припинить передачу даних. Тому працює на «відновлення після зіткнення».

Другий варіант – CSMA CA («Collision Avoidance») – це метод доступу, який використовується для уникнення зіткнень шляхом перевірки, чи зайняте середовище передачі чи ні. Якщо зайнято, то відправник чекає, доки медіа стане неактивним. Ця техніка ефективно знижує ймовірність зіткнення. Не працює на «відновлення після зіткнення».

До переваг топології шина належить:

- низька вартість матеріалів – у даній топології вузли підключаються безпосередньо до кабелю, не проходячи через концентратор, тому початкова вартість інсталяції не є високою.

- достатні швидкості передачі даних – коаксіальний кабель або кабель типу вита пара в основному використовуються в мережах на основі шини, які підтримують швидкість до 10 Мбіт/с.

- відома технологія – топологія шини є знайомою технологією, оскільки методи встановлення та усунення несправностей добре відомі, а апаратні компоненти легкодоступні.

- достатня надійність – збій в одному вузлі не вплине на інші вузли.

Недоліки використання топології шина включають в себе:

- наявність великої кількості кабелів – шинна топологія є досить простою, але все одно вимагає багато кабелів.

- складність усунення несправностей – у випадку коли у кабелі станеться будь-яка несправність, це порушить зв'язок між усіма вузлами.

- перешкоди сигналу – якщо два вузли надсилають повідомлення одночасно, то сигнали обох вузлів конфліктують один з одним.

- складність реконфігурації – додавання нових пристроїв до мережі сповільнить її роботу.

– затування – це втрата сигналу, що призводить до проблем зі зв'язком.

1.1.2. Принципи організації топології кільця

Топологія кільця схожа на топологію шини, але має з'єднані кінці. Вузол, який отримує повідомлення від попереднього комп'ютера, буде повторно передавати його на наступний. Дані надходять в одному напрямку, тобто є однонаправленими. Інформація передається в один безперервний цикл, відомий як нескінченний цикл. Він не має завершених кінців, тобто кожен хост з'єднаний з іншим і не має кінцевої точки. Дані в кільцевій топології передаються за годинниковою стрілкою. На рис. 1.3 показано вигляд топології кільця.



Рис. 1.3. Топологія кільця

Найпоширенішим методом доступу у топології кільця є передача маркерів (токенів), що передбачає застосування методу доступу до мережі, при якому маркер передається від одного вузла до іншого вузла.

Токен – це кадр, який циркулює в мережі. Токен рухається по мережі та передається від комп'ютера до комп'ютера, поки не досягне місця призначення. Відправник змінює його, додаючи адресу разом із даними. Дані передаються з одного пристрою на інший, доки адреса призначення не буде збігатися.

Після того, як токен отримано пристроєм призначення, він надсилає підтвердження відправнику. У кільцевій топології такий маркер використовується як носій.

Перевагами топології кільця є:

- керованість мережею – несправні пристрої можна видалити з мережі, не виводячи з ладу саму мережу;
- доступність реалізації – доступно багато апаратних і програмних засобів для роботи в мережі та моніторингу її стану;
- вартість – кабель вита пара недорогий і легко доступний;
- надійність – це більш надійна мережа, оскільки система зв'язку не залежить від одного головного комп'ютера.

До недоліків топології кільця належить:

- складність усунення несправностей;
- збій – поломка однієї станції призводить до збою всієї мережі;
- складність зміни конфігурації – додавання нових пристроїв до мережі сповільнить її роботу;
- затримка передачі даних – затримка зв'язку прямо пропорційна кількості вузлів, а додавання нових пристроїв збільшує затримку зв'язку.

1.1.3. Топологія типу «зірка»

Топологія типу «зірка» – це структура мережі, у якій кожен вузол підключений до центрального концентратора, комутатора або центрального комп'ютера (рис. 1.4).

Центральний комп'ютер відомий як сервер, а периферійні пристрої, підключені до сервера, відомі як клієнти.

Для підключення комп'ютерів використовується коаксіальний кабель або кабелі RJ-45. Концентратори або комутатори в основному використовуються як з'єднувальні пристрої у фізичній топології типу «зірка». Даний вид топології є найпопулярнішим у реалізації сучасних мереж передачі даних.



Рис. 1.4. Топологія типу «зірка»

Перевагами топології типу «зірка» є:

- ефективне усунення несправностей у порівнянні з іншими топологіями – для прикладу у топології шини менеджер повинен перевірити кілометри кабелю, а при застосуванні топології типу «зірка» всі станції підключені до централізованої мережі і мережевий адміністратор має можливість звернутися до однієї станції, щоб усунути проблему.
- управління мережею – складні функції керування мережею можна легко реалізувати у даній топології, будь-які зміни, внесені у структуру мережі враховуються автоматично.
- низька імовірність збою –кожна станція підключена до центрального концентратора власним кабелем, тому збій в одному кабелі не вплине на всю мережу.
- популярна технологія –інструменти імплементації мережі є економічно ефективними.
- простота масштабованості – нові станції можна додавати до відкритих портів концентратора.
- рентабельність – мережі з топологією «зірка» є економічно ефективними, оскільки використовують недорогий кабель.

– висока швидкість передачі даних – підтримка пропускнуої здатності приблизно 100 Мбіт/с, Ethernet 100BaseT є однією з найпопулярніших мереж.

Недоліки топології типу «зірка»:

- центральна точка збою – якщо центральний концентратор або комутатор вийде з ладу, то всі підключені хости не зможуть спілкуватися один з одним.
- велика кількість кабелів – іноді прокладання кабелю стає складним, коли потрібна значна кількість маршрутів.

1.1.4. Організація деревовидної топології

Деревовидна топологія поєднує характеристики топології шина і топології типу «зірка» і представляє собою тип структури, у якій усі комп'ютери з'єднані один з одним у ієрархічний спосіб (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Деревовидна топологія мережі

Самий верхній вузол у топології дерева називається корневим вузлом, а всі інші вузли є його нащадками. Існує лише один шлях між двома вузлами для передачі даних. Таким чином, він формує ієрархію «батьки-діти».

Переваги деревовидної топології:

- підтримка широкосмужової передачі даних – дана топологія в основному використовується для забезпечення широкосмужової передачі, тобто сигнали надсилаються на великі відстані без ослаблення потужності сигналу.

- простота розширення – існує можливість додавання нового пристрою до існуючої мережі.
- простота керування – уся мережа поділена на сегменти, що представляють собою мережі з топологією типу «зірка», якими можна легко керувати та підтримувати.
- простота виявлення помилок
- стійкість до збоїв – збій на одній станції не впливає на всю мережу.
- з'єднання «точка-точка» – для окремих сегментів існує з'єднання «точка-точка».

Недоліки топології дерева

- складність усунення несправностей.
- висока вартість – пристрої, необхідні для широкопasmової передачі, дуже дорогі;
- помилка – топологія дерева в основному залежить від кабелю основної шини, і збій кабелю основної шини пошкодить всю мережу;
- складність переналаштування – якщо додаються нові пристрої, то складно переналаштувати мережу.

1.1.5. Mesh-технологія

Меш-технологія — це мережева структура, у якій комп'ютери з'єднані один з одним за допомогою різноманітних резервних з'єднань. Існує кілька шляхів від одного комп'ютера до іншого. Він не містить комутатора, концентратора чи будь-якого центрального комп'ютера, який діє як центральна точка зв'язку. Інтернет є прикладом mesh-топології.

Меш-топологія в основному використовується для реалізацій глобальних комп'ютерних мереж (WAN), де збої зв'язку є критичною проблемою. Ця топологія в основному використовується для бездротових мереж.

Mesh-топологію мережі можна описати формулою, поданою нижче, а візуалізація цієї топології показана на рис. 1.6.

$$Line_number = \frac{n*(n-1)}{2} \quad (1.1)$$

де n – кількість хостів, які представляють мережу.

Меш-топологія поділяється на дві категорії: повністю зв'язана топологія фбо частково зв'язана (рис. 1.7.).



Рис. 1.6. Меш-топологія

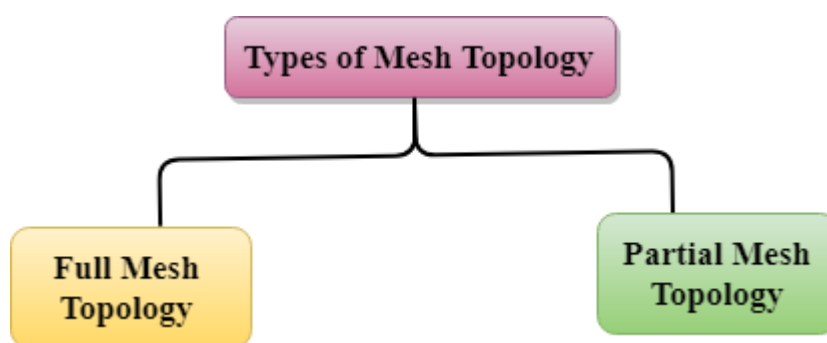


Рис. 1.7. Типи Mesh-топологій

У повній mesh-топології кожен комп'ютер підключено до всіх інших комп'ютерів, доступних у мережі. Часткова mesh-топологія передбачає, що деякі хости підключені до тих комп'ютерів, з якими вони часто спілкуються.

До переваг топології Mesh належить:

- надійність – мережі з mesh-топологією дуже надійні, оскільки будь-який збій зв'язку не вплине на зв'язок між підключеними комп'ютерами;

- швидкість передачі даних;
- простіша реконфігурація – додавання нових пристроїв не порушить зв'язок між іншими пристроями.

До недоліків топології mesh входить:

- вартість – топологія містить велику кількість підключених пристроїв, таких як маршрутизатор, і більше засобів передачі, ніж інші топології.
- управління – мережі з топологією mesh дуже великі, і їх дуже важко підтримувати та керувати ними, а у випадку, коли мережа не контролюється ретельно, збій каналу зв'язку залишається непоміченим.
- ефективність – у цій топології надлишкові з'єднання є високими, що знижує ефективність мережі.

1.1.6. Принципи побудови гібридної топології мережі

Комбінація різних топологій відома як гібридна топологія. Гібридна топологія – це з'єднання між різними мережами та вузлами для передачі даних. Коли дві або більше різних топологій поєднуються разом, це називається гібридною топологією, і якщо подібні топології з'єднані одна з одною, це не призведе до гібридної топології (рис. 1.7.).

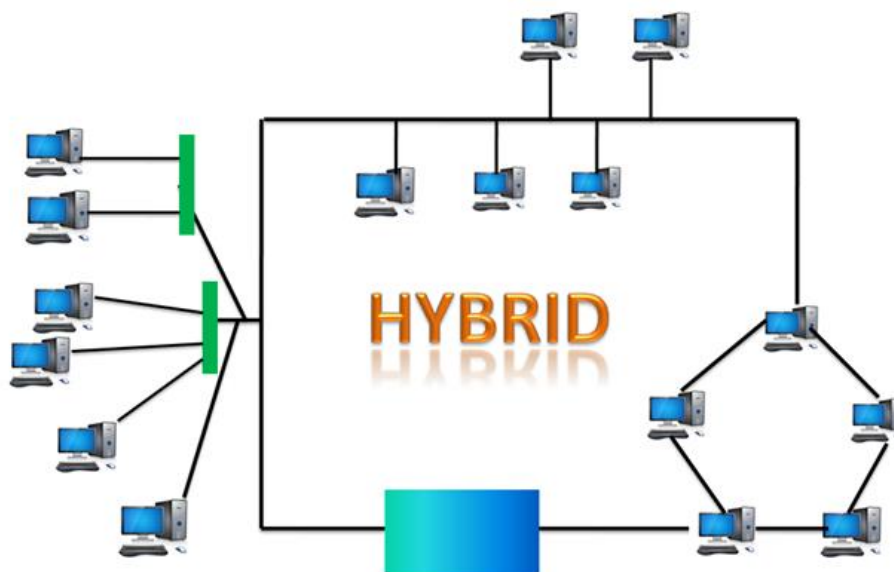


Рис. 1.7. Гібридна топологія мережі передачі даних

Наприклад, якщо існує топологія мережі типу кільця в одній філії банку і топологія шини в іншій філії з'єднання цих двох топологій призведе до гібридної топології.

Переваги гібридної топології

- надійність – якщо збій станеться в будь-якій частині мережі, це не вплине на роботу решти мережі.
- масштабованість – розмір мережі можна легко розширити шляхом додавання нових пристроїв, не впливаючи на функціональність існуючої мережі.
- гнучкість – проявляється у здатності спроектувати відповідно до вимог організації.
- ефективність – гібридна топологія є дуже ефективною, оскільки її можна спроектувати таким чином, щоб потужність мережі була максимальною, а слабкість мережі мінімізованою.

До недоліків гібридної топології належить

- складність конструкції – основним недоліком гібридної топології є конструкція гібридної мережі, що проявляється у складності спроектувати її архітектуру.
- вартість концентраторів – відрізняються від звичайних концентраторів, що використовуються в інших топологіях.
- вартісна інфраструктура – вартість інфраструктури дуже висока, оскільки гібридна мережа вимагає багато кабелів, мережевих пристроїв тощо.

1.2. Аналіз середовищ, режимів і принципів передачі даних

Сьогодні найбільш використовуваними середовищами у мережах передачі даних є кабельні канали зв'язку та безпроводні технології. Застосування рекомендацій стандартів щодо обміну пакетами даних дають змогу забезпечити надійність передачі у каналах зв'язку.

Режим передачі даних визначає напрямок потоку інформації між двома пристроями зв'язку. Його також називають режимом передачі даних направленим

режимом. Він визначає напрямок потоку інформації з одного місця в інше в мережі передачі даних. У моделі OSI фізичний рівень призначений для передачі даних у мережі. Він головним чином визначає напрямок даних, у якому дані повинні переміщатися, щоб досягти системи або вузла приймача.

Проведемо більш детально аналіз різних режимів передачі даних на основі напряму обміну інформацією, синхронізації між передавачем і приймачем, а також кількості бітів, які одночасно надсилаються у мережі.

Залежно від напрямку обміну інформацією, режим передачі даних можна поділити на три типи: симплекс, напівдуплекс, повний дуплекс, за типом синхронізації між передавачем і приймачем – синхронний та асинхронний, за кількістю бітів, які одночасно надсилають у мережі – послідовний та паралельний.

Симплекс – це режим передачі даних, у якому дані можуть передаватися лише в одному напрямку, тобто зв'язок є однонапрямленим. У даному випадку відправник може лише надсилати дані, але не може їх отримувати. Подібним чином одержувач може лише отримувати дані, але не може їх надсилати (рис. 1.8).

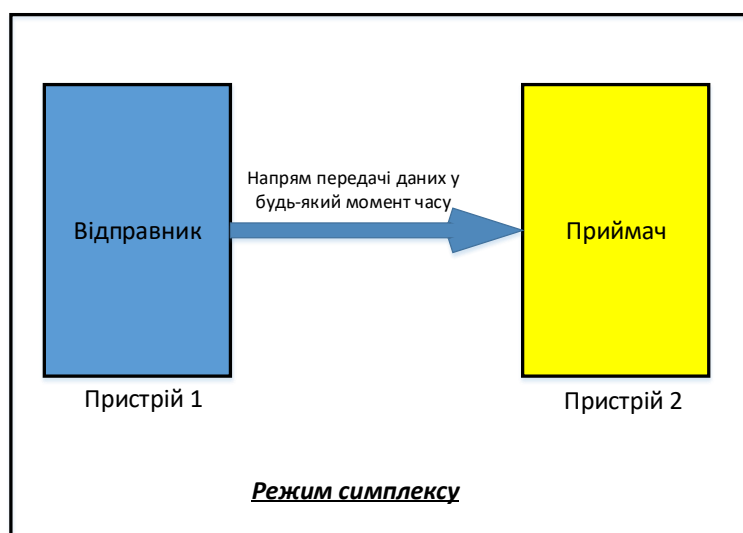


Рис. 1.8. Режим симплексу передачі даних у комп'ютерних системах

Цей режим передачі не такий популярний, оскільки в ньому не можна здійснювати двосторонній зв'язок між відправником і одержувачем. В основному використовується у сфері бізнесу, а також у сфері продажів, які не потребують

зворотної відповіді. Цей режим схожий на вулицю з одностороннім рухом. Такий принцип передачі даних реалізований у радіо- і телеприймачах, клавіатурі, миші тощо.

Нижче наведено переваги використання симплексного режиму передачі даних:

- використання повної пропускної здатності каналу зв'язку під час передачі даних;
- найменші проблеми з трафіком даних, оскільки вони передаються лише в одному напрямку.

До недоліків використання симплексного режиму передачі даних належить:

- однонаправленість за своєю природою без комунікації між пристроями;
- відсутність механізму передачі інформації до відправника (немає механізму підтвердження).

Напівдуплекс – це режим передачі даних, у якому дані можуть надходити в обох напрямках, але одночасно тільки в одному напрямку. Його також називають напівдуплексним. Іншими словами, кожна станція може як передавати, так і отримувати дані, але не одночасно. Коли один пристрій надсилає, інший може лише отримувати і навпаки (рис. 1.9).

