

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерної інженерії та управління
(повна назва)

Кафедра Автоматизації проектування обчислювальної техніки
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)
(рівень вищої освіти)

МОДЕЛІ І МЕТОДИ КІБЕРОЦІАЛЬНОГО КОМП'ЮТИНГУ НА ОСНОВІ
ДЕДУКТИВНОГО АНАЛІЗУ
(тема)

Виконав: студент II курсу, групи СКСм-22-1
Животинський А.С.
(прізвище, ініціали)

Спеціальність
123 – Комп'ютерна інженерія
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми
освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма
Спеціалізовані комп'ютерні системи
(повна назва освітньої програми)

Керівник проф. Чумаченко С.В.

Допускається до захисту

Зав. каф. АПОТ



(підпис)
2023 р.

Чумаченко С.В.
(прізвище, ініціали)

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів) _____
слайди презентації – 20 _____


6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)


Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів	Примітка
1	Отримання завдання	01.09.2023-05.09.2023	
2	Аналіз предметної області, сучасних технологічних інновацій	07.09.2023-21.09.2023	
3	Метрики та логіка кіберсоціального комп'ютингу	22.09.2023-15.10.2023	
4	Моделі і методи кіберсоціального комп'ютингу на основі дедуктивного моделювання	16.10.2023-06.11.2023	
5	Розробка архітектури кіберсоціального комп'ютингу на основі Q-покриття	07.11.2023-07.12.2023	
6	Оформлення пояснювальної записки	08.12.2023-30.12.2023	
7	Оформлення графічного матеріалу	02.01.2024-05.01.2024	
8	Перевірка виконаного проекту керівником	06.01.2024-12.01.2024	

Дата видачі завдання 01 вересня 2023 р.

Студент _____  _____ Животинський А.С.
(підпис)

Керівник роботи _____  _____ проф. Чумаченко С.В.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 55 с., 19 рис., 7 табл., 27 джерел.

ВЕКТОРНА ФОРМА ЛОГІКИ, МАТРИЦЯ, ТАБЛИЦЯ, АНАЛІТИЧНА ФОРМА СТРУКТУР, ДЕДУКТИВНО-ВЕКТОРНИЙ МЕТОД АНАЛІЗУ, ЦИФРОВА СХЕМА, ВЕКТОРНА МОДЕЛЬ ДЕФЕКТІВ І ФУНКЦІЙ, ЛОГІКА СОЦІАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ.

У магістерській роботі розглядаються питання, пов'язані зі створенням кіберсоціальних моделей, методів, архітектур на основі дедуктивного аналізу.

Мета дослідження – суттєве підвищення якості цифрового моніторингу та управління соціальними процесами шляхом створення процесора з використанням дедуктивного аналізу для розвитку кіберсоціального комп'ютингу.

Задачі дослідження: проаналізувати сучасні технологічні тенденції; виконати аналітичний огляд моделей та методів кіберсоціального комп'ютингу; проаналізувати та вдосконалити методи моделювання несправностей на основі дедуктивного аналізу; розробити архітектуру спеціалізованого процесора кіберсоціального комп'ютингу на основі дедуктивного аналізу.

Об'єкт дослідження – технології синтезу цифрових логічних структур для моделювання і розпізнавання кіберсоціальних процесів на основі дедуктивного аналізу та спеціалізованих обчислювальних архітектур.

Предмет дослідження – моделі, методи, алгоритми синтезу та аналізу цифрових логічних структур на основі дедуктивного аналізу та спеціалізованих обчислювальних архітектур.

ABSTRACT

The explanatory note contains: 55 pages, 19 figures, 7 tables, 27 sources according to the list of links.

MODEL, METHOD, ARCHITECTURE, CYBERPHYSICAL COMPUTING, CYBERSOCIAL BUSINESS COMPUTING, METRICS, LOGIC SCHEME, QUIBTIC LOGIC, PROCESSOR.

The master's work examines issues related to the creation of cyber-social models, methods, architectures based on deductive analysis.

The purpose of the research is to significantly improve the quality of digital monitoring and management of social processes by creating a processor using deductive analysis for the development of cyber-social computing.

Research tasks: to analyze modern technological trends; perform an analytical review of cybersocial computing models and methods; to analyze and improve methods of fault modeling based on deductive analysis; to develop architecture for a specialized cyber-social computing processor based on deductive analysis.

The object of research is the technology for synthesis of digital logical structures for modeling and recognition of cybersocial processes based on deductive analysis and specialized computing architectures.

The subject of research is models, methods, algorithms for the synthesis and analysis of digital logical structures based on deductive analysis and specialized computing architectures.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	10
1.1 Технологічні тренди від Gartner Research Group	10
1.2 Стан питання	19
1.3 Технологічні уклади	20
1.4 Висновки до розділу 1	22
2 МЕТРИКА ТА ЛОГІКА КІБЕРСОЦІАЛЬНОГО КОМП'ЮТИНГУ.....	24
2.1 Основні поняття та визначення комп'ютингу	24
2.2 Логіка кібер-соціального комп'ютингу.....	32
2.3 Векторна метрика опису процесів.....	34
2.4 Висновки до розділу 2	37
3 МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ	38
3.1 Дедуктивно-векторний метод моделювання несправностей.....	38
3.2 Дедуктивний аналіз логічної схеми	42
3.3 Висновки до розділу 3	47
4 СПЕЦІАЛІЗОВАНИЙ ПРОЦЕСОР НА ОСНОВІ Q-ПОКРИТТЯ	49
4.1 Векторний метод синтезу дедуктивних функцій.....	49
4.2 Архітектура процесору для синтезу дедуктивної матриці	50
4.3 Висновки до розділу 4	53
ВИСНОВКИ	54
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	56
ДОДАТОК А Графічний матеріал до кваліфікаційної роботи (презентація)	60
ДОДАТОК Б Тези доповіді	70
Відомості кваліфікаційної роботи.....	75

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

AI – штучний інтелект (Artificial Intelligent);

CHE (Computing for Human Experience) – обчислення для людського досвіду;

CPS – Cyber Physical System;

CSS – Cyber Social System;

CEMORSAG – Control, Execution, Mode, Observation, Resources, State, Activation, Goal;

PCS – фізико-кібер-соціальними;

ГШІ – генеративний штучний інтелект;

ДНФ – диз'юнктивна нормальна форма;

ШІ – штучний інтелект;

ШСІ – штучний соціальний інтелект.

ВСТУП

У магістерській роботі розглядаються питання, пов'язані зі створенням кіберсоціальних моделей, методів, архітектур на основі дедуктивного аналізу.

Мета дослідження – суттєве підвищення якості цифрового моніторингу та управління соціальними процесами шляхом створення процесора з використанням дедуктивного аналізу для розвитку кіберсоціального комп'ютингу.

Задачі дослідження: проаналізувати сучасні технологічні тенденції; виконати аналітичний огляд моделей та методів кіберсоціального комп'ютингу; проаналізувати та вдосконалити методи моделювання несправностей на основі дедуктивного аналізу; розробити спеціалізований процесор кіберсоціального комп'ютингу на основі дедуктивного аналізу.

Об'єкт дослідження – технології синтезу цифрових логічних структур для моделювання і розпізнавання кіберсоціальних процесів на основі дедуктивного аналізу та спеціалізованих обчислювальних архітектур.

Предмет дослідження – моделі, методи, алгоритми синтезу та аналізу цифрових логічних структур на основі дедуктивного аналізу та спеціалізованих обчислювальних архітектур.

Мотивація дослідження визначається: квантовим застосуванням елементарних транзакцій запису-зчитування на memory-driven комп'ютері з векторним описом логіки; надмірністю пам'яті для зберігання інтерпретативних гнучких моделей логіки; використанням даних як адрес для підвищення швидкодії дедуктивного моделювання.

Тенденції в сучасних електронних технологіях базуються на огляді літератури та прогнозах дослідницько-аналітичної групи Гартнер, яка спеціалізується на ринку інформаційних технологій і відома своїми регулярними звітами та прогнозами. Дістало висновку, що розвиток науки і суспільства призводить до зародження різних кіберпросторів. Технології

впоивають на полегшення соціальних процесів, покращенні особистої діяльності, прийняття рішень, взаємодії фізичної та соціальної сфер. Актуальність роботи пов'язана із застосуванням базових транзакцій читання/запису на комп'ютерах із керуванням пам'яттю з векторними описами логіки, надлишковістю пам'яті для зберігання інтерпретованих і гнучких логічних моделей, використання даних як адрес даних, швидкості дедуктивного моделювання.

На основі методу синтезу дедуктивних матриць для моделювання несправностей розробляється архітектура процесору для синтезу дедуктивних матриць з метою паралельного аналізу одиночних константних несправностей на основі Q-покриття функціональності, що містить лише дві операції – XOR і суперпозицію. Програмна або апаратна реалізація може використовуватись для синтезу, аналізу, тестування, верифікації та діагностування цифрових систем на кристалах, а також для кіберсоціального комп'ютингу при прийнятті рішень.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

Аналізуються тенденції сучасних електронних технологій на основі огляду літературних джерел та прогнозів американської дослідницької та консалтингової компанії Gartner Research Group, що спеціалізується на ринках інформаційних технологій, відома регулярними дослідницькими звітами у форматах «магічний квадрант» та «цикл хайпа».

1.1 Технологічні тренди від Gartner Research Group

Стан науково-технічного розвитку у світі щорічно компетентно визначається експертами з компанії Gartner Research Group, яка займається перспективами розвитку науки та техніки на найближчі роки. Прогноз на минулий 2022 рік показує основні тренди, які знаходяться у розробці вчених та провідних компаній планети (рис. 1.1) [1].



Рисунок 1.1 – Схема прогнозу компанії Top 12 Gartner 2022

Тренд 1: Data fabric. Фабрика даних, яка забезпечує гнучку та стійку інтеграцію джерел даних між платформами та бізнес-користувачами, роблячи дані доступними там, де вони потрібні, незалежно від того, де вони знаходяться.

Data Fabric може використовувати аналітику, щоб навчати та проактивно давати рекомендації, де дані слід використовувати та змінювати. Це може скоротити зусилля з керування даними до 70%.

Тренд 2: Cybersecurity mesh. Cybersecurity mesh – це гнучка, композитна архітектура, яка поєднує широко поширені та розрізнені служби безпеки.

Cybersecurity mesh дозволяє найкращим у своєму роді окремим розв'язкам безпеки співпрацювати з метою підвищення загальної безпеки, переміщуючи точки контролю ближче до активів, які вони покликані захищати. Це дозволяє швидко та надійно перевіряти ідентифікаційні дані, контекст та дотримання політик у хмарних та нехмарних середовищах.

Тренд 3: Обчислення, що підвищують конфіденційність. Обчислення, що підвищують конфіденційність, спрямовані на забезпечення безпеки під час обробки персональних даних у ненадійних середовищах. Це стає дедалі важливішим із розвитком законів про захист даних, а також зростаючим занепокоєнням споживачів.

У обчисленнях, що підвищують конфіденційність, використовуються різні методи захисту конфіденційності, що дозволяють отримувати цінність з даних і дотримуватися вимог законодавства.

Тренд 4: Хмарні нативні платформи. Хмарні нативні платформи – це технології, які дають можливість створювати нові архітектури додатків, що є надійними, стійкими, гнучкими та здатними швидко реагувати на цифрові зміни. Власні хмарні платформи покращують традиційні підходи до хмари «підйом і перенесення», яка не дозволяє використовувати переваги хмари та ускладнює обслуговування.

Тренд 5: Композитні програми. Композитні програми створюються з орієнтованих на бізнес модульних компонентів. Композитні програми

дозволяють спростити використання та повторне застосування коду, а також скоротити час виходу нових програмних рішень на ринок і підвищують цінність бізнесу.

Тренд 6: Інтелектуальність рішень. Аналітика рішень – це практичний підхід до поліпшення ухвалення організаційних рішень, що дозволяє змодельовати кожне рішення як сукупність процесів із застосуванням інтелектуальних та аналітичних даних з метою інформування, вивчення та уточнення рішень. Аналітика рішень надає можливість підтримувати та покращувати процес прийняття рішень людиною, а також автоматизувати її за рахунок використання розширеної аналітики, симуляцій та штучного інтелекту.

Тренд 7: Гіперавтоматизація. Гіперавтоматизація – це дисциплінований, орієнтований на бізнес підхід до швидкого визначення, перевірки та автоматизації якомога більшої кількості бізнес-процесів та ІТ-процесів. Гіперавтоматизація забезпечує масштабованість, віддалене управління та руйнування бізнес-моделі.

Тренд 8: Інженерний штучний інтелект. Інжиніринг ШІ автоматизує оновлення даних, моделей та додатків для оптимізації процесу надання ШІ. У поєднанні з надійним управлінням ШІ інженерія ШІ дозволить операціоналізувати впровадження ШІ для забезпечення його постійної цінності для бізнесу.

Тренд 9: Розподілені підприємства. Розподілені підприємства відображають бізнес-модель, орієнтовану на цифрові технології та віддалену роботу, щоб покращити досвід співробітників, оцифрувати точки контакту зі споживачами та партнерами, а також створити досвід роботи із продуктами. Розподілені підприємства краще задовольняють потреби віддалених співробітників та споживачів, які стимулюють попит на віртуальні послуги та гібридні робочі місця.

Тренд 10: Total experience. Total experience – це бізнес-стратегія, яка поєднує досвід співробітників, досвід клієнтів, досвід користувачів та

мультидосвід у різних точках взаємодії для прискорення зростання. Загальний досвід може сприяти підвищенню довіри клієнтів та співробітників, задоволеності, лояльності та пропаганді завдяки цілісному управлінню досвідом заінтересованих сторін.

Тренд 11: Автономні системи. Автономні системи – це самоврядні фізичні або програмні системи, які навчаються у свого оточення та динамічно змінюють власні алгоритми в режимі реального часу для оптимізації своєї поведінки у складних екосистемах.

Тренд 12: Generative AI. Генеративний ШІ дізнається про артефакти з даних та генерує нові інноваційні твори, які схожі на оригінал, але не повторюють його. Generative AI здатний створювати нові форми творчого контенту, наприклад, відео, і прискорювати цикли науково-дослідний та дослідно-конструкторських робіт (НДДКР) у різних областях – від медицини до створення продуктів.

Основні технологічні тенденції прискорять розвиток цифрових можливостей та забезпечать зростання за рахунок вирішення спільних бізнес-завдань ІТ-директорів та керівників технологічних підрозділів. Вони пропонують дорожню карту, що дозволяє виділити вашу організацію серед аналогів, виконати бізнес-мети та позиціонувати ІТ-директора та ІТ-керівників як стратегічних партнерів в організації.

Кожен із них забезпечує досягнення одного з трьох основних результатів:

Engineering Trust: Технології цього сегменту створюють більш стійку та ефективну ІТ-основу, забезпечуючи більш надійну інтеграцію та обробку даних у хмарних та нехмарних середовищах, що дозволяє економічно ефективно масштабувати ІТ-основу.

Sculpting Change: Випускаючи креативні нові технологічні рішення у цій галузі, ви можете масштабувати та прискорити цифровізацію вашої організації. Ці технологічні тенденції дозволяють реагувати на зростаючий темп змін, швидше створюючи програми для автоматизації бізнес-діяльності,

оптимізації штучного інтелекту (ШІ) та прийняття більш швидких розумних рішень.

Прискорення зростання: Використовуючи стратегічні технологічні тенденції у цьому сегменті, ви вивільняєте сили ІТ, які дозволять виграти частку ринку. Разом ці тенденції дозволять вам максимізувати створення вартості та розширити цифрові можливості.

Розумні простори, говорить Gartner (рис. 1.2), гомоморфне шифрування, ГШІ, графічні технології та метавсесвіт зруйнують та трансформують цілі ринки [2].

Impact Radar for 2022

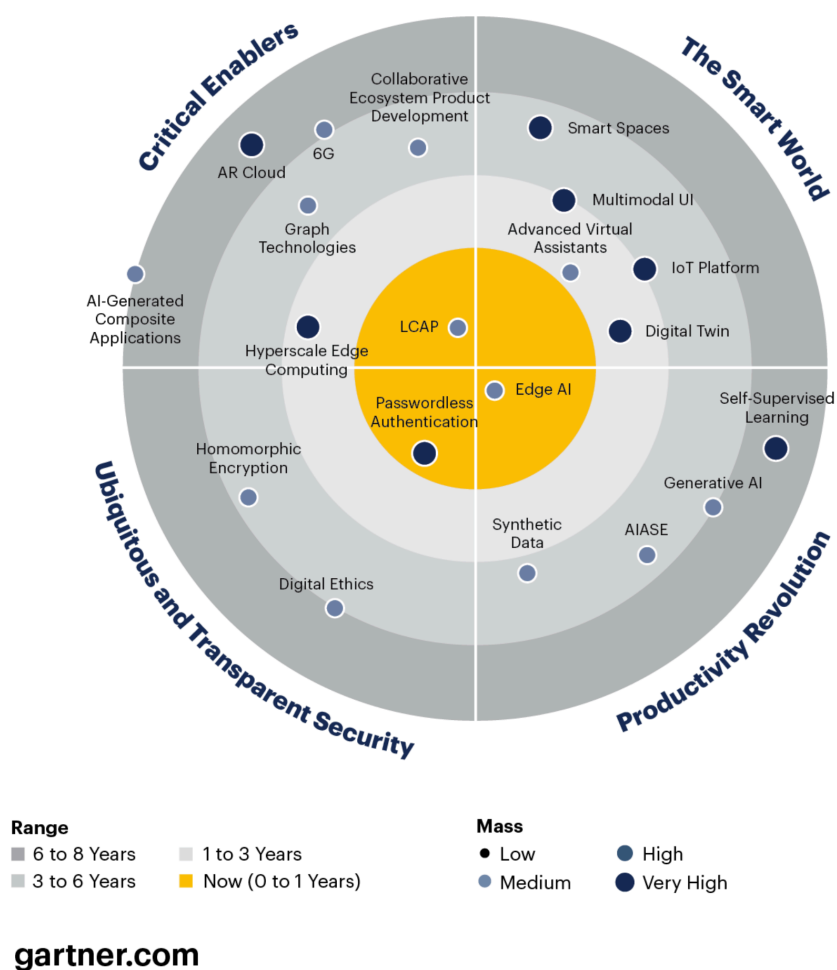


Рисунок 1.2 – Прогноз компанії Top 5 Gartner 2022 [2]

Крива циклу зрілості Gartner на 2023 рік включає 25 найважливіших нових технологій, які можна поділити на чотири основні категорії: емерджентний штучний інтелект, екосистема розробника, тотальне поширення хмари та безпека та конфіденційність, націлені на людський фактор (рис. 1.3).