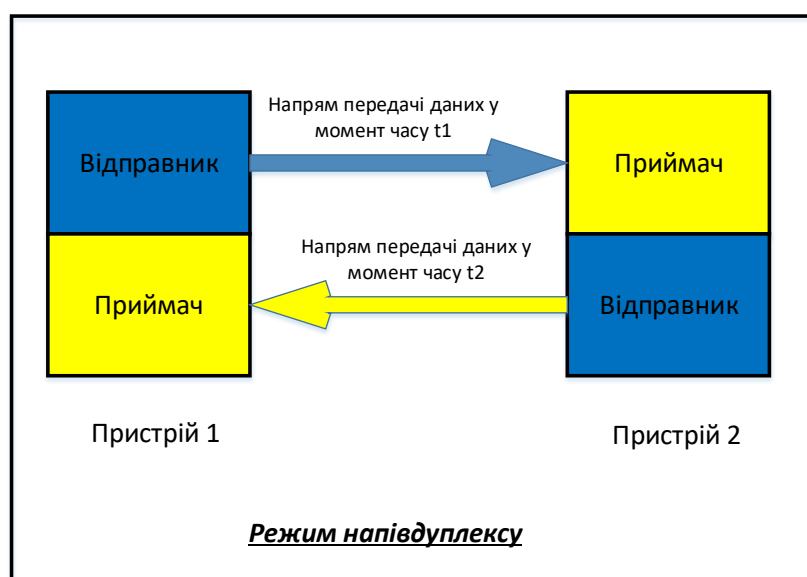


Рис. 1.9. Режим напівдуплексу

При такому типі режиму передачі вся пропускна здатність каналу може бути використана для будь-якого напрямку. Канали передачі можуть передавати дані в обох напрямках, але дані можуть надсилатися лише в одному напрямку одночасно.

Цей тип режиму передачі даних може бути використаний у випадках, коли немає потреби у комунікації в обох напрямках одночасно. Його можна використовувати для виявлення помилок, коли відправник не надсилає або одержувач не отримує дані належним чином. У таких випадках дані повинні бути передані знову приймачем. Наприклад, Walkie-Talkie, Інтернет-браузери тощо.

До переваг використання напівдуплексного режиму належить:

- підвищення оптимальності використання каналу зв'язку;
- забезпечення двостороннього зв'язку.

Недоліки використання напівдуплексного полягають в наступному:

- двосторонній зв'язок не може бути встановлений одночасно приймачем і відправником;
- може виникнути затримка передачі даних, оскільки одночасно можливий лише один спосіб зв'язку.

Повний дуплекс – це режим передачі даних, у якому дані можуть надходити в обох напрямках одночасно (рис. 1.10).

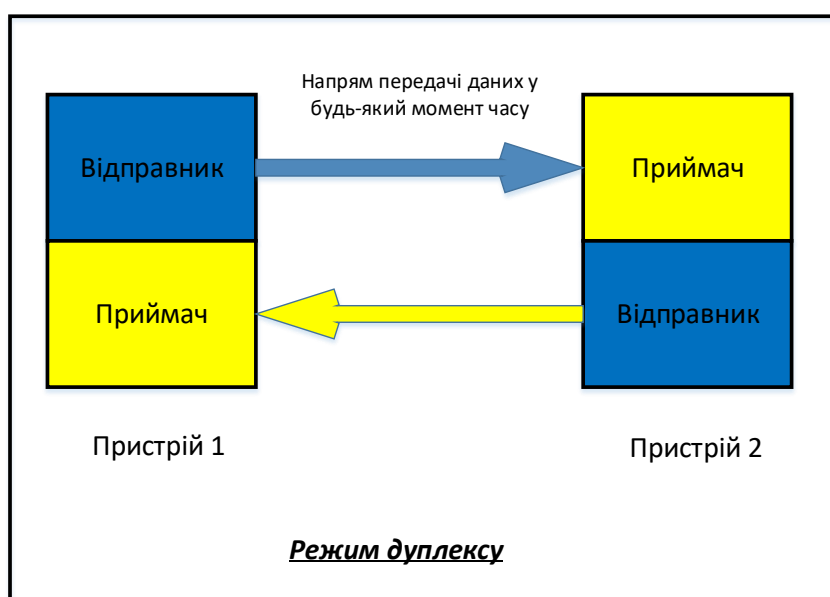


Рис. 1.10. Режим дуплексної передачі даних

Він має двонаправлений характер. Це двосторонній зв'язок, при якому обидві станції можуть передавати і отримувати дані одночасно. Повнодуплексний режим має подвійну пропускну здатність порівняно з напівдуплексним. Пропускна здатність каналу розподіляється між двома напрямками зв'язку. Цей режим використовується, коли потрібне спілкування в обох напрямках одночасно. Наприклад, телефонна мережа, в якій обидві особи можуть говорити і слухати один одного одночасно.

Перевагою використання повнодуплексного режиму передачі є наявність двостороннього зв'язку, що забезпечує найшвидший спосіб обміну даними між пристроями. До недоліків цього режиму можна віднести поділ пропускну здатності каналу зв'язку на дві частини. Крім того, не існує виділеного шляху для передачі даних. Він має неправильне використання пропускну здатності каналу, оскільки існує два окремих шляхи для двох пристроїв обміну інформацією.

Синхронний режим передачі – це режим зв'язку, у якому біти надсилаються один за одним без будь-яких початкових/стопових бітів або проміжків між ними. Насправді і відправник, і одержувач керуються одним системним годинником. Таким чином досягається синхронізація (рис. 1.11).

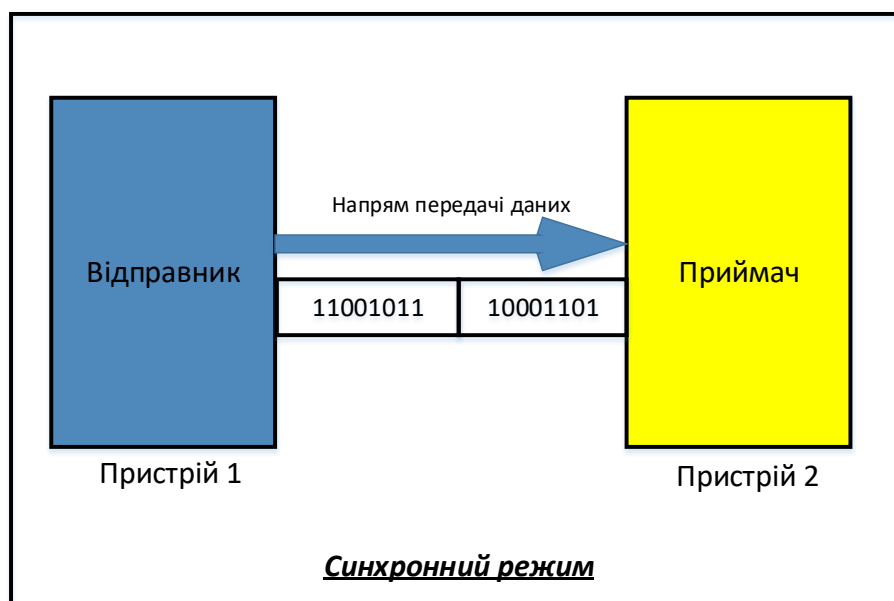


Рис. 1.11. Синхронний режим передачі даних

У синхронному режимі передачі даних, байти передаються як блоки в безперервному потоці бітів. Оскільки в блоці повідомлень немає стартових і стопових бітів, одержувач відповідає за правильне групування бітів.

Приймач підраховує біти, коли вони надходять, і групує їх у вісім біт. Приймач безперервно отримує інформацію з тією ж швидкістю, що й передавач. Він також прослуховує повідомлення, навіть якщо біти не передаються. У синхронному режимі біти надсилаються послідовно без поділу між символами, тому виникає необхідність вставити деякі елементи синхронізації в повідомлення, це є «синхронізація на рівні символів». Прикладом синхронізованого режиму передачі даних є, наприклад, зв'язок між процесором, оперативною пам'яттю тощо у комп'ютерній системі.

Асинхронний режим передачі — це режим зв'язку, у якому під час передачі у повідомлення вводяться початковий і стоп-біт. Початковий і стоповий біти забезпечують правильну передачу даних від відправника до одержувача. Зазвичай початковий біт дорівнює «0», а кінцевий — «1». Цей тип режиму передачі найкраще підходить для передачі даних на короткі відстані. Наприклад, якщо є два байти даних, «10001101» та «11001011», то вони будуть передані в асинхронному режимі, як показано на рис. 1.12.

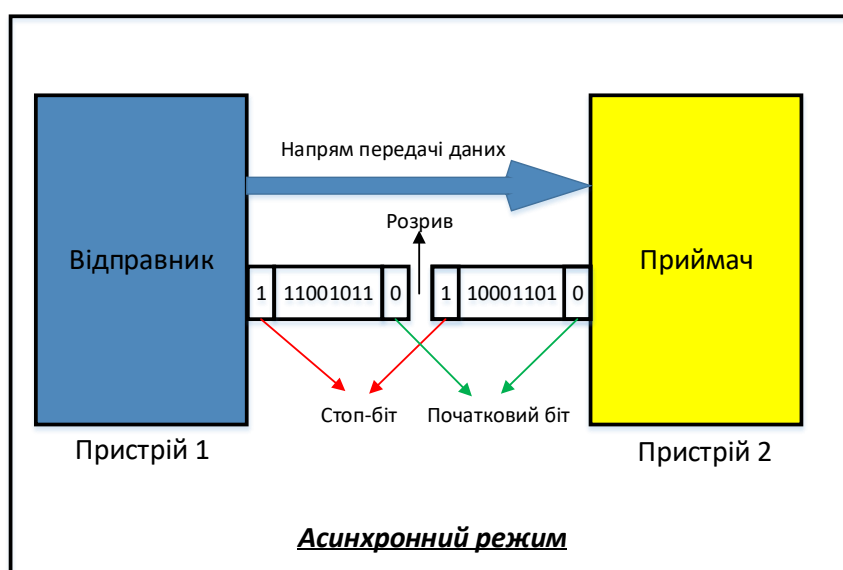


Рис. 1.12. Асинхронний режим передачі даних у комп'ютерних мережах

Асинхронний, у даному випадку, означає «асинхронний на рівні байтів», але біти все ще синхронізовані. Тривалість часу між кожним символом однакова та синхронізована. В асинхронному режимі зв'язку біти даних можуть бути відправлені в будь-який момент часу. Повідомлення надсилаються через нерегулярні проміжки часу, і за один раз можна надіслати лише один байт.

До переваг використання асинхронного режиму передачі можна віднести дешевий і ефективний спосіб обміну даними у комп'ютерних системах, висока точність передачі завдяки наявності стартового і стопового бітів. Недоліком використання асинхронного режиму вважають повільнішу, за рахунок наявності проміжку між різними блоками даних, швидкість передачі даних.

Режим послідовної передачі даних – це режим, у якому біти даних надсилаються послідовно один за одним по каналу передачі (рис. 1.13 (а)). При послідовній передачі даних комп'ютерній системі потрібно кілька тактів, щоб передати потік даних. У цьому режимі зберігається цілісність даних, оскільки він передає біти даних у певному порядку один за одним. Паралельний режим передачі даних — це режим, у якому біти даних надсилаються паралельно за один раз. Іншими словами, відбувається передача n-біт одночасно (рис. 1.13 (б)).

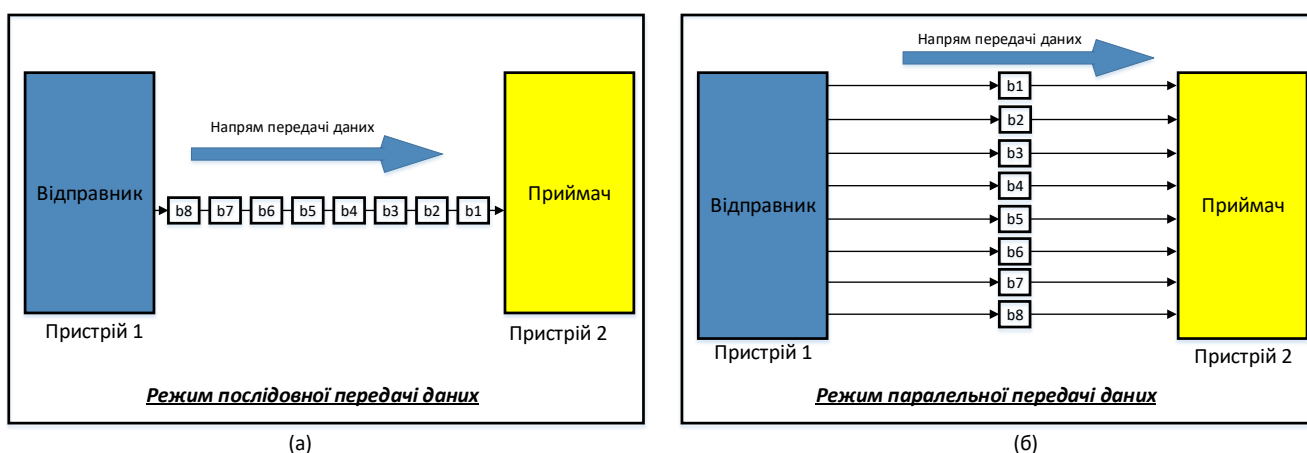


Рис. 1.13. Послідовний (а) та паралельний (б) режими передачі даних

Таким чином, узагальнюючи аналіз характеристик мереж передачі даних у комп'ютерних системах, оптимальність їх проектування та модернізації, в

залежності від цільової задачі, може здійснюватися на основі критеріїв, які наведені у табл. 1.4.

Таблиця 1.4

**Критерії за якими можна проводити оптимізацію мереж передачі даних
у комп'ютерних системах**

№ з/п	Назва критерію	Опис
1	Архітектура комп'ютерної мережі	Представлення компонентів комп'ютерної мережі на концептуальному рівні
2	Фізична топологія мережі	Відображення фізичної структури та зв'язків між компонентами мережі
3	Логічна топологія мережі	Відображення логічної взаємодії компонентів мережі
4	Середовище передачі даних	Канали передачі даних та їх реалізація (кабельне, безпроводне)
5	Активне комутаційне обладнання	Забезпечують логічне керування пакетами даних
6	Пасивне комутаційне обладнання	Забезпечують з'єднання вузлів мережі на фізичному рівні
7	Вузли мережі (комп'ютери, мережеві пристрої, сервери і т.д.)	Наявність у вузлах мережі інтерфейсів для комунікації
8	Стандарт передачі даних	Визначає структуру і методи передачі даних
9	Системне програмне забезпечення вузлів мережі	Забезпечує трансляцію пакетів з одного рівня на інший

№ з/п	Назва критерію	Опис
10	Прикладне програмне забезпечення	Забезпечує перетворення даних у зручний та зрозумілий для користувача формат
11	Засоби захисту комп'ютерної мережі	Апаратні або програмні засоби від неавторизованого доступу до ресурсів мережі

У табл. 1.4 наведено основні характеристик, оптимізацію яких можна проводити і враховувати при проектуванні та модернізації мереж передачі даних у комп'ютерних системах. Далі необхідно дослідити методи прийняття рішень щодо оптимізації властивостей мереж за наведеними характеристиками.

1.3. Висновки до розділу

Результати, одержані в даному розділі, полягають в наступному:

1. Проаналізовано топології комп'ютерних мереж при побудові комп'ютерних систем, що дало змогу встановити доцільність та ефективність використання кожної з них в залежності від типу комп'ютерної системи і задач, виконання яких вона повинна забезпечувати.

2. Проведено аналіз середовищ передачі даних у мережах комп'ютерних систем, що дало змогу сформувавши та оцінити множину альтернативних рішень щодо їхнього застосування з врахуванням виду системи та критеріїв, які необхідно оптимізувати.

3. Узагальнено принципи і підходи до проектування комп'ютерних систем і виявлено множину факторів, які впливають на ефективність та продуктивність мереж передачі даних, що дало змогу сформувавши сукупність альтернатив, оптимізацію яких доцільно проводити .

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕРЕЖ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ

2.1. Методи аналізу ієрархій при оптимізації мереж передачі даних

Велика кількість розробок в області прийняття рішень і накопичений практичний досвід в галузі проектування інформаційних систем, зокрема комп'ютерних мереж, дають змогу зробити висновок, що найбільш перспективними для багатокритеріального оцінювання альтернатив і прогнозування динаміки їх ваг є метод аналізу ієрархії (MAI), або Analytic Hierarchy Processes (АНР).

Цей метод базується на декомпозиції цілі вибору на більш прості складові, і, маючи судження експерта, дає змогу визначити значимість альтернатив щодо цілі вибору.

Стосовно проектування технічних і програмних систем, то такими критеріями виступають показники якості процесів створення, функціонування, експлуатації компонентів системи. Даний метод передбачає наявність системи оцінювання множини альтернативних варіантів технічних і програмних рішень створюваної на базі множини показників якості і має ієрархічну структуру.

Метод попарного порівняння динамічних переваг застосовується, коли судження експерта про перевагу по якомусь критерію змінюється на досліджуваному проміжку часу, і коли можна побудувати аналітичні залежності по всіх елементах матриці парних порівнянь.

Метод попарного порівняння динамічних переваг з покращенням узгодженості на основі введеної експертами інформації слід використовувати, якщо деякі аналітичні залежності не визначені, або якщо не вдається домогтися хорошої узгодженості експертних суджень.

2.2. Метод парного порівняння

Методом парного порівняння передбачено наявність в ієрархічній структурі елементів-«батьків» та елементів-«нащадків». Дочірні елементи мають вплив на пов'язані з ними елементи-батьки. Матриці парних порівнянь створюються для усіх дочірніх елементів відповідного батьківського сегмента.