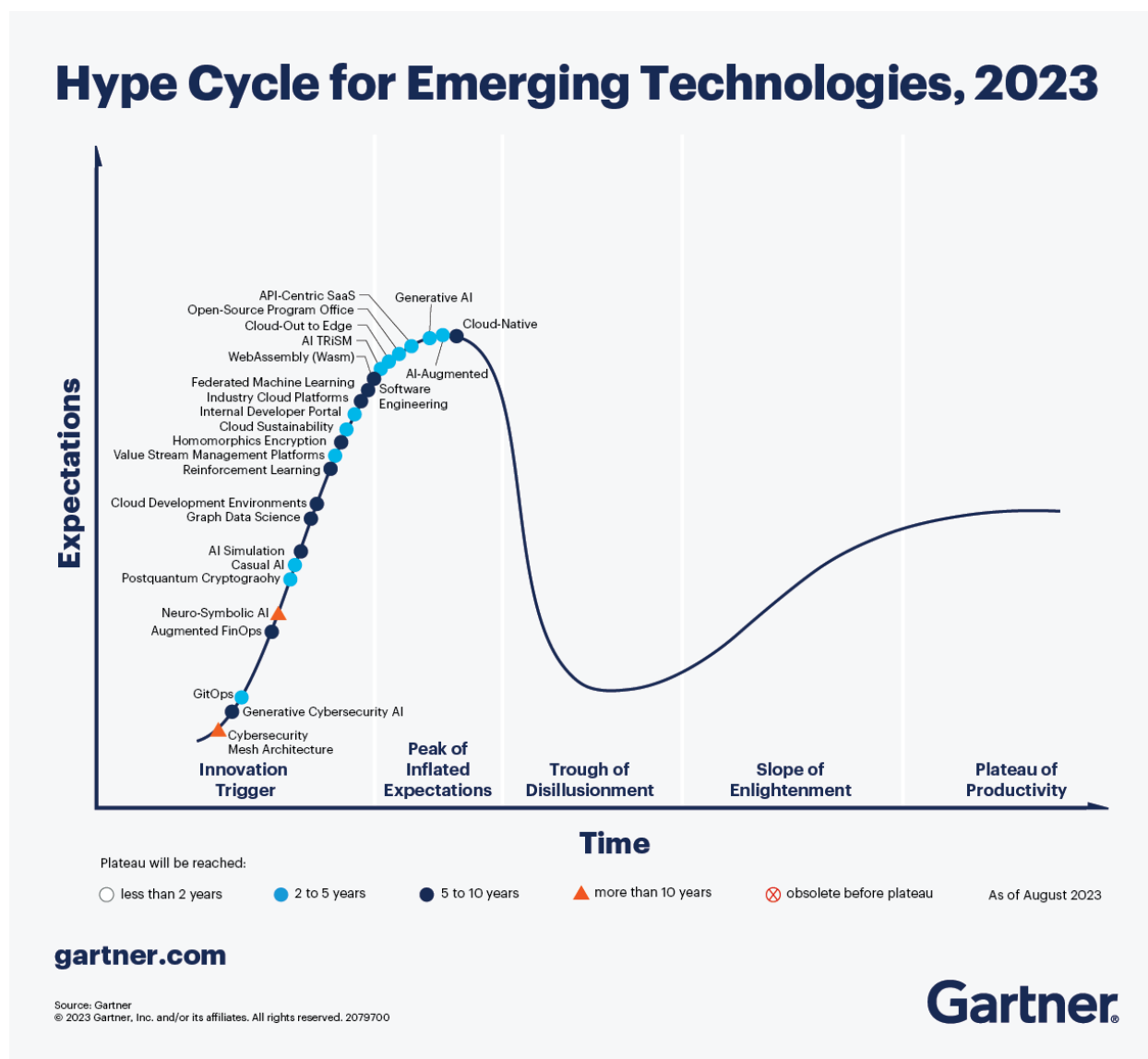


Рисунок 1.3 – Крива циклу зрілості Gartner на 2023 рік

Технології та практика для цифрового управління (цифрового уряду) продовжують надавати перетворюючу дію для послуг громадянам. Gartner Hype Cycle™ для цифрових державних послуг з 2022 року передбачає

технології та практики, які можуть вплинути на те, як уряд надає послуги громадянам. Ці інновації допомагають надання послуг залишатися гнучкими та стійкими в період, повний невизначеності та збоїв у всьому світі.

"Технології та практики Нуре циклу для цифрових державних послуг можуть використовуватися для різних цілей – як для забезпечення того, щоб соціальна допомога доходила до передбачуваних одержувачів, так і для припинення незаконних дій, які становлять загрозу для суспільства", - говорить Артур Миколайт, директор-аналітик Gartner. "Державним ІТ-керівникам необхідно активно зміцнювати впевненість громадян у тому, що уряд використовує технології у найкращих інтересах окремих осіб, бізнесу та суспільства".

Державним керівникам ІТ необхідно оцінювати, розставляти пріоритети та передбачати інвестиції в технології на етапі ажіотажу на підтримку покращення надання послуг. Ось кілька способів, якими уряди використовують те, що показано на графіку Gartner Hype Cycle™.

Як тактичний інструмент, центральні та праві частини цього Нуре циклу визначають технології та практики, які стають придатними для масового впровадження та масштабування. В даний час ці критично важливі технології включають чат-ботів, віртуальних помічників, платформи цифрової взаємодії, автентифікацію, просунуті додатки аналітики та штучного інтелекту, а також технології, що підвищують конфіденційність. Профілі інновацій, такі як інклюзивний дизайн та цифрова етика, наголошують на необхідності врахування передбачуваних та ненавмисних результатів впровадження технологій.

У довгостроковій перспективі урядам необхідно адаптуватися та відображати ширші технологічні тенденції. Нуре цикл надає ІТ-директорам інформацію для вивчення та прогнозування потенційно перетворюючого впливу нових технологій та практик. Це включає метавсесвіт, цифрових двійників, супердодатки та профілі для ідентифікації, а також більш просунуті додатки штучного інтелекту, такі як технології природної мови, приписує

аналітика, генеративний ШІ або інженерія впливу. Існують також інноваційні технології, необхідні для розробки згаданих вище рішень. Наприклад, таких як інклюзивний дизайн, аналітика треку клієнтів, мультитекспірієнс та моделювання бізнес-екосистем.

Розробка та надання цифрових державних послуг ґрунтується на очікуваннях суспільства щодо прозорості та підзвітності. Інноваційні профілі, такі як відповідальний ШІ, цифрова етика та конфіденційність з дизайну, допомагають державним ІТ-директорам передбачати та знижувати ризики потенційної негативної реакції при використанні передової аналітики та ШІ для підтримки прийняття рішень в уряді.

В умовах макроекономічної обстановки, високого рівня інфляції та ринкових невизначеностей компаніям, на думку експертів Gartner, слід оцінити вплив технологічних тенденцій на свій бізнес.

16 жовтня 2023 року аналітики Gartner оприлюднили список з десяти ключових ІТ-трендів на 2024 рік. Основний фокус зроблено на демократизації, безпеці та розвитку доповнених можливостей штучного інтелекту (рис. 1.4) [1].

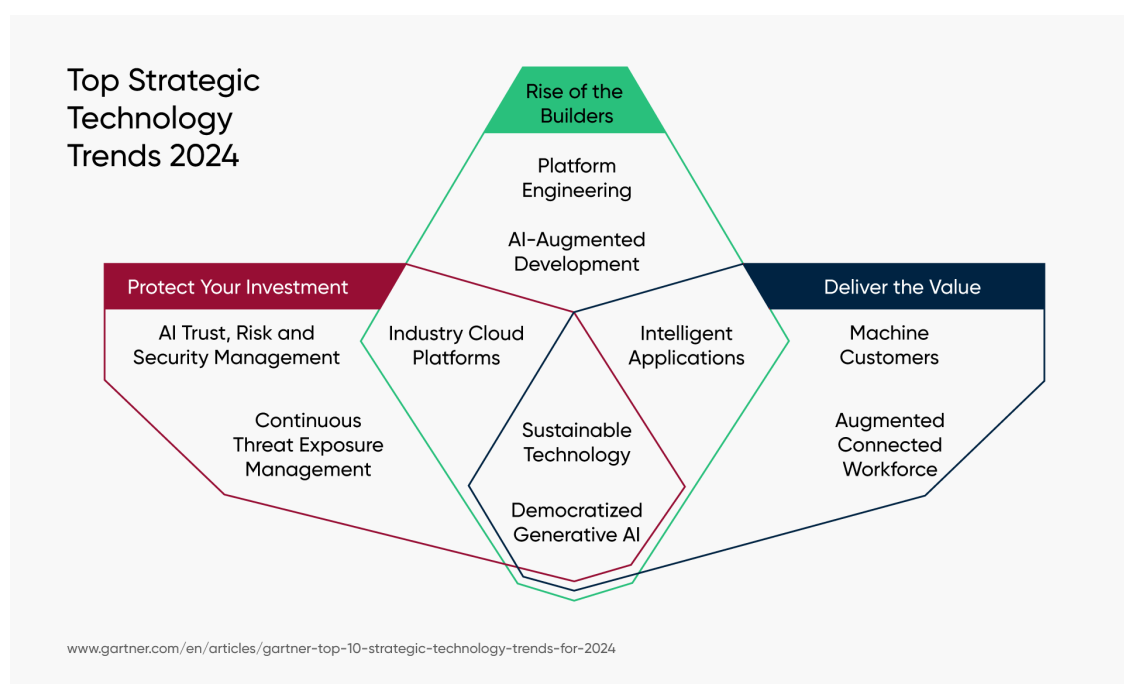


Рисунок 1.4 – Ключові ІТ-тренди на 2024

1. Демократизація генеративного ШІ (GenAI). Програми GenAI можуть зробити джерела різної інформації – внутрішньої та зовнішньої – доступними для бізнес-користувачів. За прогнозами Gartner, до 2026 року понад 80% підприємств почнуть використовувати API-інтерфейси та моделі GenAI та/або розгортати програми з підтримкою GenAI у виробничих середовищах проти менш ніж 5% на початку 2023 року. Демократизація відповідної сфери зробить масштабні ШІ моделі доступними для працівників у всьому світі.

2. Управління довірою, ризиками та безпекою ШІ. Впровадження таких засобів стає дедалі актуальнішим у міру розширення ШІ-галузі. Без застосування інструментів управління моделі ШІ можуть швидко породжувати комплексні негативні ефекти, що виходять з-під контролю та перекривають будь-які позитивні результати та соціальні вигоди. Gartner вважає, що до 2026 року підприємства, які застосовують засоби управління ШІ, підвищать ефективність прийняття рішень завдяки усуненню до 80% помилкової та нелегітимної інформації.

3. Розвиток розширених можливостей ШІ. Застосування ШІ та машинного навчання допоможе розробникам програмного забезпечення у проектуванні, кодуванні та тестуванні додатків. Програмісти зможуть витратити менше часу на написання коду та приділяти більше уваги стратегічним завданням.

4. Розумні програми на базі ШІ. Програми, що використовують алгоритми на основі ШІ, надають можливості, що динамічно адаптуються з урахуванням потреб конкретного користувача. Засоби ШІ можуть бути задіяні в різних сценаріях для покращення або автоматизації робочих процесів.

5. Розвиток персоналу з доповненими можливостями. Ця концепція використовує ШІ-програми та інструменти аналітики для генерації актуальних рекомендацій з метою підтримки досвіду, благополуччя та здатності співробітників розвивати свої власні навички. Зрештою, такий підхід допоможе покращити бізнес-результати.

6. Безперервне управління ризиками. Це системний підхід, який дозволяє організаціям постійно оцінювати доступність, надійність та можливість використання своїх цифрових та фізичних активів. Концепція дає можливість виявляти як вразливості, а й проблеми, які неможливо усунути.

7. Клієнти-боти. Це автоматизовані нелюдські суб'єкти, які можуть самостійно домовлятися та купувати товари та послуги, а також забезпечувати оплату. За оцінками Gartner, цей напрямок IT-ринку стане джерелом доходів у трильйони доларів до 2030 року.

8. Технології сталого розвитку. Йдеться про набір IT-рішень, які допомагають проводити екологічні та соціальні перетворення. Це зокрема технології, що дозволяють підвищити енергоефективність систем і знизити викиди шкідливих речовин в атмосферу. Такі рішення забезпечать стійкість бізнесу у довгостроковій перспективі.

9. Платформенний інжиніринг. Даний напрямок включає створення та експлуатацію самообслуговуваних внутрішніх платформ розробки. Основні цілі – оптимізувати продуктивність, підвищити зручність роботи користувачів та прискорити отримання бізнес-результатів.

10. Галузеві хмарні платформи. За прогнозами Gartner, до 2027 року понад 70% підприємств використовуватимуть галузеві хмарні платформи для прискорення реалізації своїх бізнес-ініціатив проти менш ніж 15% у 2023 році. Такі системи об'єднують сервіси SaaS, PaaS та IaaS в єдине середовище з функціями, що компонуються.

1.2 Стан питання

У роботі [3] досліджується штучний інтелект наступного покоління на основі симбіозу між людиною, машиною та природою із застосуванням правил та нових моделей відношень, їх інтеграції та оптимізації різних потоків у кібер-, фізичному та соціальному просторах.

Трансформаційний розвиток науки і суспільства спричиняє виникнення та еволюювання багатовимірної реальності. Це призводить до зародження та розвитку різних кіберпросторів. При цьому фундаментальним науковим завданням стає розкриття основних інженерних механізмів та принципів, що структурують та розвивають реальність, яка розвивається у кіберсоціальному вимірі. Розв'язок таких задач вимагає визначення моральних відносин між людьми, машинами та природою з метою виявлення кібер-фізично-соціальних принципів.

Технології мають все більше значення у полегшенні та покращенні особистої діяльності та соціальних процесів, зобов'язань, прийняття рішень, взаємодії з фізичним та соціальним світом, генерації ідей та практично у всьому, що люди, як розумні істоти, прагнуть робити. Термін "обчислення для людського досвіду" (CNE) відображає роль технологій, орієнтовану на людину, підкреслюючи ненав'язливу, підтримуючу та допоміжну роль технологій у покращенні людського досвіду [4]. Тут автори представляють нову парадигму, звану фізико-кібер-соціальними (PCS) обчисленнями, що підтримує бачення CNE, яке включає цілісну обробку даних, інформації та знань зі світу PCS для інтеграції, зіставлення, інтерпретації та контекстуального надання, релевантні абстракції для людини.

Швидкий розвиток програм штучного інтелекту в соціальних обчисленнях призвів до появи багатообіцяючої галузі досліджень, відомої як штучний соціальний інтелект (ШСІ), який може вирішити проблему вибуху соціальних відносин [5]. Шляхом використання методів соціально-орієнтованого машинного глибокого навчання.

1.3 Технологічні уклади

Уклад розглядається як певний якісний визначник розвитку науки і технологій та техніки, який задає напрямок на кілька десятиліть для напрямку

усіх сфер людської діяльності: освіта, індустрія, транспорт, медицина, відпочинок, розваги.

Можна відокремити наступні уклади (рис. 1.5): 1900-1930 – винахідництва, 1930-1960 – технічний, 1960-1990 – автоматизації, 1990-2020 – комп'ютерингу, 2020-2050 – цифрового інтелекту.

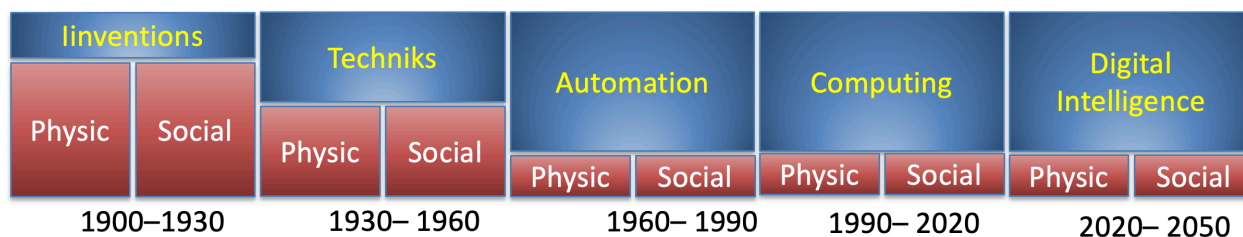


Рисунок 1.5 – Схема зміни технологічних укладів у новітній історії

Нову історію можна розділити на три періоди, якщо брати до уваги метрику розвитку фізичного та соціального світу та соціального суспільства та соціального суспільства очима інженера-системотехніка. Перший період характеризується розвитком несміливими кроками кібернетики в техніку та соціологію. Період характеризується впевненою ходою цифровізації у всі сфери людської діяльності, включаючи техніку та соціологію (рис. 1.6).

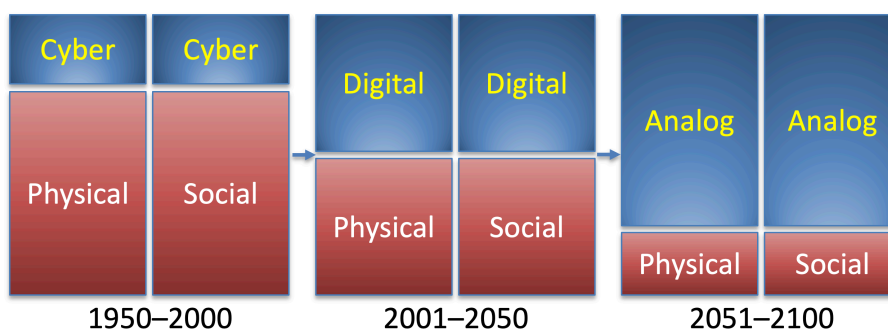


Рисунок 1.6 – Зміна технологічних укладів у новій історії

Третій період треба вважати чисто аналоговим чи квантовим і де людство спілкуватиметься образно і телепатично з допомогою мозку і

вирішить усі проблеми біологічного існування, морального управління суспільством і кожною людиною.

1.4 Висновки до розділу 1

Проналізовано тенденції сучасних електронних технологій на основі огляду літературних джерел та прогнозів американської дослідницької та консалтингової компанії Gartner Research Group.

Таким чином, на підставі огляду літературних джерел, сучасних технологічних тенденцій, аналізу технологічних укладів визначено актуальність дослідження. Дістало висновку, що розвиток науки і суспільства призводить до зародження різних кіберпросторів. При цьому фундаментальним науковим завданням стає розкриття основних інженерних механізмів та принципів, що структурують та розвивають реальність, яка розвивається у кіберсоціальному вимірі. Розв'язок таких задач вимагає визначення моральних відносин між людьми, машинами та природою з метою виявлення кібер-фізично-соціальних принципів. Технології мають все більше значення у полегшенні та покращенні особистої діяльності та соціальних процесів, зобов'язань, прийняття рішень, взаємодії з фізичним та соціальним світом, генерації ідей та практично у всьому, що люди, як розумні істоти, прагнуть робити.

Gartner Hype Cycle™ для цифрових державних послуг 2022 року допомагає організаціям державного сектору оцінювати, розставляти пріоритети та впроваджувати технології, які можуть слугувати інтересам окремих осіб, бізнесу та суспільства. Деякі інновації будуть широко впроваджені у цивільних службах лише за два роки; інші можуть зайняти 10 років і більше. Керівники підприємств та ІТ-директори можуть використовувати Hype цикл для планування інвестицій і в очікуванні інновацій у сфері послуг. У тому числі виявлення потенціалу збоїв на ранній стадії. Все це має орієнтацію на предмет коберсоціального комп'ютингу.