В якості батьківських елементів можна розглядати будь-які елементи на будь-якому ієрархічному рівні, які мають елементи-нащадки, окрім рівня альтернатив. Парне порівняння дозволяє встановити перевагу одного елемента відносно іншого. Одержані експертні оцінки доцільно виражати цілими числами за допомогою шкали від 1 до 9 (табл.2.1.).

Таблиця 2.1

Шкала відносної важливості

Ступінь значущості	Означення	Пояснення
1	Рівна важливість	Два варіанти вносять однаковий вклад у досягнення цілі
3	Поміркована перевага	Існують міркування на користь переваги одного з варіантів, однак ці міркування недостатньо переконливі
5	Сильна перевага	Є надійні дані або логічні судження для того, щоб показати перевагу одного з варіантів
7	Значна перевага	Переконливе свідчення на користь одного варіанту іншому
9	Абсолютна значимість	Свідчення на користь переваги одного варіанта іншому найвищою мірою переконливі

Продовження табл. 2.1

Ступінь значущості	Означення	Пояснення
2,4,6,8	Проміжні значення між двома сусідніми судженнями	Ситуація, коли необхідно компромісне рішення
Зворотні величини наведених вище ненульових величин	Якщо варіанту i при порівнянні з варіантом j приписується одне з визначених вище ненульових чисел, то варіанту j при порівнянні з варіантом i приписується обернене значення.	

Така шкала дає можливість особам, які приймають рішення, співставляти рівень переваги одного об'єкта над іншим у кількісному вигляді. Застосування шкали, наведеної у табл. 2.1, є теоретично обгрунтовано та ефективнішою, якщо порівнювати з іншими відомими шкалами.

Використовуючи таку бальну шкалу та порівнюючи, наприклад, методи передачі даних у комп'ютерних системах за критерієм ефективності (критерій ефективності є ціллю і знаходиться в корені ієрархії), фахівець має кількісно оцінити перевагу одного методу над іншим шляхом виставлення одного значення, що знаходиться в діапазоні [1,9], або ж обернене до обраного значення.

При заповненні матриць парних порівнянь керуються таким правилом.

У випадку, коли альтернатива A_1 має вищий пріоритет за альтернативу A_2 , то у комірку на перетині рядка A_1 і стовпця A_2 записується ціле число, а у комірку на перетині рядка A_2 і колонки A_1 вноситься обернене до даного число.

У випадку, коли альтернативи A_1 і A_2 мають однаковий пріоритет, то на перетині відповідного рядка і стовпця записують 1.

Кількість суджень, які повинен сформував фахівець-експерт, заповнюючи матриці парних порівнянь має дорівнювати $\frac{n*(n-1)}{2}$. У даному випадку змінна n

відповідає порядку матриці, тобто кількості елементів, які порівнюються.

У загальному випадку, створення матриці парних порівнянь проводиться так, як описано нижче.

Нехай A_1, A_2, \dots, A_n – сукупність із n альтернатив, а v_1, v_2, \dots, v_n – представляють їхні пріоритети або інтенсивності. Проведемо попарне порівняння пріоритету кожної альтернативи з пріоритетом інших елементів, які належать цій множині, з точки зору відношення до характерної для них цілі. У такому випадку одержимо

$$[A] = \begin{bmatrix} & A_1 & \dots & A_n \\ A_1 & v_1/v_1 & \dots & v_1/v_n \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ A_n & v_n/v_1 & & v_n/v_n \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Для матриці парних порівнянь характерною є властивість оберненої симетрії – $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$, де $a_{ij}a_{ji} = \frac{v_i}{v_j}$

При проведенні парних порівнянь і при заповненні матриць слід відповідати на такі питання:

- котрий із елементів порівняння більш важливий або більш впливовіший?
- котрий із елементів порівняння має вищу імовірність?
- котрий із елементів порівняння має більшу перевагу?
- у чому полягає така перевага?

У більшості випадків, коли виконується порівняння критеріїв, часто ставлять запитання щодо важливості того чи іншого критерію в контексті досягнення цілі. Окрім цього, якщо виконується порівняння альтернатив по відношенню до критерію, то запитують котра з наявних альтернатив є більш кращою або ймовірнішою щодо нього.

Після заповнення матриць парних порівнянь, потрібно перевірити властивість транзитивності та однорідність суджень, обчислити вектор пріоритетів

дочірніх елементів по відношенню до батьківського елемента.

На практиці, кількісне представлення кардинальності щодо узгодженості суджень ($a_{ik} \cdot a_{kj} = a_{ij}$), а також властивість транзитивності щодо однорідності оцінок експерта можуть бути порушеними. Це пов'язано з тим, що вплив людського фактору (відчуття) практично не можливо представити у вигляді формули. З метою покращення однорідності оцінок експерта, незважаючи на значення a_{ij} , a_{ji} матиме обернене значення – $a_{ji} = 1/a_{ij}$.

Порушення рангу матриці характеризується тим, що значення рангу є відмінним від 1 та існує декілька власних чисел матриці. Проте, якщо наявна незначна похибка однорідності у судженнях експертів, то завжди буде існувати таке власне значення матриці, яке значно більше за інші та наблизатиметься до рангу матриці. Отже, для того, щоб оцінити однорідність висловлювань фахівця потрібно застосовувати та обчислити похибку між найбільшим власним значенням та рангом матриці.

Разом з матрицею парних порівнянь ми маємо одну міру оцінки степені відхилення від узгодженості. Коли такі відхилення перевищують встановлені межі, тому, хто проводить судження, варто їх перевірити.

Найбільше власне число конкретної матриці може бути отримано наступними обчисленнями: спочатку підсумовується кожен стовпець суджень, потім сума першого стовпця збільшується на величину першої компоненти нормалізованого вектора пріоритетів, сума другого стовбця – на другу компоненту і т.д. Потім отримані числа додаються. Так можна отримати величину, що позначається λ_{max} . Для оберненої симетричної матриці завжди $\lambda_{max} \geq n$:

$$S_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}, \quad (2.2)$$

$$\lambda_{max} = S_1 \omega_1 + S_2 \omega_2 + \dots + S_n \omega_n, \quad (2.3)$$

де ω_1 , - елементи нормалізованого вектора пріоритетів, a_{ij} - елементи матриці

(2.1), n - розмірність матриці, S_i - сума i -го стовпця.

Для оцінювання однорідності суджень експерта можна скористатися індексом узгодженості або відношенням узгодженості шляхом застосування наведених нижче виразів:

$$\begin{aligned} I.Y. &= (\lambda_{\max} - n)/(n - 1), \\ B.Y. &= I.Y./M(I.Y.), \end{aligned} \quad (2.4)$$

де $M(I.Y.)$ – мат. сподівання індексу однорідності для випадково побудованої матриці $[A]$, що використовує експериментальні дані, приведені у табл.2.2..

У якості допустимого значення відношення узгодженості може використовуватися таке, яке менше за 0.1.

У випадку, коли значення відношення індексу узгодженості до його математичного сподівання більше або рівне за 0.1, то це означає, що експерт допустив суттєве порушення при заповненні матриці. Після цього, необхідно внести корективи у дані матриці для підвищення однорідності суджень.

За деяких обставин допускається оперувати результатами суджень експертів з похибкою на рівні 20%, проте це характерно для нижніх рівнів ієрархії.

Таблиця 2.2

Середнє значення індексу однорідності (від порядку матриці)

Порядок матриці (n)	$M(I.C.)$	Порядок матриці (n)	$M(I.C.)$
1	0,00	6	1,24
2	0,00	7	1,32
3	0,58	8	1,41
4	0,90	9	1,45
5	1,12	10	1,49

Впорядкування елементів за їх важливістю на основі аналізу матриці $[A]$, виконується шляхом опрацювання власних векторів матриці (правих).

Для знаходження власний правого вектора невід'ємної матриці $[A]$ потрібно добути розв'язок рівняння:

$$A \cdot W = \lambda_{\max} \cdot W \quad (2.5)$$

де λ_{\max} – найбільше власне значення.

У випадку, коли власний правий вектор додатної матриці $[A]$ задовольняє найбільшому власному числу із заданою точністю C , то його можна знайти наступним чином:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{[A]^k \cdot e}{e^T \cdot [A]^k \cdot e} = C \cdot W \quad (2.6)$$

Для знаходження власного вектора з використанням формули (2.5.) потрібно застосовувати ітераційні методи для того, щоб забезпечити необхідну точність:

$$e^T \cdot |W^{(l)} - W^{(l+1)}| \leq \xi, \quad (2.7)$$

де l – порядок кроку (ітерації);

ξ – евентуальна похибка.

З точки зору практики, значення допустимої похибки можна прийняти на рівні однієї соті (0,01) і при цьому на похибку не впливатиме ранг матриці.

Для обчислення максимального власного значення однорідності суджень використовується наступна формула:

$$\lambda_{\max} = e^T \cdot [A] \cdot W, \quad (2.8)$$

Вектори пріоритетів обчислюються для всіх елементів ієрархії, де застосований метод парних порівнянь, зважуючи «нащадків» до «батьків».

2.3. Метод аналізу альтернатив щодо стандартів

Даний метод не завжди забезпечує ефективність при використанні у деяких ситуаціях з практичної точки зору.

У першому випадку, ситуація може характеризуватися тим, що фахівцю з оцінювання надано для аналізу більше, ніж десять альтернатив. У такому разі побудова узгоджених матриць парних порівнянь стає складним рішенням. Це пов'язано з фізичними обмеженнями інтелекту людини.

Друга ситуація, накладає обмеження на застосування методу парного порівняння, характеризується тим, що при додаванні нових альтернатив змінюється порядок раніше ранжованих альтернатив відносно критеріїв якості. Порушення порядку альтернатив небажане при рішенні ряду прикладних задач, пов'язаних зі значними фінансовими, матеріальними та соціальними витратами на коригування наслідків прийнятих рішень або можливістю виникнення конфліктної ситуації між експертами, які готують і обґрунтовують рішення, і ОПР, які несуть відповідальність за прийняті рішення та їх наслідки.

Третя ситуація характеризується тим, що альтернативи можуть бути надані експерту для порівняння через деякі інтервали часу, а не одночасно. Тому, в такому випадку не надається можливість попарно порівнювати об'єкти.

Для вирішення проблеми порівняння та оцінки альтернатив в зазначених ситуаціях найбільш доцільним є використання методу порівняння альтернатив щодо відповідності лінгвістичним стандартам. Стандарт встановлює рівень якості об'єкта щодо критерію якості. Для прикладу, критерієм надійності «мережа передачі даних» може бути призначено 3 стандарти, які можна відобразити за допомогою тверджень «високий», «задовільний», «незадовільний». Будь-який стандарт ототожнюється, як правило, з деяким існуючим на практиці еталоном якості. В якості таких еталонів приймаються об'єкти аналогічні порівнюваним альтернативам.

В ієрархічному дереві стандарти застосовуються до елементів, які мають безпосереднє відношення до альтернатив. Однак варто врахувати той факт, що

кількість застосовуваних стандартів до кожного елемента ієрархії може відрізнятися і встановлюватися фахівцем з урахуванням конкретної ситуації. Кожному стандарту експерт визначає відносний рівень уподобання, яка вказує значимість стандарту для експерта. При цьому експерт повинен відповісти на питання: «У скільки разів значення рівня «високий» більше за значення «задовільний»?» і т.д. Числове значення кожного стандарту визначається шляхом їхнього попарного порівняння за шкалою, приведеною у табл. 2.3. Це супроводжується опрацюванням матриці такого вигляду та отримання векторів пріоритету стандартів $W = \{0,735; 0,206; 0,058\}$.

Таблиця 2.3

Відношення між лінгвістичними стандартами

	Високий	Середній	Низький	W
Високий	1	5	9	0,735
Середній	1/3	1	5	0,206
Низький	1/7	1/3	1	0,058

З наведеної матриці випливає, що експерт висловлює значне уподобання «високому» стандарту перед «задовільним», а також «задовільного» перед «незадовільним». Водночас, перевагу «високого» стандарту перед «незадовільним» визначають, як найбільш суттєве, що відповідає значенню оцінки 9.

Наведемо основні правила формування ієрархії, які базуються на використанні стандартів та алгоритму розрахунку компонентів векторів, які визначають пріоритети альтернатив.

Введемо наступні позначення: $C = \{C_0, C_g\}$ – сукупність стандартів до складу якої входять основна $\{C_0\}$ і додаткова $\{C_g\}$ шкали. Елементами множини основної шкали оцінювання є значення: «високий», «задовільний», «незадовільний». Елементи додаткової шкали можуть містити проміжні значення між градаціями основної шкали, наприклад, «сильно високий»; «середнє між

високим і задовільним»; «середнє між задовільним та незадовільним»; дуже незадовільне».

Для фіксованого критерію K_j^S , включеного в ієрархію з множини C , визначається підмножина стандартів C_j , так, що $C_j \subset C$. Наприклад, для компонентів дерева K_j^S і K_p^S можна застосувати стандарт «високий», «задовільний», «незадовільний», а для компонента K_2^S – «високий», «задовільно високий», «задовільний», «середньо задовільний», «незадовільний». Потрібно відмітити, що фахівець-експерт може вказувати відмінні, для одних і тих же за назвою стандартів, значення, які стосуються компонентів K_1^S і K_p^S .

Алгоритм розрахунку значень компонентів векторів пріоритетів альтернатив відносно елементів ієрархічного дерева із застосуванням стандартів, виконується так, як описано нижче.

Кожному компоненту ієрархічного дерева K_j^S , який пов'язаний із стандартами, задається підмножина $C_j \subset C$. Далі стандарти, які належать підмножині C_j , та пов'язані з K_j^S , попарно аналізуються з використанням шкали в інтервалі від 1 до 9.

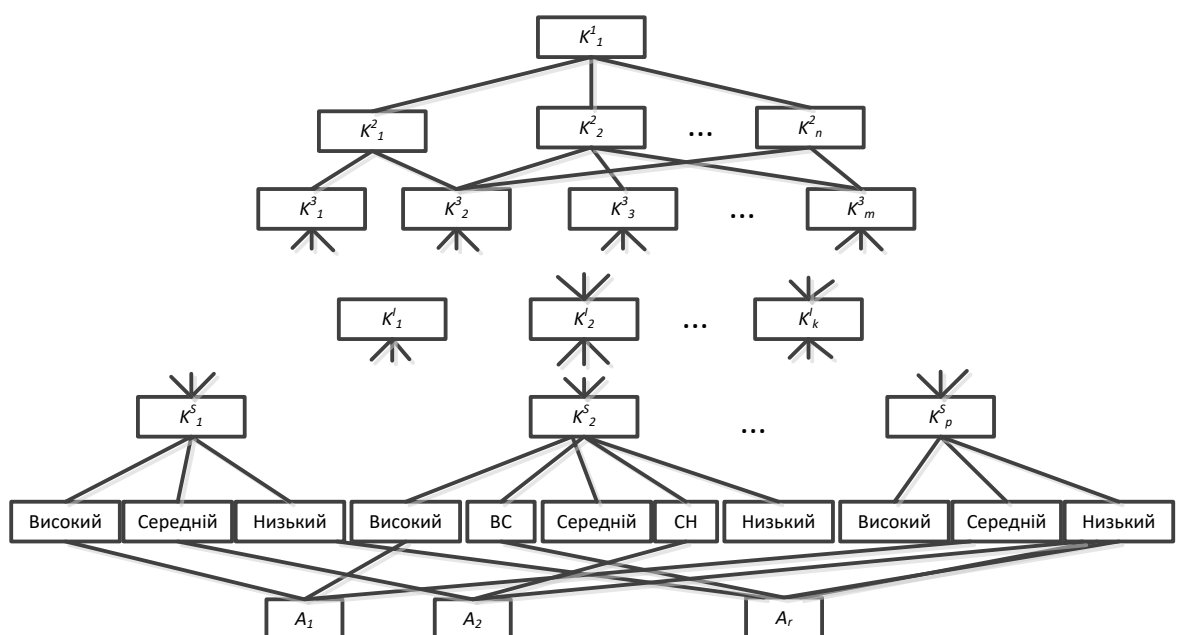


Рис. 2.1. Ієрархія з урахуванням лінгвістичних стандартів

Значення відносних переваг стандартів записують у матрицях. Опрацювання таких матриць виконується із застосуванням ітераційного алгоритму, що відповідає формулам (2.5) і (2.6). Це дає змогу обчислити для них праві вектори W_j^S . У записі вектора W_j^S індекс S вказує на приналежність вектора до рівня стандарту в ієрархічній структурі. ОПР присвоює кожній альтернативі A_i значення одного стандарту. Процедура ідентифікації проводиться за всіма елементами K_j^S , $j = \overline{1, p}$. В результаті ідентифікації будується матриця $[A]$ наступного вигляду:

$$[A] = \begin{matrix} & K_1^S & K_2^S & \dots & K_p^S \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_r \end{matrix} & \left| \begin{matrix} \omega_{11} & \omega_{12} & \dots & \omega_{1p} \\ \omega_{21} & \omega_{22} & \dots & \omega_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \omega_{r1} & \omega_{r2} & \dots & \omega_{rp} \end{matrix} \right. \end{matrix} \quad (2.9)$$

У матриці $[A]$ через ω_{ij} позначено кількісне значення, що відповідає A_i – альтернативі та K_j^S відповідному елементу ієрархічної структури. Отже, колонки матриці $[A]$ утворюють ненормовані вектори, які інтерпретують пріоритети альтернатив за відповідними K_j^S .