Мета дослідження – суттєве підвищення якості цифрового моніторингу та управління соціальними процесами шляхом створення процесора з використанням дедуктивного аналізу для розвитку кіберсоціального комп'ютингу.

Для досягнення мети в роботі слід вирішити наступні завдання:

- проаналізувати сучасні технологічні тенденції;
- виконати аналітичний огляд моделей та методів кіберсоціального комп'ютингу;
- проаналізувати та вдосконалити методи моделювання несправностей на основі дедуктивного аналізу;
- розробити архітектуру спеціалізованого процесора кіберсоціального комп'ютингу на основі дедуктивного аналізу.

Об'єкт дослідження – технології синтезу цифрових логічних структур для моделювання і розпізнавання кіберсоціальних процесів на основі дедуктивного аналізу та спеціалізованих обчислювальних архітектур.

Предмет дослідження – моделі, методи, алгоритми синтезу та аналізу цифрових логічних структур на основі дедуктивного аналізу та спеціалізованих обчислювальних архітектур.

2 МЕТРИКА ТА ЛОГІКА КІБЕРСОЦІАЛЬНОГО КОМП'ЮТИНГУ

Наводяться основні поняття, метрика, характеристичне рівняння та логіка автоматів кіберсоціального комп'ютингу, який поєднує підходи комп'ютерної інженерії та електронних технологій з соціальними процесами.

2.1 Основні поняття та визначення комп'ютингу

Наводиться введення в культуру комп'ютингу шляхом подання формулювань основних понять та визначень, що дають можливість вільно орієнтуватися у просторі для вивчення актуальних соціальних проблем суспільства та шляхів їх вирішення засобами комп'ютерної та системної інженерії.

Комп'ютинг – галузь знань, що займається розвитком теорії та практики надійного цифрового управління віртуальними, фізичними та соціальними процесами та явищами на основі вичерпного метричного моніторингу кіберфізичного простору шляхом використання cloud-edge сервісів та розумних сенсорів для збору та інтелектуальної обробки великих даних.

Комп'ютинг (системно) – цілеспрямований обчислювальний процес на основі цифрового моніторингу та управління механізмом виконання в метриці параметрів восьми параметрів: CEMORSAG (Control, Execution, Mode, Observation, Resources, State, Activation, Goal) (рис. 2.1).

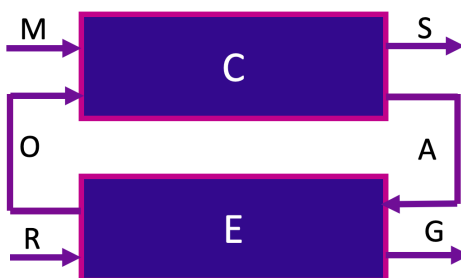


Рисунок 2.1 – Комп'ютинг у метриці CEMORSAG

Комп'ютинг (примітивно) – обчислювальний процес виконання транзакцій запису-зчитування даних на пам'яті, що адресується. Таке визначення на найнижчому рівні прибирає теоретичні бар'єри, створювані теоремою Посту та повнотою функціонального базису [6], усуває логіку та шини передачі між процесором і пам'яттю в класичному комп'ютері. Більше того, транзакційний комп'ютинг усуває квантову логіку, що створює технологічні проблеми під час створення квантового комп'ютера. Для нового Q-комп'ютера достатньо реалізувати фотонні транзакції запису-зчитування даних на стійкій структурі атомарних електронів, що виконуються зі швидкістю світла.

Кіберфізичний простір – телекомунікаційна інфраструктура cloud-edge сервісів і розумних сенсорів, що об'єднує сукупність адресованих, метрично взаємодіючих, оцифрованих, віртуальних і реальних процесів і явищ з вираженими функціями моніторингу, обчислення, зберігання, транзакцій і управління (рис. 2.2).

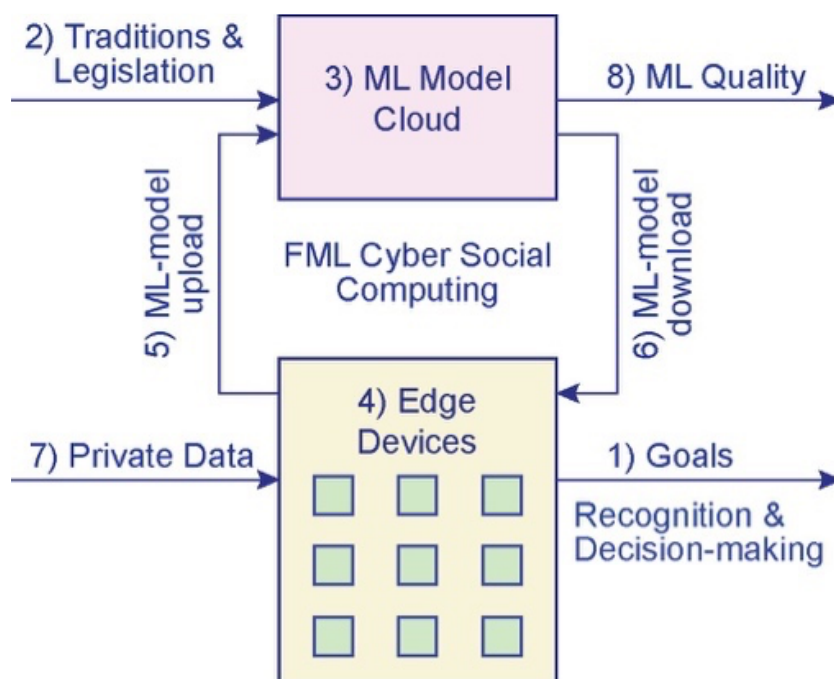


Рисунок 2.2 – Інфраструктура ML-cloud-edge сервісів

Метрика – спосіб вимірювання відстаней чи відносин між компонентами процесів чи явищ, де виконується аксіома згортки у нуль циклічних відстаней (рис. 2.3):

$$\bigoplus_{i=1,n} A_i = \bigcap A_i.$$

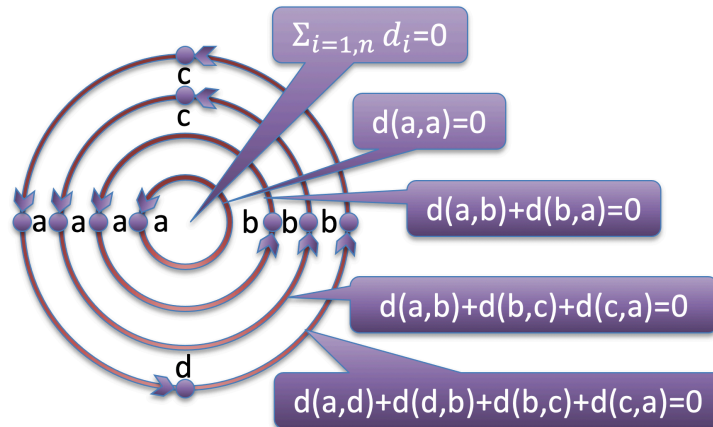


Рисунок 2.3 – Інфраструктура ML-cloud-edge сервісів

Відношення включення між компонентами укладу, що існує в суспільстві, визначається наступними ієрархічними відношеннями між моделлю, алгоритмом, методом, підходом, системою, укладом та представлені на рис. 2.4.

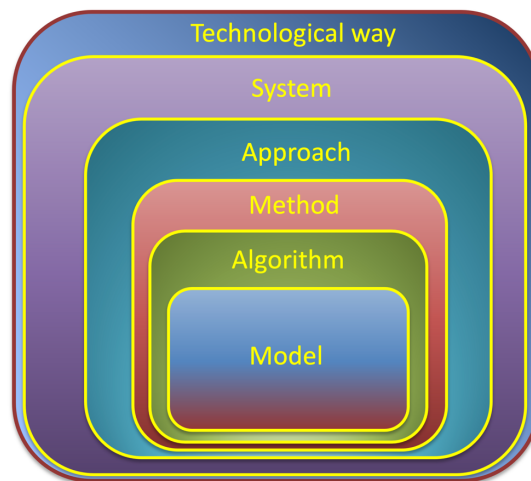


Рисунок 2.4 – Відношення включення між компонентами укладу

При цьому важливо знати визначення всіх елементарних понять, які входять у уклад.

Модель (структура, алгебра) – сукупність відносин між компонентами, із заданою адекватністю описує властивості процесу чи явища.

Алгоритм – впорядкована у часі послідовність дій задля досягнення бажаного результату.

Метод – кінцева сукупність дій у просторі та часі для досягнення мети.

Підхід – система відносин, що інтегрує сукупність методів для дослідження та перетворення процесів та явищ.

Технологія – практичне застосування знань, методів та техніки у виробничій діяльності.

Система – сукупність відношень між компонентами та зовнішнім середовищем із вираженими функціями моніторингу та управління для досягнення поставлених цілей.

Відношення – першопричина стійкої детермінованої гармонійної зміни природи та суспільства, яка формується ідеєю, геномікою, законами, мовами, традиціями, історією, культурою, що задають програму розвитку матеріального, біо- та соціального світу в метриці (простір-час, матерія-енергія). Відношення формують математику, комп'ютинг, комп'ютерну інженерію, кібер-соціальний комп'ютинг, штучний інтелект, квантовий комп'ютинг і комп'ютинг природи (табл. 2.1).

Відношення – причина розвитку природи та суспільства. Будь-яке відношення є результатом між ідеалом і реальністю: $F \oplus T = L$ (рис. 2.5).

У цю схему вкладається процес навчання ML-моделі T і процес удосконалення специфікації F , що призводить до принципово нового рішення генеративного машинного навчання комп'ютингу.

Таблиця 2.1 – Відношення як першопричина сталого розвитку природи та суспільства

Відношення		
Аналогова математика	Аргументами	Функціями
Дискретна математика	Структурами даних	Алгоритмами
Комп'ютинг	Механізмом управління	Механізмом виконання
Комп'ютерна інженерія	Апаратурой	Програмами
Квантовий комп'ютинг	Цифрового управління	Аналогового виконання
Штучний інтелект	Точною специфікацією	Ймовірнісним розв'язком
Соціальний комп'ютинг	Політичним управлінням	Громадянським виконанням
Кіберсоціальний комп'ютинг	Законодавчим управлінням	Громадянським виконанням
Федеративний ML-комп'ютинг	Хмарним управлінням	Користувальницьким виконанням
Космологічний комп'ютинг	Законами природи	Небесними тілами

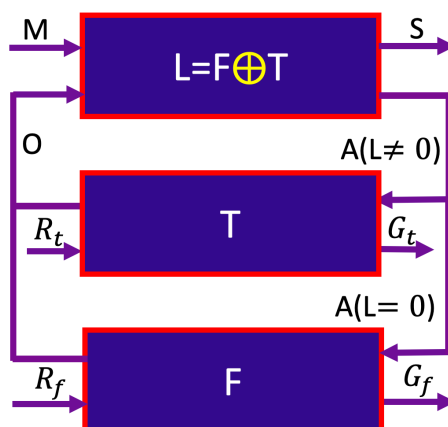


Рисунок 2.5 – Excellence Relations Computing

Дискретна математика може розглядатися як відношення між структурами даних та алгоритмами (табл. 2.2). Нині вона у розквіті. Аналогова математика тимчасово здає свої позиції, але за нею майбутнє квантового комп'ютинга.

Таблиця 2.2 – Математика як основа комп'ютингу

Математика – основа комп'ютингу	
Дискретна математика	Аналогова математика
Дискретний алфавіт сигналів	Неперервний алфавіт сигналів
Логіка дискретних сигналів	Функції неперервних сигналів
Детермінований комп'ютинг	Ймовірносний комп'ютинг
Задачі чисельного аналізу	Комбінаторні задачі
Класичні обчислення	Квантові обчислення

Штучний інтелект – відношення між точною специфікацією та наближеним імовірнісним рішенням.

Комп'ютинг – відношення між механізмами управління та виконання для досягнення мети.

Комп'ютерна інженерія – відношення між апаратними та програмними рішеннями для досягнення мети.

Квантовий комп'ютинг – відношення між механізмами цифрового управління та аналогового виконання. Де немає природного інтелекту, там з'являється штучний. Природний інтелект створює точне рішення за мінімальний час, а штучний – ймовірнісний за максимальний час.

Кібер-соціальна система Cyber Social System (CSS) – сукупність телекомунікаційно пов'язаних віртуальних об'єктів і соціальних суб'єктів, що адресуються, в оцифрованому просторі моральних відносин з функціями метричного моніторингу та оптимального cloud-edge управління громадянами в реальному масштабі часу для досягнення поставлених цілей.

Глобальний комп'ютинг – моральний активний інтелект (мозок) людства, що поєднує конструктивні здібності людей та обчислювальні cloud-edge потужності для вичерпного метричного моніторингу та оптимального online-управління всіма оцифрованими процесами та явищами в кіберфізичному просторі з метою підвищення.

Інтернет – всесвітня система об'єднаних комп'ютерних cloud-edge мереж та дата центрів для зберігання, передачі та перетворення інформації.

Інтернет – матеріально-енергетичний та просторово-часовий цифровий континуум human-driven сервісів на основі глобальної мережі cloud-edge комп'ютерів, дата-центрів та сенсорів, де пасивне відображення реального світу стійко трансформується в інтерактивний комп'ютинг на основі вичерпного моніторингу та точного управління фізичними та соціальними процесами та явищами з метою підвищення якості життя та збереження екології планети. Інтернет все більше стає потужним засобом моніторингу та глобального управління природними, технічними та соціальними процесами та явищами в руках авантюристів для досягнення аморальних цілей.

Кіберкультура – морально-технологічна досконалість суспільства, спрямована на цифровізацію фізичного та соціального світу шляхом використання інтернет-ресурсів для online-моніторингу та human-free управління процесами та явищами у всіх сферах людської діяльності, включаючи науку, освіту, охорону здоров'я, побут, виробництво та транспорт.

Телебачення – глобальна телекомунікаційна кіберфізична інфраструктура на основі cloud-edge комп'ютингу, що має на меті одночасну доставку замовленого відеоконтенту кожному споживачеві у зручний для нього час та місце.

Метрика – спосіб вимірювання подібності-відмінності між процесами чи явищами у просторі заданих параметрів.

Якість – сукупність метричних властивостей процесу чи явища (виробу чи сервісу), визначальних його придатність задовольняти заданим потребам відповідно до призначенням.

Процес – часовий чи фазовий ряд станів субстанції чи сутності.

Явище – спостережуваний стан процесу на заданому часовому чи фазовому інтервалі.

Якість (глобальна) – сукупність метричних властивостей субстанції, що визначають його придатність задовольняти заданим потребам відповідно до призначення.

Сутність – метрика чи суттєві властивості субстанції, об'єкта, процесу чи явища.

Субстанція – суть аналізованого процесу чи явища.

Наука – сфера людської діяльності, спрямована на процес збору та аналізу даних для отримання об'єктивних знань про навколишнє середовище з метою пояснення та прогнозування природних явищ, управління соціальними, технологічними та природними процесами для забезпечення якості життя людей та збереження екології планети.

Освіта – сфера людської діяльності, спрямована на безперервний процес формування духовної, фізичної, емоційної, інтелектуальної та професійної культури людини шляхом осмисленого накопичення загальноприйнятих цінностей, знань, умінь та навичок за допомогою існуючої в часі та просторі багаторівневої системи виховання та навчання, що має на меті набуття соціальної значимості громадянина для підвищення якості життя людей і збереження екосистеми планети.

Компетентність – метрична оцінка духовної, фізичної, емоційної, інтелектуальної та професійної культури людини, яка визначає її значущість для потенційного застосування знань, умінь та навичок у виконанні соціальної ролі, спрямованої на підвищення якості життя людей та збереження екосистеми планети.

Університет – співтовариство науково-педагогічних кадрів та обслуговуючого персоналу, об'єднане інфраструктурою та відносинами на основі чинного законодавства та традицій, які визначають моніторинг науково-освітніх процесів та управління підрозділами для виконання актуальних наукових досліджень, підготовки фахівців, забезпечення якості життя співробітників шляхом залучення зовнішніх інвестицій за рахунок продажу освітніх сервісів та науково-технічної продукції.

Цифровий університет – просторово інваріантний науково-освітній заклад, що має оцифровані безпаперові відношення між усіма підрозділами, співробітниками, студентами та зовнішнім світом для метричного моніторингу та online управління наукою та освітою.

Кіберфізична система Cyber Physical System (CPS) – сукупність комунікаційно пов'язаних віртуальних і реальних компонентів, що адресуються, в оцифрованому просторі з функціями метричного моніторингу та оптимального cloud-edge управління в реальному масштабі часу для досягнення поставлених цілей.

Кібер-соціальний комп'ютинг – галузь знань, що займається розвитком теорії та практики оцифровування моральних соціальних відносин для оптимального cloud-edge управління суспільними процесами та кожною людиною на основі вичерпного онлайн-моніторингу поведінки громадян з метою підвищення якості життя людей та збереження екології планети.

2.2 Логіка кібер-соціального комп'ютингу

Логіку кіберсоціального управління наведено на рис. 2.6.

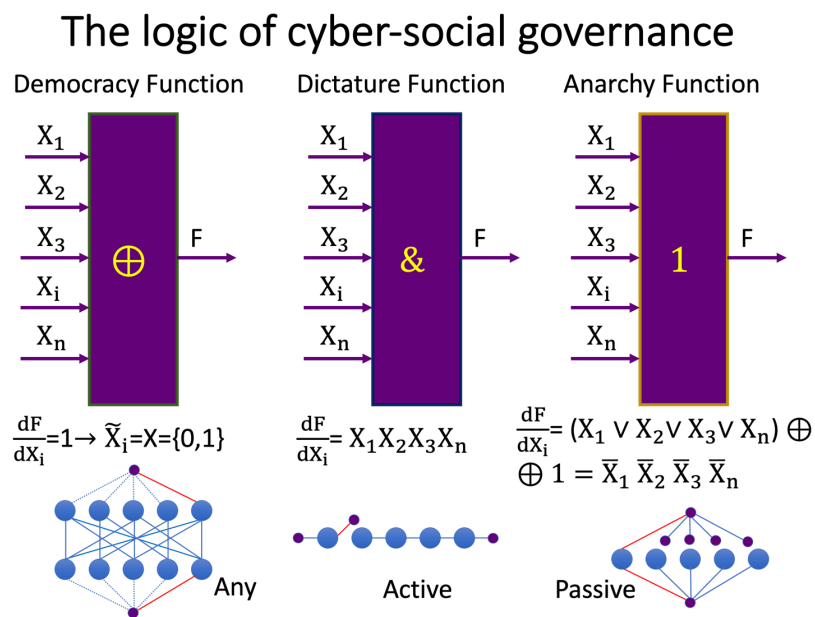


Рисунок 2.6 – Логіка кіберсоціального управління

Метрика логічної функції XOR – не вимагає жодних умов для реалізації. Функція AND вимагає максимальної кількості активних умов. Функція OR має як умови байдикування за всіма суттєвими вхідними соціальними змінними.

Логіка автоматів кіберсоціального управління використовує характеристичне рівняння тестування

$$F \oplus T \oplus L = 0. \quad (2.1)$$

Рівняння (2.1) породжує основні функціональності в управлінні (рис. 2.7).