Для отримання нормованих векторів пріоритетів w_j^A (верхній індекс вказує на ранжування альтернатив) матриця $[A]$ множиться на діагональну матрицю наступного вигляду:

$$[S] = \begin{matrix} & K_1^S & K_2^S & \dots & K_p^S \\ \left[\begin{matrix} \left(\sum_{i=1}^r \omega_{i1} \right)^{-1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \left(\sum_{i=1}^r \omega_{i2} \right)^{-1} & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & \left(\sum_{i=1}^r \omega_{ip} \right)^{-1} \end{matrix} \right] \end{matrix} \quad (2.10)$$

Сукупність нормованих векторів W^A по відношенню до усіх компонентів самого нижнього рівня ієрархічного дерева визначається множенням матриць:

$$[W^A] = [A] \cdot [S] \quad (2.11)$$

В отриманій матриці W^A стовпці представляють нормовані вектори W_j^A для кожного, окремо взятого, компонента K_j^S ієрархічного дерева.

2.4. Ієрархічний синтез пріоритетів

З метою забезпечення зваженості власних векторів, сформованих матрицею парних порівнянь альтернатив у відповідності до вагових коефіцієнтів критеріїв, а також формування їх інтегральної суми за всіма значеннями компонентів на нижчих рівнях дерева застосовується метод аналізу ієрархій.

Розглянемо принцип побудови алгоритму з метою ієрархічного синтезу, який враховує маркування ієрархії приведенного на рис. 2.1.

На початку потрібно визначити вектори пріоритетів $W_{(K_j^i)}^{A'}$ по відношенню до критеріїв K_j^i , які розташовані на передостанньому рівні ієрархічної структури.

У даному випадку K_j^i позначає компоненти ієрархічної структури, де індекс i – інтерпретує рівень дерева, а індекс j представляє собою номер компонента на i -му рівні. Визначення сукупності векторів W_S^A щодо рівня S в ієрархічній структурі виконується ітераційно із застосуванням формул (2.5) – (2.6) у відповідності до вхідних даних, які наявні у матриці парних порівнянь. Результатом виконання такого кроку є множина векторів пріоритету альтернативних рішень:

$$W_S^A = W_{K_1^S}^A, W_{K_2^S}^A, \dots, W_{K_p^S}^A \quad (2.12)$$

На другому кроці аналогічним чином здійснюється опрацювання матриці для елементів K_j^i . Матриці формуються у такому вигляді, що дають змогу встановити перевагу компонентів обраного дочірнього рівня ієрархії по відношенню до компонентів батьківського рівня.

Як результат обробки матриць одержують множину векторів пріоритетів для компонентів ієрархії:

$$W^K = \{W_{\{K_j^i\}}^K\} \quad (2.13)$$

Значення $W_{(K_j^i)}^{A'}$ в перспективі будуть використані для формування множини векторів, які інтерпретують пріоритет альтернатив по відношенню до усіх компонентів ієрархічної структури.

Третій етап ієрархічного синтезу передбачає безпосереднє формування пріоритетів. Його суть зводиться до послідовного визначення векторів пріоритету альтернатив щодо компонентів K_j^i , розташованих на усіх рівнях ієрархій окрім того, де знаходяться самі компоненти K_j^S . Розрахунок компонентів векторів пріоритетів відбувається у напрямку, починаючи з нижніх ярусів до верхніх та з врахуванням характерних зв'язків між компонентами різних ярусів. При цьому застосовується операція множення для відповідних векторів пріоритетів альтернатив і матриць.

Формула для обрахунку значень векторів приведена нижче:

$$W_{K_j^i}^A = [W_{K_1^{i-1}}^A, W_{K_2^{i-1}}^A, \dots, W_{K_n^{i-1}}^A] \cdot W_{K_j^{i-1}}^K \quad (2.14)$$

У цьому виразі прийняті наступні позначення:

$W_{(K_j^i)}^{A'}$ – вектор, який показує пріоритети альтернатив щодо компонента K_j^{i-1} , визначеного у j -му стовпці матриці;

$W_{(K_j^{i-1})}^{A'}$ – вектор, який інтерпретує пріоритети критеріїв $K_1^{i-1}, K_2^{i-1}, \dots, K_n^{i-1}$, які пов'язані з батьківським критерієм K_j^i .

Розглянута модифікація МАІ може ефективно застосовуватись при встановленні пріоритету та виборі кращих рішень при оптимізації мереж передачі даних у комп'ютерних системах.

2.5. Алгоритм ранжування характеристик і прогнозування динаміки пріоритетів на основі МАІ

Математично задача щодо прийняття рішень, а також прогнозування пріоритетів на основі методу аналізу ієрархій формулюється наступним чином. Задано множину альтернативних варіантів технічних систем або захищеності проектних рішень $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, де необхідно приймати рішення по найкращому варіанту. Необхідно здійснити впорядкування множини A відповідно до переваг, заданими шляхом парних порівнянь, кількісних оцінок, оцінок відносно стандартів по множині критеріїв якості $K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$. Множина критеріїв K представляє собою впорядковану структуру (ієрархію), яка підпорядковується принципу ієрархічної композиції, тобто між елементами цієї множини задані відношення типу «абстрактне-конкретне», які можна виразити за допомогою бінарної матриці зв'язків B :

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1m} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{m1} & b_{m2} & \dots & b_{mm} \end{bmatrix} \quad (2.15)$$

де $b_{ij} = 1$, якщо між k_i і k_j є зв'язок, і $b_{ij} = 0$ в іншому випадку.

Рішення досягається шляхом використання лінійної згортки векторів пріоритету існуючих альтернатив на заданій критеріальній структурі. Ці вектори, а

також приватні (часткові) критерії одержують шляхом визначення «головного» власного вектора відповідної матриці, причому дані у матрицях парних порівнянь можуть представляти собою функції від часу.

Для того, щоб визначити головний власний вектор потрібно розв'язати матричне рівняння такого вигляду: $AW = \lambda_{\max} \cdot W$.

Якщо ставиться задача прогнозування поведінки системи на певному інтервалі часу, то визначення «головного власного вектора» проводиться шляхом розв'язку відповідного матричного рівняння.

Таким чином, алгоритм розв'язку задачі ранжування і вибору альтернатив, а також прогнозування динаміки пріоритетів на основі МАІ міститиме такі основні кроки.

Крок 1. Визначення множини альтернатив, множини критеріїв якості. Представлення множини критеріїв у вигляді домінантної ієрархії, фокусом якої повинна бути ціль дослідження.

Крок 2. Визначення методів оцінювання.

Якщо задача статична і альтернатив не більше десяти, можна застосувати метод парних порівнянь.

Якщо задача статична, але альтернатив більш ніж десять, слід застосувати метод порівняння відносно стандартів.

Якщо властивості альтернатив виражені кількісними величинами, то слід застосувати процедуру лінійного нормування.

Якщо потрібно вирішити задачу, ваги альтернатив або критеріїв якої змінюються у часі, слід застосувати метод попарного порівняння динамічних експертів.

Крок 3. Оцінка критеріїв вибраними методами щодо вище стоячих в ієрархії критеріїв. Оцінка альтернатив за критеріями вибраними методами.

Крок 4. Перевірка узгодженості введених оцінок. Якщо оцінки не узгоджені, слід повернутися до кроку 3. Якщо не вдається домогтися узгодженості при прогнозуванні, слід застосувати метод поліпшення узгодженості експертних оцінок.

Крок 5. Розрахунок власних векторів.

Крок 6. Провести ієрархічний синтез і розрахувати глобальний вектор пріоритетів (щодо фокуса ієрархії). Якщо кількість альтернатив під елементами ієрархії не однакова (між останнім і передостаннім рівнями ієрархії немає зв'язків «все до всіх»), то слід застосувати методику згортки для ієрархій з різною кількістю і складом альтернатив. Для статичних задач це останній крок алгоритму.

Крок 7. Якщо вирішується завдання прогнозування пріоритетів на T момент часу, і елементи матриць містять функції від t ($t \in T$), то слід повернутися t раз до кроку 5. При цьому створюється масив локальних і глобальних векторів, розрахованих на кожен момент часу t (рис.2.2).

Крок 8. Обробка отриманого масиву за допомогою регресійного аналізу (метод найменших квадратів). Побудова результуючих залежностей.

Для автоматизації процедур прийняття рішень в даній постановці, використовується комп'ютерна система для забезпечення прийняття оптимальних рішень з прогнозуванням динаміки переваг. Використання подібної системи дозволяє створити оболонку для підтримки процесу прийняття рішень на певних етапах концептуального проектування комп'ютерних систем в умовах невизначеності і неточності знань щодо пріоритетів .

2.6. Висновки до розділу

1. Проаналізовано та обґрунтовано для застосування в процесі оптимізації мереж передачі даних методи аналізу ієрархій, які забезпечують можливість вибору альтернативних рішень на основі визначених критеріїв і є адаптивними за наявності різної кількості характеристик, що дало змогу забезпечити ефективність і точність результатів експертного оцінювання.

2. Обґрунтовано метод попарного порівняння динамічних переваг експертів і метод попарного порівняння динамічних переваг з поліпшенням узгодженості введеної експертами інформації для визначення пріоритетів характеристик

комп'ютерних систем, що дало змогу забезпечити повноту відображення характеристик на різних етапах життєвого циклу.

3. Запропоновано алгоритм формування пріоритетів альтернатив на основі аналізу параметрів мереж передачі даних у комп'ютерних системах, представлених у вигляді ієрархії, що дає змогу застосовувати послідовну процедуру визначення векторів пріоритету властивостей, опрацювання матриць парних порівнянь і визначення кращих альтернатив на найвищому рівні.

4. Запропоновано процедуру обчислення значень векторів пріоритетів параметрів мереж передачі даних у випадку, коли до складу ієрархічної структури входить лише один рівень властивостей з різною кількістю параметрів мереж передачі даних, які маю відношення до кожної з властивостей.

5. Розвинуто метод попарного порівняння переваг, який заснований на принципах алгоритму обчислення динамічності пріоритетів з можливістю їх прогнозування за допомогою МАІ, що дало змогу кількісно врахувати пріоритет параметрів мереж передачі даних на різних стадіях проектування комп'ютерних систем.

РОЗДІЛ 3

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕРЕЖ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

3.1. Проектування функціональної схеми системи

У теорії проектування комп'ютерних систем визначено 10 задач, однак вони не висвітлюють всіх задач цієї теорії, проте можуть служити основою для розробки функціональної структури системи підтримки прийняття рішень (СППР) при оптимізації мереж передачі даних у комп'ютерних системах. Враховуючи сучасний рівень розробки методів прийняття рішень, СППР повинні бути розраховані на надання допомоги користувачеві в його евристичних діях шляхом виконання найбільш трудомістких завдань і розрахунків, які давали б змогу вирішувати повністю або частково задачі теорії ПАС.

Для цього СППР повинна бути інтерактивною, тобто заснована на діалоговій формі обміну інформацією з користувачем. Крім того, СППР повинна бути відкритою, тобто такою, що дозволяє як розширити її функціонально, так і збільшувати обсяги накопичених в ній знань змістовного характеру. Для цього, по-перше, СППР має бути сильно структурованим комплексом програм, по-друге, містити ряд баз даних, інформаційних систем та банків даних і, по-третє, мати підтримку у вигляді групи програмістів та адміністраторів.

Через різноманітність організаційних систем управління, СППР доцільно надати форму інструментальної системи. Для зручності подальшого викладу будемо програмні засоби СППР ділити на три класи: фундаментальні (основні блоки комплексу програм), службові та об'єктні. Точний зміст цих термінів буде роз'яснено нижче.

Таким же чином інформацію, використовувану комплексом СППР, будемо ділити на фундаментальну (що забезпечує функціонування блоку СППР), діалогову і довідкову.

Функціональна структура СППР схематично зображена на рис.3.1. Ця структура передбачає наявність блоків: центральний блок (ЦБ); блок діалогу (БД); блок протоколювання діалогу (БПД); блок управління фондом сценаріїв діалогу (УФС); блок управління бібліотекою службових програм (УБСП); блок управління фондом об'єктних моделей (УФОМ); блок управління фондом нормативів (УФН); блок «робоче поле» (РП); блок виконання робіт (БВР); блок видачі таблиць і графіків (БВТГ); блок підтримки системи, тобто «хаускіппінга» (БХ).

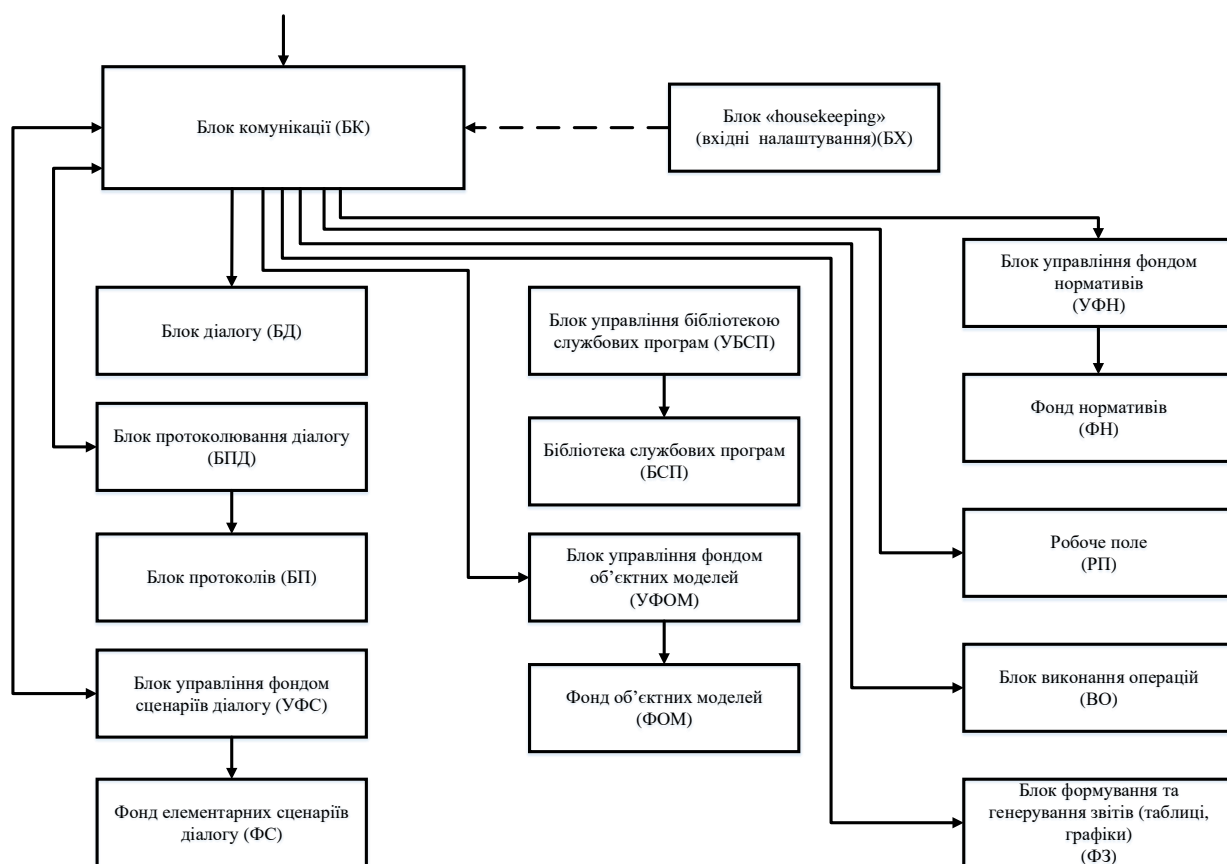


Рис. 3.1. Функціональна структура інтелектуалізованої СППР

Крім перерахованих блоків, функціональна структура, СППР передбачає наступні масиви інформації: Фонд елементарних сценаріїв діалогу (ФС), банк протоколів діалогу (БП), бібліотека службових програм (БСП), фонд об'єктних моделей (ФОМ), фонд нормативу (ФН).

Програмні засоби СППР не зводяться до функціональних блоків. Службові програми, такі як транслятори, що редагують програми і т.п. зберігаються в БСП.

Крім того, деякі програми, що є об'єктними (описують функціонування ПАС), можуть міститися у ФОМ. Чисто інформаційними є ФС, ФН і БП.

Організацію всього процесу СППР здійснює ведучий блок (ВБ), що не вирішує ніяких функціональних завдань ПАС, але викликає функціональні блоки системи, за допомогою таблиці фундаментальної інформації, з якої він зчитує інформацію, що надходить до нього від функціональних блоків і в якій фіксує свої накази функціональним блокам. Блок хаускіппінга (БХ) за наказом адміністратора перед початком чергового сеансу роботи СППР «чистить» таблицю фундаментальної інформації та робоче поле. Для користувача і інших блоків СППР цей блок недоступний (у тому числі і для ВБ).

Ведення діалогу з користувачем здійснюють блоки діалогу (БД), управління фондом сценаріїв діалогу (УФС), протоколювання діалогу (БПД), використовуючи фонд елементарних сценаріїв діалогу (ФС) і банк протоколів (БП). В системі передбачені три форми діалогу: канцелярський (типу питання системи - відповідь користувача), призначений для ідентифікації користувача і його матеріалів в системі; формальний (типу наказ користувача - реакція системи), призначений для управління системою і формалізації (типу гнучке питання системи, що залежить від раніше отриманих відповідей, - відповідь користувача і його формалізація системою), призначений для отримання системою нових знань про ПАС. Сутність і можливості гнучкого формалізуючого діалогу здійснюються за допомогою інформації, накопиченої у ФС, шляхом компіляції питань з елементарних сценаріїв, що містяться там [15]. Ведення протоколу діалогу і його зберігання в банку протоколів (БП) потрібно для забезпечення можливості перерв у роботі користувача і можливості видачі документації після закінчення роботи з системою.