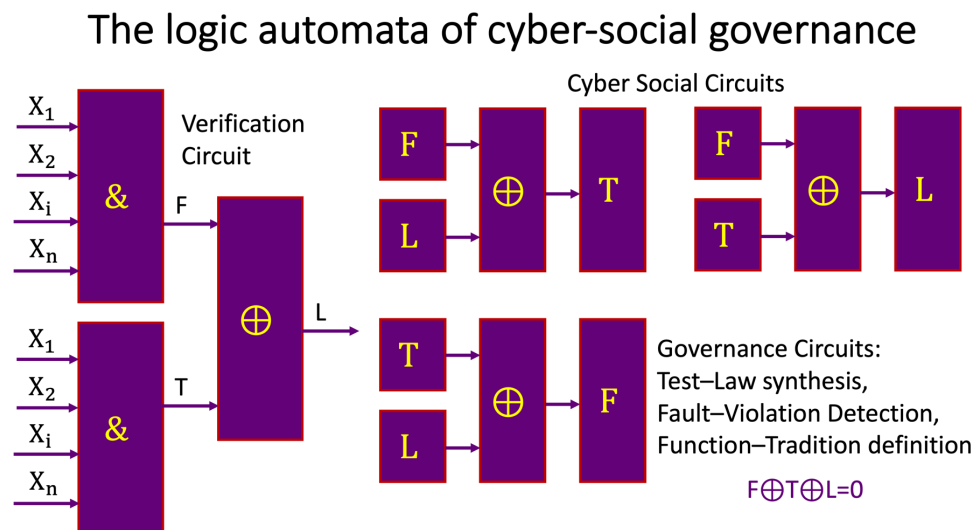


Рисунок 2.7 – Логіка автоматів кіберсоціального управління

Тут F – еталонна моральна сутність соціальної поведінки, T – вхідні соціальні впливи, L – метрична чи якісна помилка між F і T, відсутність якої характеризує безпомилкове коректне соціальне рішення: $L = F \oplus T = 0$, де $T = F$.

Приклад 2.1. Дано $F = 10011110$, $T = 11001101$. Якісний структурований вектор помилки $L = F \oplus T = 01010011$. Нехай метрична оцінка помилки $q = 0,5$:

$$q = \frac{d}{n} = \frac{\sum_1^n L_i = 1}{n},$$

де кількість одиниць у L-векторі помилки (кодова відстань d) розподілена на число розрядів у векторі.

Будь-який із згаданих вище трьох компонентів можна знайти, якщо відомі два інших, за наступними рівностями:

$$F=L\oplus T=11001101\oplus 01010011=10011110,$$

$$T=F\oplus L=10011110\oplus 01010011=11001101.$$

Верифікація обчислень виконується з урахуванням рівняння конволюції трьох компонентів, хог-операція яких має бути рівними завжди 0-вектору:

$$11001101\oplus 01010011\oplus 10011110=00000000.$$

2.3 Векторна метрика опису процесів

У технічній діагностиці мають місце три основні форми опису процесів та явищ: таблична, аналітична, графова [6-13]. При цьому матриця або таблиця та вектор як форми опису моделей є еквівалентними, бо переходять один до одного. Вектор становить компактну форму таблиці істинності як впорядковану послідовність станів виходу, де вхідні компоненти адрес впорядковані за зростанням [6,10,16,18,19]. За потреби матриця перетворюється на одновимірний вектор для зручності паралельної обробки даних реєстрової пам'яті. Вочевидь, відновити таблицю або матрицю з векторної форми опису досить просто. Тому вектор є зручною та найбільш технологічною формою опису об'єкта.

Метрика вимірювання процесів двійковому просторі заснована на аксіомах рефлексивності, симетричності та транзитивності для трьох компонентів. У загальному випадку має місце універсальний закон конволюції відстаней між n об'єктами, що становлять цикл [6]:

$$\bigoplus_{i=1}^n d_i = 0.$$

Природно, що сума хог відстаней між замкнутими функціональними об'єктами, що подані як стани вихідної змінної, також завжди дорівнює нулю. Але істиною є і той факт, що хог-сума кубітних векторів функцій, як об'єктів (and = 0001, or = 0111, xor = 0110), представлена на рис. 2.8, дорівнює нулю.

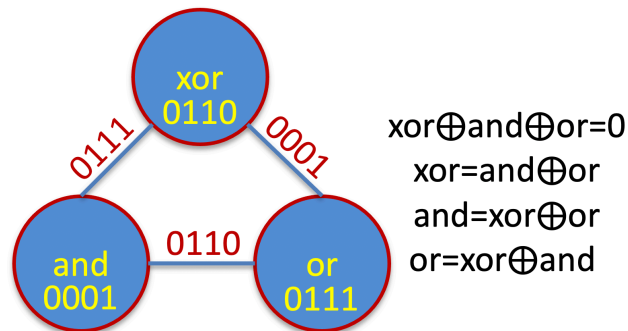


Рисунок 2.8 – Конволюція трьох логічних функцій

Отже, відношення XOR двох згаданих функцій між собою дорівнюють третій. Спільно три функції (Xor, And, Or) у вигляді відношень XOR згортаються в нуль:

$$X \oplus A \oplus O = 0. \quad (2.2)$$

Має місце лема конволюції трьох функцій від двох змінних. Вона полягає у тому, що існують лише 4 пари логічних функцій, які пов'язані відношенням хог, що хог-функцію:

1	2	3	4
$\oplus=0110$	$\oplus=0110$	$\oplus=0110$	$\oplus=0110$
$\wedge=0001$	$\bar{v}=1000$	$x_1=0011$	$\bar{x}_1=1100$
$v=0111$	$\bar{\wedge}=1110$	$x_2=0101$	$\bar{x}_2=1010$

Перші два стовпця можна розглядати як пари логічних функцій, взаємодія яких дає функцію XOR. Другі два стовпця як вироджені функції однієї змінної, що створюють операцію XOR. Слід відмітити, що другий варіант є інвертованим до першого, тому тільки дві логічні функції (and, or) спроможні створювати вектор XOR при взаємодії XOR.

Практично лема про конволюцію функцій означає:

1) унікальність хог оператору та його універсальність як вимірника подібності та відмінності будь-яких кіберфізичних процесів;

2) створення хог операції тільки двома логічними функціями and та or завдяки своїй відмінності. Цікавим є той факт, що відмінність двох логічних функцій and та or співпадає з їх відмінністю; виконання операції хог над логічними функціями and, or і хог-операції;

3) інверсія та повторення як функції від однієї змінної також створюють хог-взаємодію;

4) тріада логічних функцій (and, or, хог) формує векторну метрику для обчислення структурних

$$S(a, b) = a_i \underset{i=1,n}{\wedge} b_i,$$

$$D(a, b) = a_i \underset{i=1,n}{\oplus} b_i ;$$

і нормованих оцінок подібності-відмінності між процесами та явищами:

$$S_n(a, b) = \frac{\sum_{i=1}^n (a_i \underset{i=1,n}{\wedge} b_i)}{\sum_{i=1}^n (a_i \underset{i=1,n}{\vee} b_i)},$$

$$D_n(a, b) = \frac{\sum_{i=1}^n (a_i \underset{i=1,n}{\oplus} b_i)}{\sum_{i=1}^n (a_i \underset{i=1,n}{\vee} b_i)} ;$$

5) диз'юнкція or створює загальну метрику одиничних значень координат для виміру норми подібності-відмінності двох процесів чи явищ.

2.4 Висновки до розділу 2

Розглянуто основні поняття як вступ до культури комп'ютингу шляхом подання визначень, що дають можливість вільно орієнтуватися у просторі для вивчення актуальних соціальних проблем суспільства та шляхів їх вирішення засобами комп'ютерної та системної інженерії.

Розглянуто метрику, характеристичне рівняння та логіку автоматів кіберсоціального комп'ютингу, який поєднує підходи комп'ютерної інженерії та електронних технологій з соціальними процесами.

3 МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ

Розглядаються методи моделювання несправностей на основі дедуктивного підходу, що можуть бути використані для аналізу виборчої активності шляхів прийняття рішень будь-якої кібер-соціальної системи, яка представлена елементами логіки.

3.1 Дедуктивно-векторний метод моделювання несправностей

Дедуктивне моделювання є найбільш ефективним засобом для аналізу якості тестів та синтезу таблиць з метою пошуку дефектів. Крім того, даний метод може бути використаний для аналізу виборчої активності шляхів прийняття рішень будь-якої кібер-соціальної системи, яка представлена елементами логіки. Його реалізація на основі векторної форми опису логіки [9,11,15,16,17] дозволяє суттєво спростити алгоритми дедуктивного моделювання для обробки цифрових схем великої розмірності. Трикутник хор-відношень є основою та використовується для векторної модифікації дедуктивного методу моделювання несправностей (рис. 3.1).