Блок управління бібліотекою службових програм і сама бібліотека (УБСП і БСП) необхідні для зберігання і використання службових програм, що не входять в число фундаментальних, таких як транслятор, редагування програми, програми еквівалентних перетворень колективів алгоритмів та ін. Ці програми виконуються після їх встановлення на робочому полі, здійсненої блоком виконання роботи (БВР). Результати роботи службових програм можуть або надходити назад у БСП,

або поступати в фонд об'єктних моделей (ФОМ), або видаватися блоком видачі таблиць і графіків (БВТГ).

Рішення задач ПАС за допомогою об'єктних моделей проводиться на робочому полі, куди самі об'єктні моделі з фонду об'єктних моделей на вимогу ВІР передаються блоком управління фондом об'єктних моделей (УФОМ). Необхідні для роботи моделей нормативи з фонду нормативів (ФН) переносяться на робоче поле блоком управління фондом нормативів (УФН). Результати моделювання видаються блоком БВТГ, або у випадках, коли вони є окремими кодами, - на дисплей через блок діалогу БД.

Робоче поле не є просто вільною частиною запам'ятовуючих пристроїв, а є змінним функціональним блоком системи програм СППР, яке саме як блок взаємодіє з ВБ. Блок виконання робіт (БВР), крім виклику на робоче поле службових програм і об'єктних моделей, здійснює планування робіт на робочому полі.

3.2. Об'єктно-орієнтована архітектура підтримки прийняття рішення

Концепції, що розробляються в рамках штучного інтелекту, виявляються конструктивними для СППР і дають змогу системі демонструвати інтелектуальні риси при виконанні на робочому місці функцій інтелектуального асистента, тим самим, забезпечуючи їй широке впровадження в багатьох областях людської діяльності. Введення в СППР бази знань дозволяє використовувати різні типи знань для вирішення слабоформалізованих задач. При цьому, на відміну від експертної системи, покликаної замінити фахівця в конкретній предметній області, інтелектуальна система підтримки прийняття рішень (ІСППР) призначена для надання допомоги при вирішенні слабо структурованих задач в ситуаціях, коли процес прийняття рішень не може бути повністю формалізований через необхідність врахування суб'єктивної думки кінцевого користувача.

Складність сучасних систем і організацій, яка досягає такого рівня, що централізоване управління в них стає неефективним, обумовлює особливу

актуальність функціонально розподілених (мультиагентних) інтелектуальних систем, що складаються з модулів, здатних незалежно вирішувати свої задачі і об'єднувати свої локальні можливості для вирішення загальної проблеми. Побудова таких систем можлива завдяки об'єктно-орієнтованому підходу, що є в даний час є одним з напрямків теоретичного і прикладного програмування, які найбільш інтенсивно розвиваються. Пропонуючи багатий вибір моделей, поєднуючи в собі процес об'єктної декомпозиції і прийоми представлення логічної, фізичної, статичної та динамічної моделей проектованої системи, він стає новим кроком до осмислення процесів декомпозиції задач, дозволяє значно підвищити якість і продуктивність розробки складного програмного забезпечення.

Об'єктивна складність вирішення задачі розробки і реалізації інтелектуальної об'єктно-орієнтованої системи підтримки прийняття рішень (ІООСППР), крім того, відсутність загальної методології побудови ІООСППР, вимагає розгляду об'єктної моделі представлення знань, колективне (розподілене) рішення задач, методики структурного синтезу та ін.

При розробці інтелектуальної об'єктно-орієнтованої системи підтримки прийняття рішень необхідно проаналізувати існуючі підходи до розробки інтелектуальних систем, заснованих на знаннях, вимоги, пропонувані до ІООСППР, як об'єктно-орієнтованої системи створення і підтримки баз знань. На основі аналізу інструментальних засобів розробки систем, заснованих на знаннях очевидно, ІООСППР, що розробляється повинна представляти собою предметно-орієнтовану інтелектуальну систему, реалізовану відповідно до об'єктно-орієнтованої парадигми.

Реалізована ІООСППР як багатокомпонентна відкрита для подальших модифікацій програмна система повинна легко інтегруватися з іншими інформаційними технологіями і бути інваріантною щодо предметної області.

Форма подання знань має суттєвий вплив на характеристики і властивості інтелектуальної системи і залежить від специфіки розв'язуваної задачі. В системі подання знань виділяють власне знання про домен і знання про те, як їх використовувати у процесі функціонування системи. Знання про домен

визначаються, як правило, в декларативній формі, в якості якої можуть бути використані числення предикатів, семантичні мережі. Семантика декларативного формалізму незалежна від способу використання знань і не вказує механізму їх обробки. Знання про обробку власне знань про ПО (метазнання) визначаються в термінах процесу виконання різних дій з використання декларативних знань, що описують предметну область. Адекватність моделі не може бути досягнута за допомогою тільки процедурного або тільки декларативного подання знань.

Об'єктна модель знань, основною конструктивною одиницею якої є клас, дозволяє представити предметну область найбільш природним чином, скорочуючи семантичний розрив між структурою розв'язуваної задачі і структурою програми, інтегруючи в рамках єдиного інформаційного масиву різноманітні дані і надаючи можливість створення імітаційних моделей різноманітних важко формалізованих предметних областей. Таким чином, розробка бази знань ІООСППР потребує вирішення ряду нових задач, до яких, крім задачі об'єктного представлення знань, відноситься розробка методики розв'язку слабоформалізованих задач з використанням інтелектуальних агентів. В результаті для подання предметних знань ІООСППР використовується об'єктно-реляційна модель, а для представлення метазнань об'єктно – продукційна модель, реалізовані відповідно до ідеї агентно-орієнтованого підходу, при якому знання зв'язуються і представляються у вигляді когнітивного і реактивних агентів.

База предметних знань ІООСППР може представлена як концептуальний рівень реляційної бази даних, описаний в термінах об'єктного підходу. Іntenсiональна частина бази даних містить інформацію, що характеризує семантику предметної області, екстенсiональна частина бази даних описує можливі стани агентів і їх взаємозв'язку. Кожен з реактивних агентів, асоційованих зі знаннями про предметну область, реалізується як клас, множина значень членів-даних якого зберігається в реляційній базі даних. Клас, об'єкти якого служать значеннями атрибута об'єктів іншого класу, є доменом цього атрибута.

До складу бази знань ІООСППР входить продукційна система загального вигляду, що є набором продукційних правил, кожне з яких при виникненні

відповідної події виконує деяку дію, яке, в свою чергу, призводить до виникнення події, що активізує інше правило. При врахуванні правил, поведінка може бути задана послідовністю дій, які не визначені завчасно. Це означає, що вона формується з врахуванням значень, які опрацьовуються у конкретний момент членами-даними класу і які сприймаються агентом повідомлень.

Хоча продукційна модель дозволяє представити не тільки процедурні, але й декларативні знання, сама форма продукцій зручна для задання саме процедурних знань. Підхід, орієнтований на продукції є доволі зручним при описі поведінки і дає можливість досить гнучко реагувати на поточну ситуацію. Продукційне правило може означати: у випадку, коли стан ситуації у деякому відносному значенні, наближений до істинного логічного значення, то реалізується подія, яка справедлива для правої частини продукції. Систему продукцій, яка визначає процес функціонування мультягента ІООСППР інкапсулює когнітивний агент, який містить відомості про найбільш перспективні об'єкти та стратегії. Об'єктно-орієнтована модель бази знань ІООСППР стає основою для перебудови бази знань у множину взаємодіючих агентів.

Таким чином, використовується архітектура, в якій на одному рівні взаємодіють кілька реактивних агентів, а координація їх функціонування підтримується спеціально виділеним когнітивним агентом. Наявність у когнітивного агента внутрішнього механізму цілеутворення є головною відмінністю його від реактивних агентів і забезпечує йому принципово новий рівень автономії. Реакція когнітивного агента на передане йому ознайомче повідомлення Z може залежати не тільки від самого повідомлення і поточного стану когнітивного агента, пов'язаного з поточною ситуацією, але і від того, який агент є ініціатором переданого йому повідомлення. Зміна стану координуючого агента означає зміну ситуації в цілому і призводить до формування керуючого повідомлення реактивному агенту.

Стратегія спільної роботи агентів ІООСППР полягає в тому, що на стратегічному рівні когнітивний агент формулює гіпотезу, а на тактичному рівні реактивні агенти проводять її покрокову верифікацію. Реалізація стратегії

зводиться до виконання правил, що утворюють систему продукцій когнітивного агента, яка визначає схему переходу з однієї ситуації в іншу, а також пов'язані з конкретною ситуацією об'єкти і їхні методи. Основними підсистемами ІООСППР є: мультиагент, що формує в процесі виконання задачі серію запитів до бази предметних знань; аналізатор запитів, що виявляє прагматику запиту користувача і запускає на виконання відповідну процедуру рішення задач або передає сформовані запити компонентам доступу до бази даних; діалогові компоненти, що забезпечують організацію дружнього інтерфейсу користувача як в режимі вирішення завдань, так і в режимі набуття знань; компоненти представлення даних, що здійснюють формування відповіді у зручному для користувача вигляді; база предметних знань, що включає реляційну базу даних та компоненти доступу до БЗ; компонент наповнення знань, автоматизує процес наповнення ІООСППР знаннями і проводить їх аналіз на несуперечність з іншими фактами, що зберігаються в базі знань, а також компонент модифікації знань, який частково реалізує процес самонавчання системи (рис.3.2).

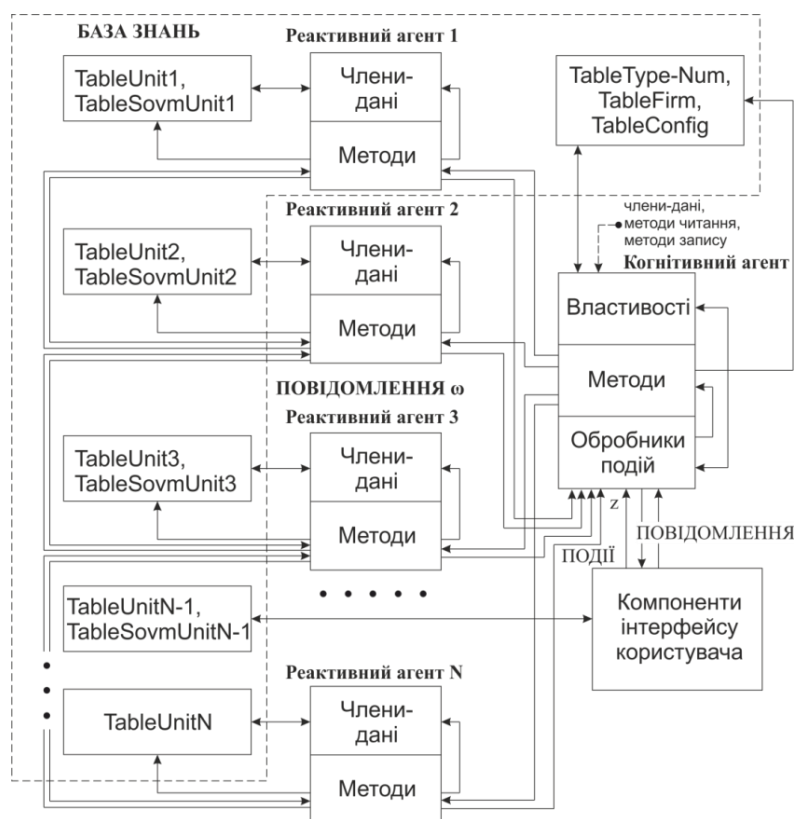


Рис. 3.2. Структура мультиагента ІООСППР

Синтез інтелектуального мультиагента ІООСППР зводиться до визначення агентів, які беруть участь у вирішенні задачі, визначенню їх обов'язків і відповідних знань; розділення знань про домен на кілька незалежних спеціалізованих джерел асоційованих з реактивними агентами; побудова сценарію взаємодії агентів; виділення класів інформаційних повідомлень, в результаті яких когнітивний агент на основі цілеспрямованих проблемно-орієнтованих міркувань планує дії і генерує керуючі повідомлення; побудова діаграм взаємодій і діаграм станів та переходів, реалізації мультиагента в керованому подіями об'єктно-орієнтованому середовищі.

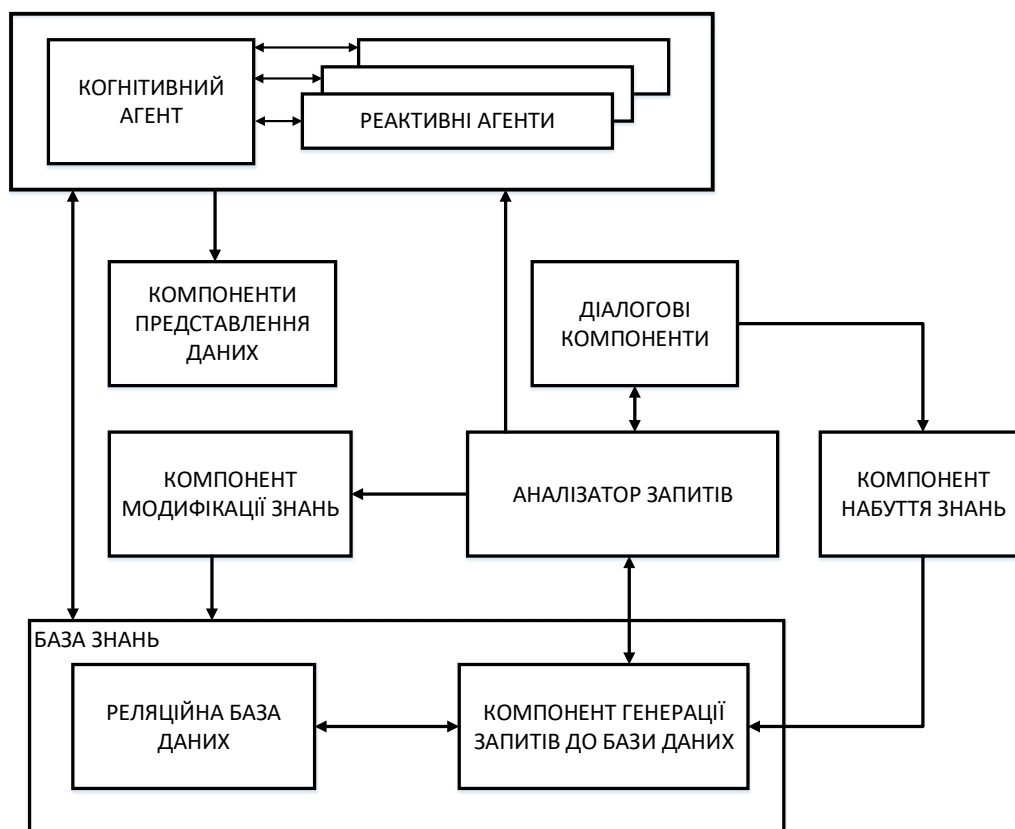


Рис. 3.3. Структура інтелектуальної об'єктно-орієнтованої системи підтримки прийняття рішень

Діаграма станів і переходів дозволяє представити простір станів когнітивного агента, події, які тягнуть за собою перехід мвж станами і дії, які відбуваються при зміні ситуації.

Набір тісно взаємодіючих між собою класів диктує загальну структуру ІООСППР, в якій відбувається поділ функціональності між різними компонентами, і їх взаємодію між собою. Оскільки система управління базою знань не моделює предметну область, а лише визначає формалізм представлення знань і механізм їх обробки, окремі компоненти цієї структури (зокрема, проблемно-орієнтований агент) можуть бути використані при розробці інтелектуальних СППР для різних предметних областей, заснованих на подійній моделі опису інформаційних задач і об'єктно-орієнтованому поданні знань про домен.

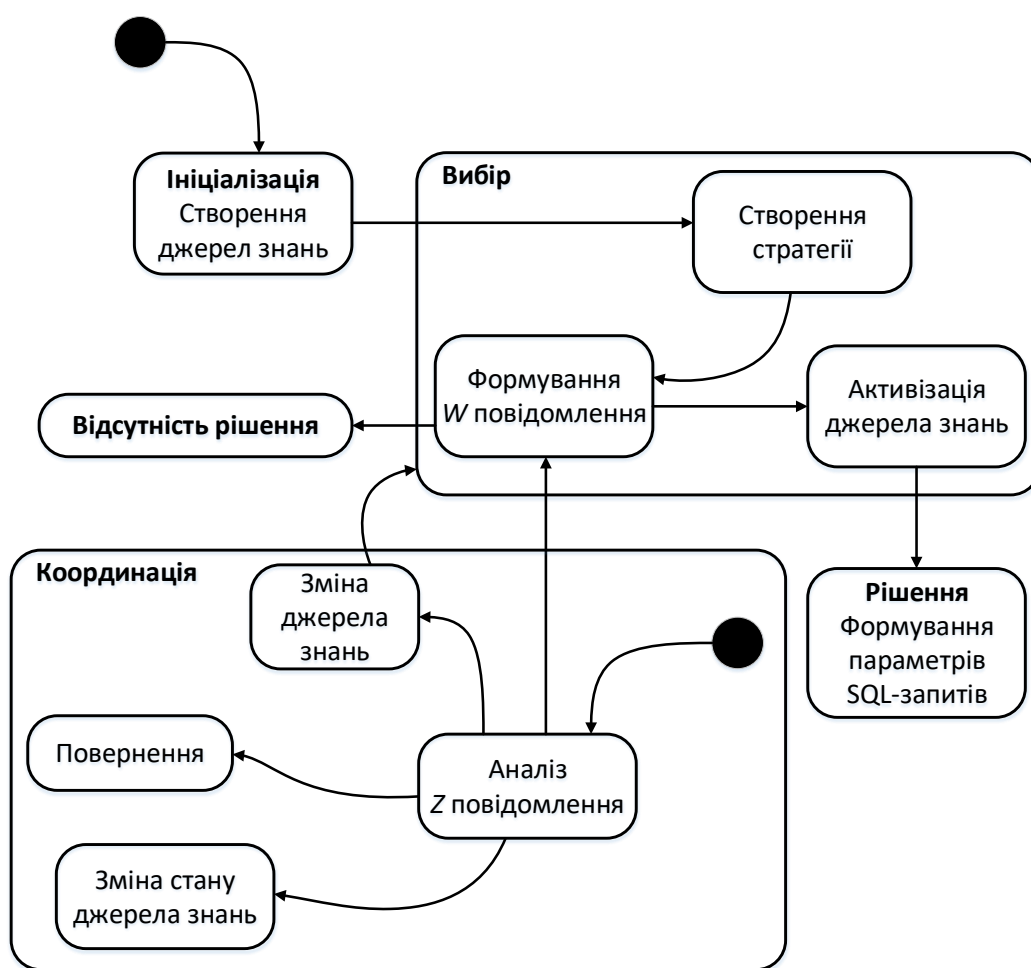


Рис. 3.4. Діаграми взаємодії, станів і переходів.

Для зручності візуалізації основних понять вводяться такі: простір проблем і простір рішень, які показані на рис. 3.5.

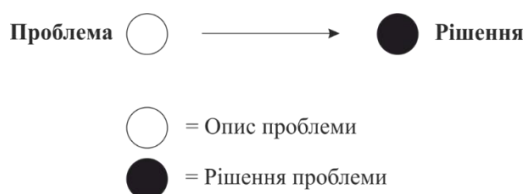


Рис.3.5. Визначення прецеденту

Опис нової проблеми проводиться в просторі проблем; в ньому знаходиться прецедент найбільш близький за описом до розв'язуваної проблеми і вибирається відповідне рішення. При необхідності запускається в дію процес адаптації і створюється нове рішення, яке потім зберігається в просторі рішень.

Метод, на основі якого буде формуватись визначення міри подібності прецедентів, встановлюється розробниками у процесі реалізації CBR-системи. На практиці найбільш ефективним і часто застосовуваним методом є метод найближчих сусідів. Суть даного методу полягає у такому способі визначення міри подібності значень при якому встановлюються прецеденти атрибутів.

Для вибору самої моделі представлення використовуються відомі методології опису проектної інформації, такі як модель сутність-зв'язок, об'єкт-відношення, концептуальні моделі і т. д. Алгоритм СППР при оптимізації мереж передачі даних у комп'ютерних системах показано на рис. 3.6.

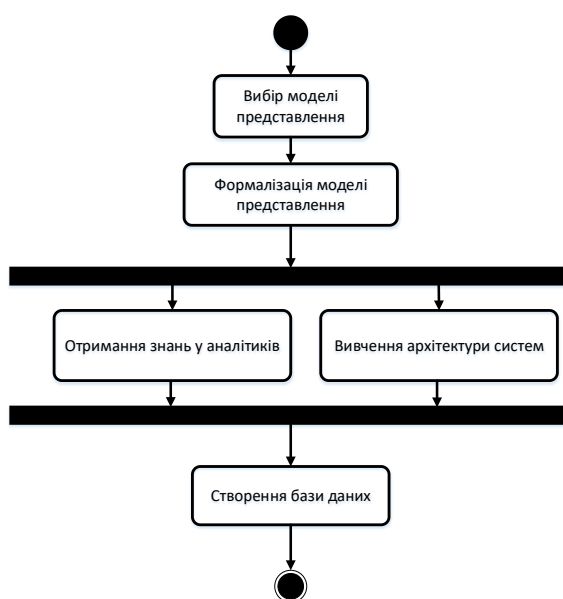


Рис.3.6. Створення бази даних програмних проектів

СВР системи досить добре підходять для представлення знань в тих предметних областях, в яких знання важко висловити у вигляді набору продукційних правил або інших систем їх подання. Їх використання виправдане в наступних випадках:

1. Експерт добре знає, як представити прецедент.
2. Експерт може порівняти опис поточної проблеми і схожої проблеми, розв'язаної раніше.
3. Експерт може здійснити адаптацію запропонованого рішення проблеми.
4. Прецеденти просто добути з різномірних джерел даних.
5. Порівняння прецедентів і процес адаптації відбуваються досить ефективно.
6. Предметна область може мати або не мати строгу модель представлення.
7. Прецеденти використовуються для навчання фахівців.
8. СВР – технологія підходить для формалізованого подання проектної інформації.
9. Модель програмної системи описується у вигляді набору концептів і відношень між ними.

У кваліфікаційній роботі для формалізації проектної інформації будуть використовуватися концептуальні моделі, що представляють собою набір інформаційних об'єктів і відношень між ними. Концептуальні моделі будуються розробником КС або на основі вивчення існуючих комп'ютерних систем, або шляхом отримання знань експертів. СВР цикл для пошуку адекватних концептуальних моделей буде мати такий вигляд, як показано на рис.3.7.

Використання даного підходу в поєднанні з використанням засобів проектування ІС дозволить використовувати представлені у вигляді набору прецедентів концептуальні моделі систем для підвищення ефективності роботи проектувальника. При вивченні деякої предметної області достатньо буде виділити найбільш суттєві поняття і взаємозв'язки між ними, які абсолютно чи частково будуть виступати як основні об'єкти, що задають основу для пошуку ІВ в репозиторії.

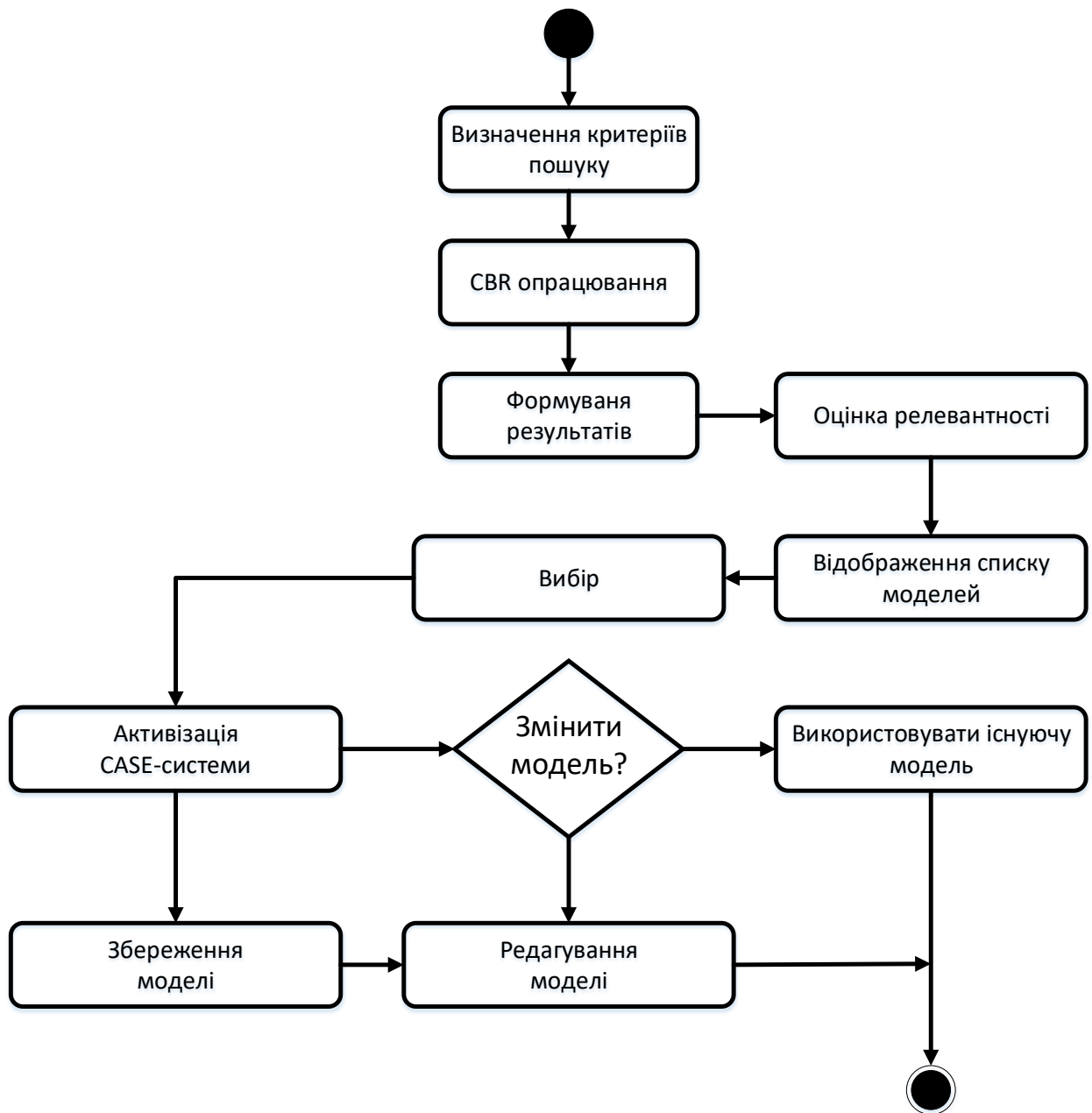


Рис.3.7. Реалізація CBR циклу для вибору концептуальних моделей

Спосіб представлення інформації у вигляді концептів і відношень між ними є досить поширеним в програмній індустрії і на його основі побудовані всі відомі нотації, що використовуються CASE- засобами.

Тепер необхідно формалізувати даний підхід до пошуку адекватної інформаційної моделі з застосуванням автоматизованих систем прийняття рішень.

3.3. Структура системи підтримки прийняття рішень щодо оптимізації критеріїв мереж передачі даних у комп'ютерних системах

Перш ніж почати роботу з автоматизованою системою, проектувальник мереж передачі даних у комп'ютерних системах повинен уточнити приблизний набір вимог до інформаційної (концептуальної) моделі предметної області, що виражається у вигляді списку умов (обмежень). Кожній умові проектувальник повинен приписати ваговий коефіцієнт, тобто у вигляді числа виразити значущість даної умови для прийняття рішення.

Тепер необхідно представити архітектуру СППР проектувальника (системного архітектора) комп'ютерних систем, що складається з набору взаємодіючих між собою, як показано на рис. 3.8, функціональних модулів.

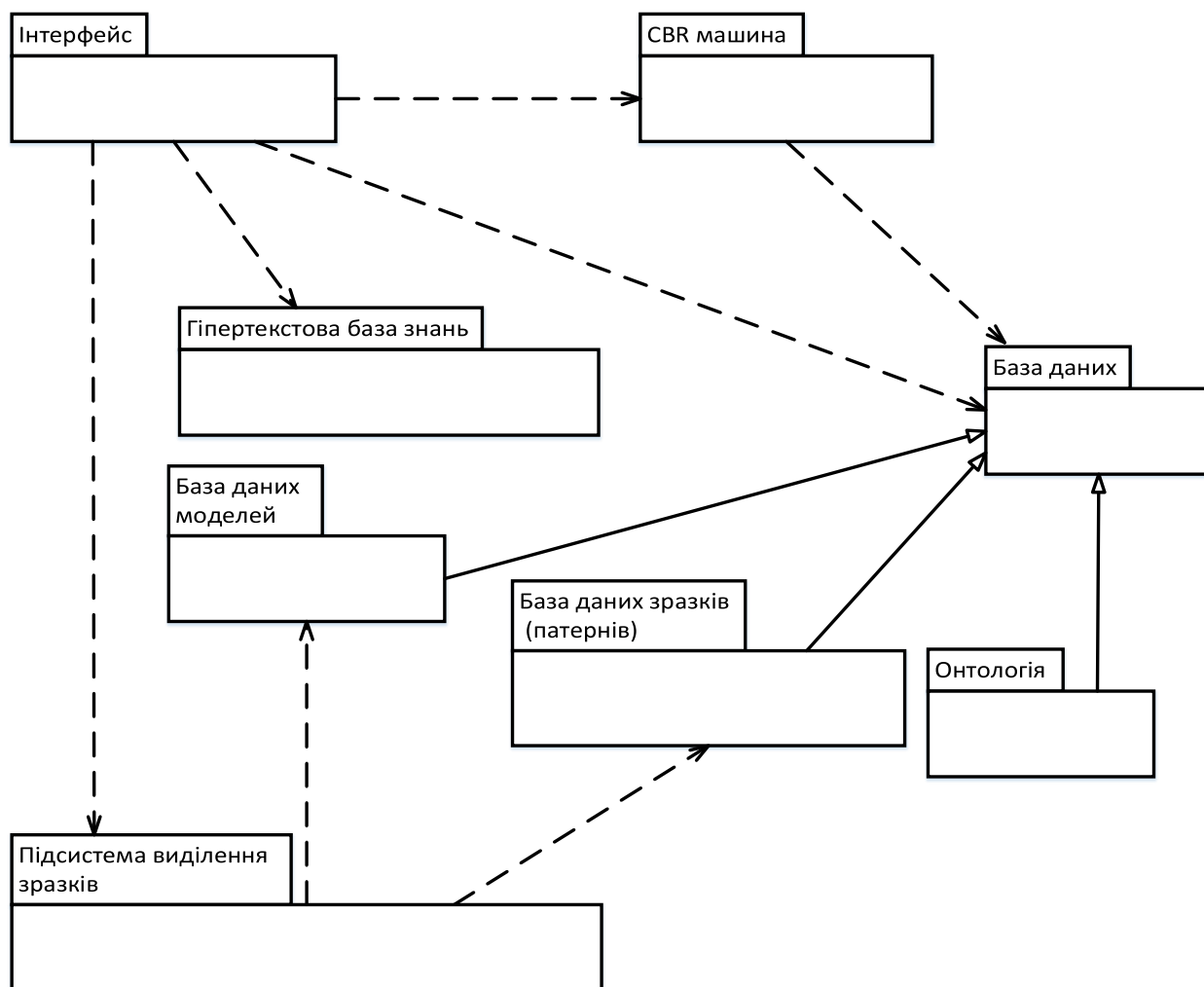


Рис. 3.8. Архітектура СППР

Оскільки вибір архітектури для реалізації СППР впливає на її продуктивність і надійність, то нижче буде детально представлено призначення кожного функціонального модуля і його можлива реалізація на основі наявних інформаційних ресурсів.

Основу архітектури СППР складають шість функціональних модулів: Інтерфейс, CBR-машина, Гіпертекстова база знань, База даних інформаційних моделей, База даних зразків проектування, Онтологія. Модуль База даних є предком модулів, пов'язаних із зберіганням метаданих.

– Інтерфейс забезпечує взаємодію користувача з іншими елементами СППР на основі графічного інтерфейсу користувача GUI (Graphic User Interface).

– Гіпертекстова база знань представляє собою інформаційний ресурс системи у вигляді набору гіпертекстових сторінок, що містять необхідну для системного архітектора комп'ютерних систем, довідкову інформацію про основні елементи та принципи роботи СППР.

– CBR - машина є основним обчислювальним елементом в архітектурі СППР. Взаємодіючи з базою даних моделей КС, вона на основі алгоритму, що визначає міру подібності різних моделей на основі заданих в умові пошуку критеріїв, вибирає з бази даних ті з них, які найкращим чином задовольняють потреби проектувальника.

– База даних моделей містить необхідну інформацію про всі збережені в ній об'єкти інформаційних систем, такі як опис предметної області, таблиці, запити, відношення, атрибути і т.д.

– База даних зразків включає в себе стереотипні шаблони проектування, які найчастіше зустрічаються в розробці комп'ютерних систем і складаються з набору зв'язаних елементів, призначені для вирішення певних задач проектування.

– Онтологія це спеціалізована база даних, що складається з найменування концептів, відношень, синонімів, що описують цілий ряд предметних областей, підтримуваних СППР проектувальника.

– Підсистема виділення зразків проектування дозволяє виявляти в даних деякі стереотипні набори об'єктів і відношень між ними, які характерні для ряду предметних областей.

Для реалізації CBR-машини доцільно використовувати такі мови програмування як C ++ або Java.

Мову програмування Java можна використовувати для розробки СППР, що функціонує в середовищі Internet для підтримки та координації віддаленої роботи проектувальників. Перевагою ОО мов програмування є те, що вони дозволяють істотно спростити процес розробки великих програмних систем за рахунок таких властивостей як інкапсуляція, наслідування і поліморфізм. Програма будується в вигляді набору взаємодіючих один з одним класів, які містять атрибути і методи та інкапсульовані певні проектні рішення.

Як стверджують психологи, людина може одночасно працювати з 7 ± 2 об'єктами, що накладає обмеження на його здатності виділяти складні зразки проектування. Альтернативним способом виділення зразків проектування може стати розробка спеціалізованих програм. Маючи в розпорядженні репозиторій метаданих інформаційних моделей, програма могла б, аналізуючи відповідну базу даних, автоматично виділяти найбільш часто використовувані шаблони взаємодіючих об'єктів і надавати їх проектувальнику для подальшої оцінки їх релевантності.

Нейронна мережа, що реалізує алгоритм навчання без учителя і виконує кластеризацію зразків, називається самоорганізуючою картою ознак. Самоорганізована карта ознак (мережа SOFM) має кількість вхідних елементів, що дорівнює кількості ознак зразків даних. Кількість нейронів вихідного шару дорівнює кількості передбачуваних груп даних. Нейрони вихідного шару ще називають кластерними елементами (рис. 3.9).

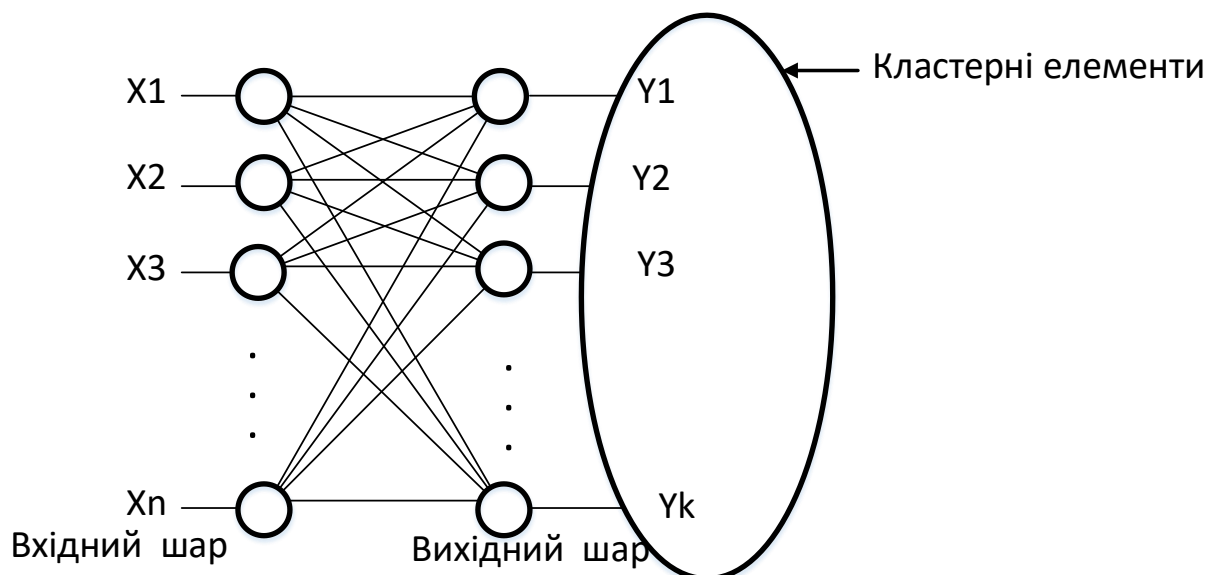


Рис. 3.9. Самоорганізована карта ознак

Мережа Кохонена є повнозв'язною, оскільки кожен елемент вхідного шару з'єднаний з кожним елементом вихідного шару за допомогою зважених зв'язків. Перед початком навчання мережі всім ваговим векторам присвоюються довільні початкові значення з певного інтервалу, наприклад $[-0,8, +0,8]$. Під час навчання мережі відбувається налаштування вагових значень всіх кластерних елементів таким чином, щоб навчена мережа могла правильно класифікувати будь-який представлений їй зразок.

Після навчання мережі за відповідним алгоритмом, розглядаються вагові вектори кластерних елементів і для кожного вектора вибираються ті його компоненти, які вносять найбільший вклад в активізацію відповідного кластера. Ці компоненти будуть представляти концепти і відношення, що є можливими зразками проектування.

Можливим орієнтиром правильної класифікації концептів і їхніх відношень буде служити виділення мережею заздалегідь відомих зразків проектування. Чим більша кількість інформаційних моделей буде представлена у процесі навчання мережі, тим більше ймовірно буде виявлених мережею нових зразків. Розмір вектора навчання можна поступово збільшувати, рухаючись вниз по ієрархії концептів і збільшуючи кількість сутностей інформаційних моделей. Це призведе

до того, що мережа буде виділяти більш складні в концептуальному плані зразки, що містять більшу кількість елементів і відношень між ними.

В процесі роботи користувач СППР може вибирати з дерева концептів відповідні сутності і переносити їх в цільовий список, на основі якого буде формуватися нейронна мережа, що виділяє зразки проектування. Можна також задатися метою визначити, чи можливе виділення якого-небудь зразка проектування при використанні заданого набору концептуальних сутностей.

Тепер розглянемо питання представлення нейромережі у вигляді відповідного набору об'єктів і відношень між ними. Так як нейронна мережа включає в себе набір деякої кількості шарів формальних нейронів, то інформаційну модель нейромережі можна представити як відношення між класами Нейромережа, Шар і Нейрон. В цьому випадку об'єкт класу Нейромережа буде пов'язаний з деякою кількістю об'єктів класу Шар, кожен з яких, в свою чергу, буде агрегувати множину об'єктів, що належать класу Нейрон. Оскільки існує різна кількість нейромережових архітектур, то повинні існувати різновиди класу Нейромережа, такі як Персептрон, Мережа Кохонена, Мережа Хопфілда і т.д., які будуть наслідувати основні елементи свого базового класу. Навчання нейромережі відбуватимуться із застосуванням навчальних даних, що зберігаються в базі даних, отже, клас Нейромережа залежатиме від них і пов'язаних з базою відношеннями залежності. Інформаційна модель найпростішої нейронної мережі буде мати вигляд, представлений на рис.3.8.

Існує багато різних типів нейронних мереж, але всі вони володіють набором загальних характеристик, які можна представити за допомогою наступних абстракцій:

- множина простих процесорів;
- структура зв'язків;
- правило поширення сигналів в мережі;
- правило комбінування вхідних сигналів;
- правило обчислення сигналів активності;

– правило навчання, коригуючого зв'язку.

Класи, які реалізують структуру нейронної мережі наведені на рис. 3.10.

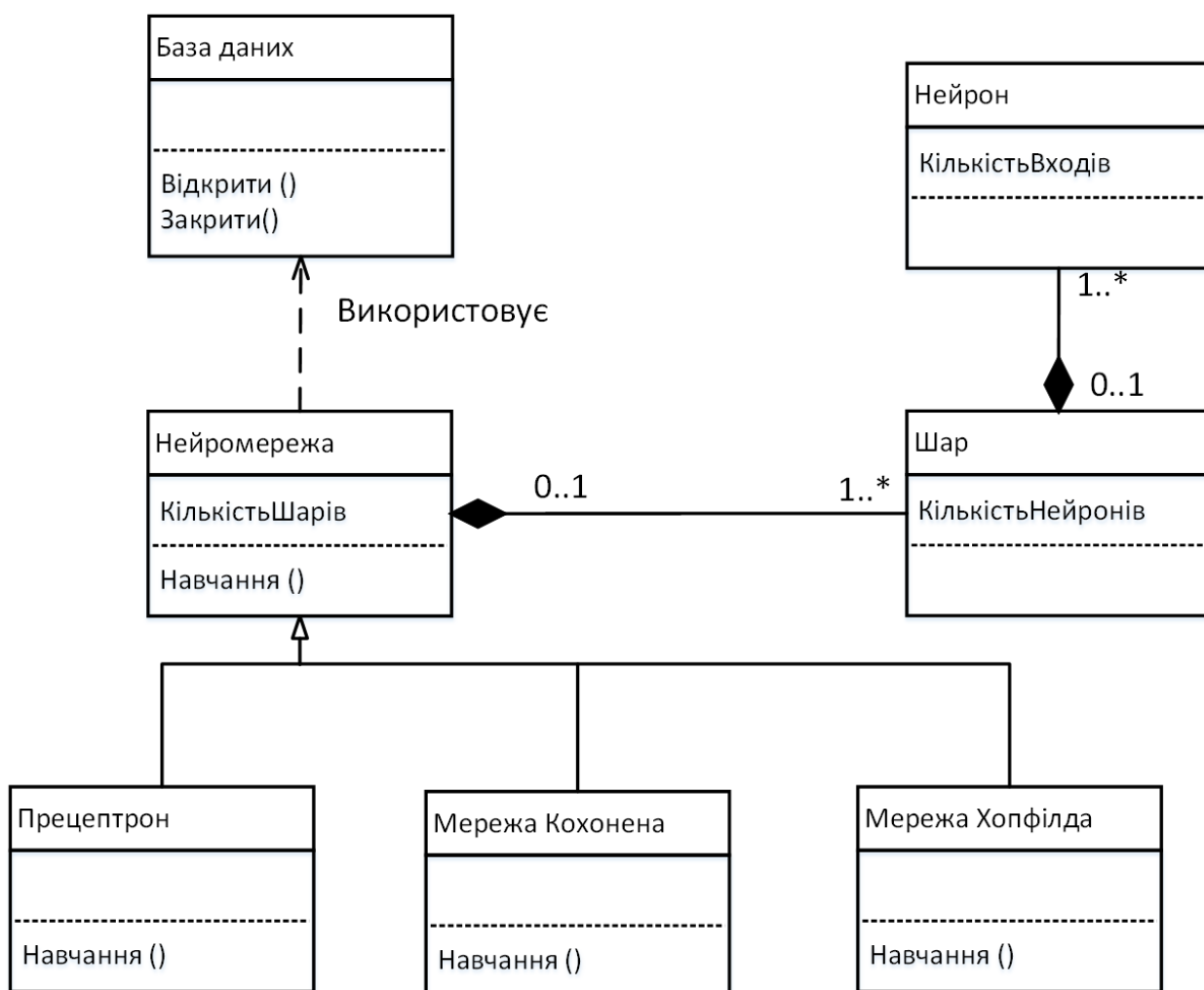


Рис. 3.10. Інформаційна модель нейронної мережі

Хоча нейронні мережі можуть бути реалізовані у вигляді швидких апаратних пристроїв, більшість досліджень виконується з використанням програмного моделювання на звичайних комп'ютерах.

3.4. Висновки до розділу

1. Спроектовано схему функціональних можливостей засобу автоматизації підтримки прийняття рішень на основі модулів інтелектуального аналізу даних, що дало змогу автоматизувати виявлення повторюваних рішень при виборі кращих альтернатив і параметрів мереж передачі даних .

2. Побудовано архітектуру об'єктно-орієнтованого засобу підтримки експертних рішень до складу якої входять структура модулів і мультиагент для формування результатів роботи когнітивної складової, що дає змогу забезпечити адаптивність обчислення пріоритетів параметрів мереж передачі даних в умовах переходу від однієї ситуації до іншої.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці

У кваліфікаційній роботі магістра розроблено метод оптимізації мереж передачі даних у комп'ютерних системах. Оскільки, моделювання комп'ютерних мереж проводиться за допомогою ПК, то важливим аспектом роботи користувача є його безпека. У зв'язку з цим, необхідно проаналізувати і врахувати вимоги і норми охорони праці, а також правила техніки безпеки при використанні електронно-обчислювальних засобів і периферійних пристроїв.

На сьогодні основним нормативним документом, який визначає і регламентує норми і правила експлуатації електронно-обчислювальної техніки є НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями» [26]. Правила встановлюють вимоги безпеки до обладнання робочих місць операторів ЕОМ.

НПАОП 0.00-7.15-18 є обов'язковим для виконання роботодавцями, операторами електронно-обчислювальних машин, операторами комп'ютерного набору, операторами комп'ютерної верстки та працівників інших професій, які у своїй роботі застосовують ЕОМ з ВДТ і ПП [26].

Згідно НПАОП 0.00-7.15-18 електронно-обчислювальні засоби повинні відповідати вимогам чинних в Україні стандартів і пройти державну санітарно-епідеміологічну експертизу у Порядку проведення державної санітарно-епідеміологічної експертизи.

З метою забезпечення електробезпеки користувачів ПК при використанні системи підтримки прийняття рішень щодо оптимізації мереж передачі даних необхідно, щоб комп'ютери і периферійні пристрої відповідали І-му класу захисту, або були заземленими відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.32-01. Неприпустимим є використання клем функціонального заземлення для підключення захисного заземлення [27].

При організації робочих місць користувачів розробленої системи, необхідно забезпечити дотримання вимог щодо їх розташування, зокрема відстань робочого місця від стіни повинна складати 1 м, а відстань між робочими місцями повинна становити 1,7 м. Площа, яка виділяється на одне робоче місце, обладнане ПК становить $\geq 6.0 \text{ м}^2$, а об'єм – $\geq 20 \text{ м}^3$ [26].

При виборі кімнат для розміщення робочих місць ПК враховано ступінь відбиття світла на екранах дисплеїв, яке проходить через вікна і яке може викликати значне осліплення в тих, хто сидить перед ними, особливо влітку та в сонячні дні. Тому, ПК і оргтехніка розміщені біля стін, які не знаходяться біля вікон або навпроти них [26].

Оскільки, при незадовільному освітленні знижується продуктивність праці користувачів ПК, і можливі негативні впливи на здоров'я такі, як короткозорість, швидка втомленість, тому всі приміщення, які облаштовані робочими місцями з ПК, мають природне і штучне освітлення. Не допускається розташування робочих місць з ПК в підвальних приміщеннях [26].

Робочі місця з ПК при виконанні творчої роботи, яка потребує значної розумової концентрації, зокрема при проектуванні системи оптимізації мереж передачі даних, ізолювано одне від одного перегородкою висотою 1,6 м [26]. Поверхня підлоги у приміщеннях повинна бути оздоблена керамічною плиткою і бути рівною та зручною для очищення та вологого прибирання.

Штучне освітлення у приміщеннях повинно бути виконано у вигляді комбінованої системи освітлення з використанням люмінесцентних джерел світла у світильниках загального освітлення, які розташовувати над робочими поверхнями у рівномірно-прямокутному порядку. Штучне освітлення забезпечує на робочих місцях з ПК освітленість 300 – 500 Лк [26].

Для запобігання засвітленню екранів ПК прямими світловими потоками лінії світильників розташовані з достатнім бічним зміщенням відносно рядів робочих місць, а також паралельно до світлових отворів. При цьому кожне вікно повинно мати світлорозсіюючі штори з коефіцієнтом відбивання 0,7 [26].

У приміщенні також необхідно забезпечити і природне освітлення, при цьому

на кожному вікні закріплені жалюзі з вертикальними ламелями, що регулюються для зменшення прямого попадання сонячного світла на екран комп'ютерів.

З метою запобігання нещасним випадкам та організації охорони праці на виробництві розробляються інструкції з охорони праці і техніки безпеки при використанні комп'ютерної техніки. Дія інструкції поширюється на всі структурні підрозділи установи [27].

До роботи на ПК допускаються особи, які пройшли спеціальне навчання, медичне обстеження, вступний інструктаж з охорони праці, інструктаж на робочому місці та інструктаж з пожежної безпеки [27].

З ергономічної точки зору, при розташуванні елементів робочого місця враховано наступні фактори [26]:

- простір для розміщення користувача;
- можливість огляду елементів робочого місця;
- можливість огляду простору за межами робочого місця;
- можливість робити записи, розміщення документації і матеріалів, які використовує користувач.

При дослідженні та експлуатації системи підтримки прийняття рішень при оптимізації мереж передачі даних проаналізовано та враховано необхідні вимоги охорони праці і правила техніки безпеки, що дозволило забезпечити зручні умови для ефективної роботи користувачів комп'ютерів.

4.2. Забезпечення безпеки життєдіяльності при роботі з ПК

Безпека життєдіяльності при роботі з ПК передбачає виконання ряду вимог щодо захисту людини від негативного впливу компонентів комп'ютерної техніки і містить вимоги з електробезпеки, ергономічних вимог, пожежної безпеки та інших.

Заходи щодо усунення небезпеки ураження електричним струмом зводяться до правильного розміщення устаткування та електричних кабелів. Інші заходи щодо забезпечення електробезпеки, збігаються з загальними заходами пожежо- та електробезпеки [28].

В якості профілактичних заходів для забезпечення пожежної безпеки слід використовувати скриту електромережу, надійні розетки з пожежобезпечних матеріалів, силові мережі живлення устаткування виконувати кабелями, розрахованими на підключення в 3-5 разів більшого навантаження, включати й виключати живлення обладнання за допомогою штатних вимикачів [28]. Треба регулярно робити очистку внутрішніх частин комп'ютерів, іншого устаткування від пилу, розташовувати комп'ютери на окремих неспалюваних столах. Для запобігання іскріння необхідно рідше встромляти і виймати штепсельні вилки з розеток [28].

Екран дисплея повинен бути розташованим перпендикулярно до напрямку погляду. Якщо він розташований під кутом, то стає причиною сутулості. Відстань від дисплея до очей повинна трохи перевищувати звичну відстань між книгою та очима. Перед екраном монітора, особливо старих типів, повинен бути спеціальний захисний екран. При його відсутності треба сидіти на відстані витягнутої руки від монітора. Ще одним моментом, який стосується зору, є необхідність створення неоднорідного поля зору [28].

Важливою є форма спинки крісла, яка повинна повторювати форму спини. Висота крісла повинна бути такою, щоб користувач не почував тиску на куприк або стегна. Крісло бажано обладнати бильцями. Його потрібно встановити так, щоб не треба було тягтися до клавіатури. Періодично користувачу необхідно рухатися, вчасно змінювати положення тіла і робити перерви у роботі [28].

При напруженій роботі за комп'ютером щогодини необхідно робити перерву на 15 хвилин через кожну годину і треба займатися іншою справою. Декілька разів на годину бажано виконувати серію легких вправ для розслаблення.

Наслідками регулярної роботи з комп'ютером без застосування захисних засобів можуть бути: захворювання органів зору (60% користувачів); хвороби серцево-судинної системи (20%); захворювання шлунково-кишкового тракту (10%); шкірні захворювання (5%); різноманітні пухлини.

Режим праці та відпочинку при роботі з персональною електронно-обчислювальною машиною (ПЕОМ) залежить від категорії трудової діяльності. Всі

роботи з ПЕОМ ділять на три категорії. Перша - епізодичне зчитування і робота з інформацією не більше 2-х годин за 8-годинну робочу зміну. Друга - зчитування інформації або творча робота не більше 4-х годин за восьми годинну зміну. Третя - зчитування інформації або творча робота тривалістю більше 4-х годин за зміну [28].

Якщо у приміщенні експлуатується більше одного комп'ютера, то треба врахувати, що на одного користувача можуть впливати випромінювання від інших, в першу чергу бокових, а також і задньої стінки сусіднього дисплея. Тому необхідний захист спеціальними фільтрами і щоб користувач розміщався від бічних і задніх стінок інших дисплеїв на відстані не ближче одного метра [28].

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) роботу з персональним комп'ютером віднесла до небезпечних, бо їй притаманний фактор постійно діючого стресу. Через це небезпечі піддаються всі життєво важливі органи людини, з'являється ризик виникнення серйозних хвороб [28].

Електромагнітні поля комп'ютерної техніки, особливо низькочастотні, негативно впливають на людину і в першу чергу на її центральну нервову систему, викликаючи головний біль, запаморочення, нудоту, депресію, безсоння, відсутність апетиту, виникнення синдрому стресу. Причому нервова система реагує навіть на короткі за тривалістю впливи слабких полів: змінюється гормональний стан організму, порушуються біоструми мозку. Це призводить до погіршення зору, ускладненню серцево-судинних захворювань і зниження імунітету.

Характерною рисою професії оператора ПК є статичний режим роботи: великий обсяг праці треба виконувати в сидячому положенні. При цьому більшість груп м'язів постійно напружені, що призводить до швидкої стомлюваності, сприяє розвитку фахових патологічних вигинів хребта: грудному гіперкифозу, сплюсненню шийного лордозу і формуванню сколіозів [28].

Неправильне розташування дисплеїв по висоті - занадто низьке або високе, під неправильним кутом - є головною причиною появи сутулості. Занадто високе розташування дисплея призводить до тривалої напруги шийного відділу хребта,

що, зрештою, може призвести до розвитку остеохондрозу. Ненормальний стан хребта може стати причиною захворювання всього організму [28].

Отже, щоб запобігти негативним впливам необхідно знати небезпечні сторони комп'ютерної техніки і правила безпечної роботи з ними, вміти використовувати засоби запобігання небезпекам. Негативні фактори перед усім пов'язані із загально відомими небезпечними чинниками – ураження електричним струмом, пожежонебезпечністю, шумом та вібрацією.

ВИСНОВКИ

Основні наукові та практичні результати полягають в наступному.

1. Проаналізовано топології комп'ютерних мереж при побудові комп'ютерних систем, що дало змогу встановити доцільність та ефективність використання кожної з них в залежності від типу комп'ютерної системи і задач, виконання яких вона повинна забезпечувати.

2. Проведено аналіз середовищ передачі даних у мережах комп'ютерних систем, що дало змогу сформувавши та оцінити множину альтернативних рішень щодо їхнього застосування з врахуванням виду системи та критеріїв, які необхідно оптимізувати.

3. Узагальнено принципи і підходи до проектування комп'ютерних систем і виявлено множину факторів, які впливають на ефективність та продуктивність мереж передачі даних, що дало змогу сформувавши сукупність альтернатив, оптимізацію яких доцільно проводити.

4. Проаналізовано та обґрунтовано для застосування в процесі оптимізації мереж передачі даних методи аналізу ієрархій, які забезпечують можливість вибору альтернативних рішень на основі визначених критеріїв і є адаптивними за наявності різної кількості характеристик, що дало змогу забезпечити ефективність і точність результатів експертного оцінювання.

5. Обґрунтовано метод попарного порівняння динамічних переваг експертів і метод попарного порівняння динамічних переваг з поліпшенням узгодженості введеної експертами інформації для визначення пріоритетів характеристик комп'ютерних систем, що дало змогу забезпечити повноту відображення характеристик на різних етапах життєвого циклу.

6. Запропоновано алгоритм формування пріоритетів альтернатив на основі аналізу параметрів мереж передачі даних у комп'ютерних системах, представлених у вигляді ієрархії, що дає змогу застосовувати послідовну процедуру визначення векторів пріоритету властивостей, опрацювання матриць парних порівнянь і визначення кращих альтернатив на найвищому рівні.

7. Запропоновано процедуру обчислення значень векторів пріоритетів параметрів мереж передачі даних у випадку, коли до складу ієрархічної структури входить лише один рівень властивостей з різною кількістю параметрів мереж передачі даних, які маю відношення до кожної з властивостей.

8. Розвинуто метод попарного порівняння переваг, який заснований на принципах алгоритму обчислення динамічності пріоритетів з можливістю їх прогнозування за допомогою МАІ, що дало змогу кількісно врахувати пріоритет параметрів мереж передачі даних на різних стадіях проектування комп'ютерних систем.

9. Спроектовано схему функціональних можливостей засобу автоматизації підтримки прийняття рішень на основі модулів інтелектуального аналізу даних, що дало змогу автоматизувати виявлення повторюваних рішень при виборі кращих альтернатив і параметрів мереж передачі даних .

10. Побудовано архітектуру об'єктно-орієнтованого засобу підтримки експертних рішень до складу якої входять структура модулів і мультиагент для формування результатів роботи когнітивної складової, що дає змогу забезпечити адаптивність обчислення пріоритетів параметрів мереж передачі даних в умовах переходу від однієї ситуації до іншої.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Архипенков С. Я. Аналитические системы на базе Oracle Express OLAP К. : ДИАЛОГ-МИФИ. 2019. 320 с.
2. Берсуцкий Я. Г. Модели и алгоритмы принятия управленческих решений Донецк : ИЭП НАНУ 2008. 307 с .
3. Бочарников В. Fuzzy- технология : Математические основы. Практика моделирования в экономике К. : Наука 2011. 328 с.
4. Василенко В. А. Теорія і практика розробки управлінських рішень К. : ЦНЛ 2012. 420 с.
5. Волошин, О. Ф. Моделі та методи прийняття рішень : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. 2-ге вид., перероб. та допов. К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2017. – 336 с.
6. Гаврилова Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем . Київ. 2011. 384 с.
7. Галузинський Г. П. Сучасні технологічні засоби обробки інформації: навч. посіб К. : КНЕУ 2018. 224 с.
8. Гарасимчук О.І. Комплексні системи санкціонованого доступу: навч. посіб. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. 212 с.
9. Глибовець М. М. Штучний інтелект: підручник К. : КМ Академія 2002. 366 с
10. Дюк В. А. Data Mining – интеллектуальный анализ данных/ URL: <http://www.olar.com/basic/dm2.asp> (дата звернення 10.12.2022 р.)
11. Катренко А.В. Системний аналіз об'єктів та процесів комп'ютеризації Львів : Новий Світ-2000. 2013. 424 с.
12. Киселев М. Средства добычи знаний в бизнесе и финансах . Открытые системы. 2007. No 4.
13. Колпаков В. М. Теория и практика принятия управленческих решений: учеб. пособие. К. : МАУП 2004. – 504 с.

14. Компьютеризация информационных процессов на промышленных предприятиях. К. : Техника; Катовице: Экономическая академия им. Карола Адамецкого, 2011. 216 с.

15. Локазюк В. М. Засади систем підтримки прийняття рішень на основі комп'ютерних систем та їх компонентів : Навч. посібник для вузів Хмельницький: ПП Гонта А.С., 2010. 337 с.

16. Пушкар О. І. Системи підтримки прийняття рішень: навч. Харків : Инжек 2006. 304 с.

17. Ситник В. Ф. Системи підтримки прийняття рішень К. : КНЕУ 2013. 345 с.

18. Спирли Э. Корпоративные хранилища данных. Планирование ра - зработка реализация [Текст] / Э. Спирли ; пер. с англ. – М. : Вильямс 2001. – Том. 1. – 400 с.

19. Яцишин В.В., Кобець Т.В. Технологія Mesh в комп'ютерних системах передачі даних. Матеріали X науково-технічної конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (8-9 грудня 2022 року). Тернопіль: ТНТУ. 2022. С. 69.

20. Яцишин В.В., Кобець Т.В. Методи вибору оптимальних компонентів комп'ютерних систем на основі аналізу ієрархії. Матеріали X науково-технічної конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (8-9 грудня 2022 року). Тернопіль: ТНТУ. 2022. С. 70.

21. Dawes R.M. The robust beauty of improper linear models in decision making- In: D. Kahneman, P. Slovic, A. Tversky (Eds), "Judgment under uncertainty: Heuristics and biases", Cambridge Univ., Press, 1999.

22. Functional safety of electrical, electronic and programmable electronic safety related systems/ International Electrotechnical Commission, IEC 61508. Parts 1 to 7 – Geneva, Switzerland. 2015.

23. Safety management requirements for defence systems (part 1 and 2). Defence Standard 00-56. Ministry of Defence. Directorate of Standartization Glasgow, UK – 2007. June, Issue 4.

24. Фаулер М. Архитектура корпоративных программных приложений. Пер. с англ. М.: Издательский дом "Вильямс" 2016. 544 с.

25. Жидецький В. Охорона праці користувачів комп'ютерів. Львів: Афіша, 2012. 176 с.

26. Желібо Є. Безпека життєдіяльності К.: 2001 – 483 с.

Додаток А
Тези конференцій

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

МАТЕРІАЛИ

X НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»



7–8 грудня 2022 року

ТЕРНОПІЛЬ
2022

А. Луцків, І. Барна АНАЛІЗ СЕРВІСНО-ОРІЄНТОВАНОЇ АРХІТЕКТУРИ В ПРОЦЕСІ ЗАСТОСУВАННЯ DEVOPS ПРАКТИК	
A. Lutskiv, I. Barna ANALYSIS OF SERVICE-ORIENTED ARCHITECTURE IN THE PROCESS OF APPLICATION OF DEVOPS PRACTICES	66
А. Луцків, М. Бондаренко ОСОБЛИВОСТІ ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ КОРИСТУВАЧІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПІДХОДУ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	
A. Lutskiv, M. Bondarenko FEATURES OF USER SUPPORT SYSTEMS OPTIMIZATION USING THE APPROACH OF MASS SERVICE SYSTEMS	67
А. Луцків, М. Бондаренко АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ З ОПТИМІЗАЦІЄЮ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ЗВЕРНЕННЯМИ КОРИСТУВАЧІВ	
A. Lutskiv, M. Bondarenko SUPPORT SYSTEM ARCHITECTURE WITH OPTIMIZATION OF THE USER COMPLAINT MANAGEMENT PROCESS	68
В. Яцишин, Т. Кобець ТЕХНОЛОГІЯ MESH В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ	
V. Yatsyshyn, T. Kobets TECHNOLOGIES OF NON-INVASIVE GLUCOSE LEVEL MEASUREMENT IN BLOOD	69
В. Яцишин, Т. Кобець МЕТОДИ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНИХ КОМПОНЕНТІВ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЇ	
V. Yatsyshyn, T. Kobets METHODS OF SELECTING OPTIMUM COMPUTER SYSTEM COMPONENTS BASED ON HIERARCHY ANALYSIS	70
А. Луцків, М. Тимошук ВАЖЛИВІСТЬ ДОКУМЕНТУВАННЯ В ПРОЦЕСІ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ	
A. Lutskiv, M. Tymoshchuk THE IMPORTANCE OF THE DOCUMENTATION IN THE PROCESS OF IMPROVING COMPUTER SYSTEMS	71
А. Луцків, М. Тимошук МОДЕЛІ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ДОКУМЕНТАЦІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ ВДОСКОНАЛЕННІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ	
A. Lutskiv, M. Tymoshchuk MODELS OF SOFTWARE DOCUMENTATION VIEW IN THE IMPROVEMENT OF COMPUTER SYSTEMS	72
І. Головатий ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ	
I. Holovati IMAGE PROCESSING USING GENETIC ALGORITHM	73
Ю. Гук, А. Паламар МЕТОД АДАПТИВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ НА ОСНОВІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ	
Y. Huk, A. Palamar METHOD OF ADAPTIVE TRAFFIC CONTROL AT AN INTERSECTION BASED ON INTERNET OF THINGS	74

УДК 004.3

В. Яцишин, Т. Кобець

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ТЕХНОЛОГІЯ MESH В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

UDC 004.3

V. Yatsyshyn, T. Kobets**TECHNOLOGIES OF NON-INVASIVE GLUCOSE LEVEL MEASUREMENT IN BLOOD**

Меш-технологія – це мережева структура, у якій комп'ютери з'єднані один з одним за допомогою різноманітних резервних з'єднань. Існує кілька шляхів від одного комп'ютера до іншого. Він не містить комутатора, концентратора чи будь-якого центрального комп'ютера, який діє як центральна точка зв'язку. Інтернет є прикладом mesh-топології.

Меш-топологія в основному використовується для реалізації глобальних комп'ютерних мереж (WAN), де збої зв'язку є критичною проблемою. Ця топологія в основному використовується для бездротових мереж.

Mesh-топологію мережі можна описати формулою, поданою нижче, а візуалізація цієї топології показана на рис. 1.6.

$$Line_number = \frac{n * (n - 1)}{2} \quad (1)$$

де n – кількість хостів, які представляють мережу.

Меш-топологія поділяється на дві категорії: повністю зв'язана топологія або частково зв'язана (рис. 1.).

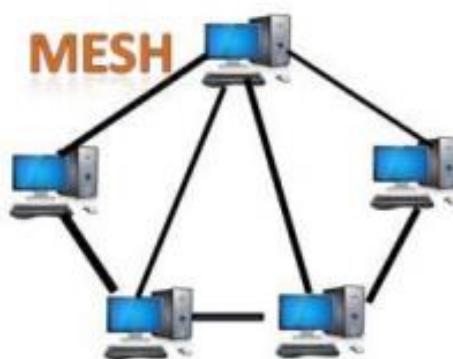


Рисунок 1. Меш-топологія

У повній mesh-топології кожен комп'ютер підключено до всіх інших комп'ютерів, доступних у мережі. Часткова mesh-топологія передбачає, що деякі хости підключені до тих комп'ютерів, з якими вони часто спілкуються.

УДК 004.023

В. Яцишин, Т. Кобець

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕТОДИ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНИХ КОМПОНЕНТІВ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЇ

UDC 004.023

V. Yatsyshyn, T. Kobets**METHODS OF SELECTING OPTIMUM COMPUTER SYSTEM COMPONENTS BASED ON HIERARCHY ANALYSIS**

Математично задача щодо прийняття рішень, а також прогнозування пріоритетів на основі методу аналізу ієрархії формулюється наступним чином. Задано множину альтернативних варіантів технічних систем або захищеності проектних рішень $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, де необхідно приймати рішення по найкращому варіанту. Необхідно здійснити впорядкування множини A відповідно до переваг, заданими шляхом парних порівнянь, кількісних оцінок, оцінок відносно стандартів по множині критеріїв якості $K = \{k_1, k_2, \dots, k_m\}$.

Множина критеріїв K представляє собою впорядковану структуру (ієрархію), яка підпорядковується принципу ієрархічної композиції, тобто між елементами цієї множини задані відношення типу «абстрактне-конкретне», які можна виразити за допомогою бінарної матриці зв'язків B :

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1m} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{m1} & b_{m2} & \dots & b_{mm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

де $b_{ij} = 1$, якщо між k_i і k_j є зв'язок, і $b_{ij} = 0$ в іншому випадку.

Рішення досягається шляхом використання лінійної згортки векторів пріоритету існуючих альтернатив на заданій критеріальній структурі. Ці вектори, а також приватні (часткові) критерії одержують шляхом визначення «головного» власного вектора відповідної матриці, причому дані у матрицях парних порівнянь можуть представляти собою функції від часу.

Для того, щоб визначити головний власний вектор потрібно розв'язати матричне рівняння такого вигляду: $AW = \lambda_{max}W$.

Якщо ставиться задача прогнозування поведінки системи на певному інтервалі часу, то визначення «головного власного вектора» проводиться шляхом розв'язку матричного рівняння $A(t)W(t) = \lambda_{max}(t)W(t)$.

Таким чином, алгоритм розв'язку задачі ранжування і вибору альтернатив, а також прогнозування динаміки пріоритетів на основі МАІ міститиме такі основні кроки: визначення множини альтернатив, множини критеріїв якості; Визначення методів оцінювання; Перевірка узгодженості введених оцінок; Розрахунок власних векторів; Провести ієрархічний синтез і розрахувати глобальний вектор пріоритетів (щодо фокуса ієрархії); Обробка отриманого масиву за допомогою регресійного аналізу.