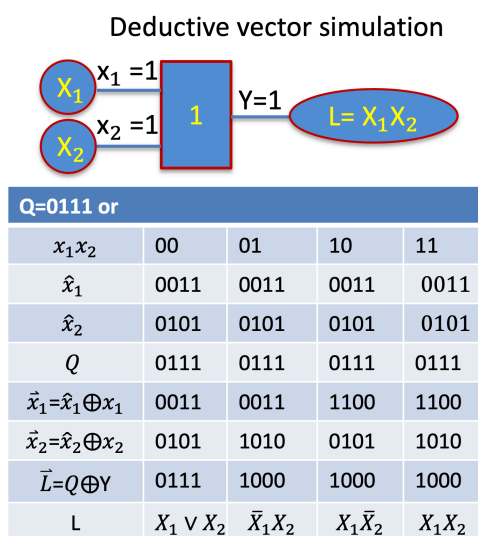


Рисунок 3.1 – Дедуктивно-векторне or-logic моделювання

Координати таблиці – двійкові вектори обробляються за правилами обробка їх координат:

$$\vec{x}_1 = \hat{x}_1 \oplus x_1,$$

$$x_1 = \{0,1\} \rightarrow x_1 = 1,$$

$$\vec{x}_1 = 0011,$$

$$\vec{x}_1 = \hat{x}_1 \oplus x_1 = 1100,$$

$$x_1 = 0,$$

$$\vec{x}_1 = \hat{x}_1 \oplus x_1 = 0011,$$

$$\vec{x}_2 = \hat{x}_2 \oplus x_2 = 0,$$

$$\vec{x}_2 = \hat{x}_2 \oplus 0 = 0011 \oplus 0 = 0011,$$

$$\vec{x}_i = \hat{x}_2 \oplus x_i,$$

$$x_i = \{0,1\}.$$

Розглядається нова оригінальна модель одиночних несправностей, що прив'язана до координат векторів-стовпців, які зображують вектор-компоненти моделі логічного елемента:

$$\hat{x}_1 = 0011,$$

$$\hat{x}_2 = 0101,$$

$$Q = 0111,$$

отримані зі стовпців таблиці істинності (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Таблиця істинності

\hat{x}_1	\hat{x}_2	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Список у вигляді вектору перевірюваних дефектів формується за рахунок виконання операції XOR між функціональністю і тестовим набором, які також задаються у формі вектору:

$$L=T \oplus F = 01010101 \oplus 10001111 = 10101010.$$

У координатах дедуктивної таблиці представлені процедури виконання класичного дедуктивного алгоритму з метою транспортування дефектів на вихід логічного елемента. При цьому функціональності та дефекти описуються у векторному вигляді. Функції змінних x_1, x_2 подаються у векторному вигляді:

$$\hat{x}_1 = 0011,$$

$$\hat{x}_2 = 0101.$$

За умови, якщо стан вхідної змінної x_1 дорівнює одиниці, далі виконується інверсія координат векторів. Те саме стосується вектора вихідної змінної Q:

$$\vec{L}=Q \oplus Y,$$

за умови $Y=f(x_1, x_2)$. Потім конститuentами одиниці даного вектора \vec{L} виконується запис термів диз'юнктивної нормальної форми L щодо змінних векторів \hat{x}_1 та \hat{x}_2 .

Якщо $L=X_1 \vee X_2$, це означає, що вихідний список несправностей логічного елемента буде містити об'єднання вхідних списків несправностей.

Список L дефектів у формі вектору, що транспортуються на вихід, записується як ДНФ вхідних списків несправностей, що зображені в останньому рядку таблиці.

Моделювання векторів несправностей та отримання ДНФ для логічного елемента and представлено на рис. 3.2.

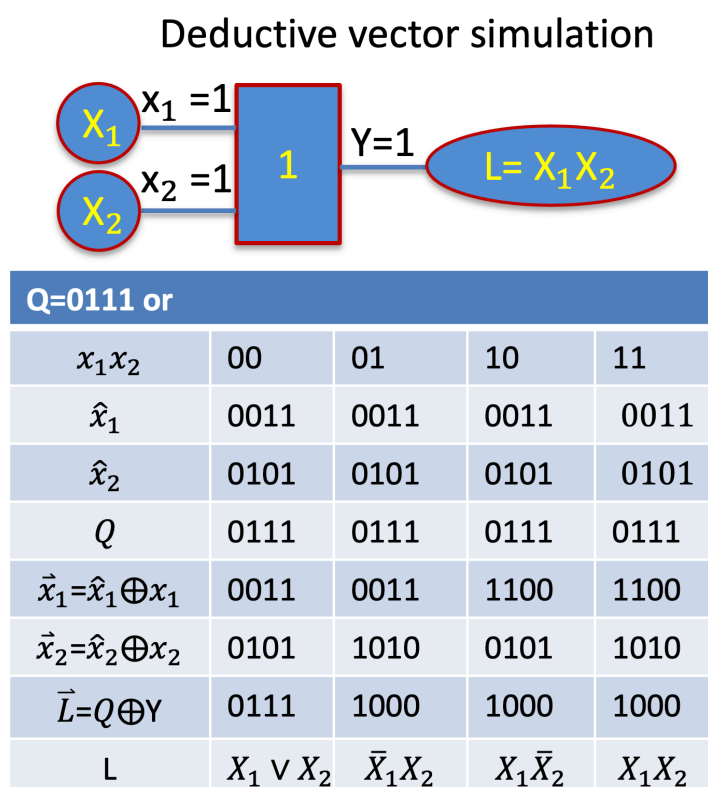


Рисунок 3.2 – Дедуктивно-векторне and-logic моделювання

З метою порівняння обчислювальної складності отримання дедуктивних формул використовується класична аналітична процедура аналізу, що оперує булевими рівняннями, для яких необхідно мати складні вирішувачі [10,16,18]:

$$\begin{aligned}
& L[T = (00,01,10,11), F = (X_1 \vee X_2)] = \\
& = L\{(\bar{x}_1\bar{x}_2 \vee \bar{x}_1x_2 \vee x_1\bar{x}_2 \vee x_1x_2) \wedge [(X_1 \oplus T_{t1} \vee X_2 \oplus T_{t2}) \oplus T_{t3}]\} = \\
& = (\bar{x}_1\bar{x}_2)\{[(X_1 \oplus 0) \vee (X_2 \oplus 0)] \oplus 0\} \vee (\bar{x}_1x_2)\{[(X_1 \oplus 0) \vee (X_2 \oplus 1)] \oplus 1\} \vee \\
& \vee (x_1\bar{x}_2)\{[(X_1 \oplus 1) \vee (X_2 \oplus 0)] \oplus 1\} \vee (x_1x_2)\{[(X_1 \oplus 1) \vee (X_2 \oplus 1)] \oplus 1\} = \\
& = (\bar{x}_1\bar{x}_2)(X_1 \vee X_2) \vee (\bar{x}_1x_2)(\bar{X}_1 \wedge X_2) \vee (x_1\bar{x}_2)(X_1 \wedge \bar{X}_2) \vee (x_1x_2)(X_1 \wedge X_2).
\end{aligned}$$

Обробка векторних моделей уявляє собою більш технологічну процедуру. Тут обчислювальна складність для отримання дедуктивних формул транспортування дефектів функції від n змінних дорівнює $Q = n(N+F)$. Враховуючи, що $N+F$ як процедури інверсії векторів N та їх подальшого складання F у вектор-функцію (об'єднання або перетин) дорівнюють числу змінних $N+F=n$, оцінка обчислювальної складності у векторних операціях визначається як $Q = n(N+F) = n^2$.

3.2 Дедуктивний аналіз логічної схеми

Для цифрової структури з чотирьох елементів, де кожен з них поданий Q -вектором опису станів вихідної змінної Y у відповідній таблиці істинності, завдання полягає у визначенні на вхідному двійковому наборі $X=01101$ списку вхідних несправностей, які будуть транспортовані від кожного входу схеми (рис. 3.3)

$$L = \{L1, L2, L3, L4, L5\}$$

до виходу $L9 = F[X, L(x_i)]$.

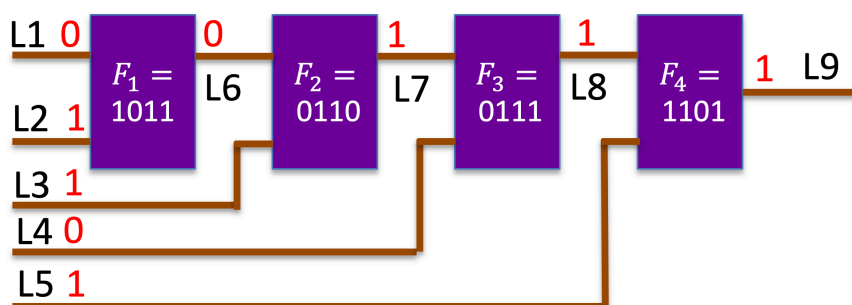


Рисунок 3.3 – Цифрова структура із чотирьох елементів

З метою розв'язання задачі слід сформувавши диз'юнктивні нормальні форми транспортування вхідних списків несправностей через кожен елемент схеми.

У табл. 3.2 містяться векторні процедури обробки Q векторів елементів з метою отримання дедуктивних формул на кожен двійковий дію.

Таблиця 3.2 – Векторні процедури обробки Q векторів

Q=1011 F1					Q=0110 F2				
x_1x_2	00	01	10	11	x_1x_2	00	01	10	11
\hat{x}_1	0011	0011	0011	0011	\hat{x}_1	0011	0011	0011	0011
\hat{x}_2	0101	0101	0101	0101	\hat{x}_2	0101	0101	0101	0101
Q	1011	1011	1011	1011	Q	0110	0110	0110	0110
$\vec{x}_1 = \hat{x}_1 \oplus x_1$	0011	0011	1100	1100	$\vec{x}_1 = \hat{x}_1 \oplus x_1$	0011	0011	1100	1100
$\vec{x}_2 = \hat{x}_2 \oplus x_2$	0101	1010	0101	1010	$\vec{x}_2 = \hat{x}_2 \oplus x_2$	0101	1010	0101	1010
$\vec{L} = Q \oplus Y$	0100	1011	0100	0100	$\vec{L} = Q \oplus Y$	0110	1001	1001	0110
L	\bar{X}_1X_2	$X_1 \vee \bar{X}_2$	\bar{X}_1X_2	\bar{X}_1X_2	L	$X_1\bar{X}_2 \vee \bar{X}_1X_2$			

Q=1101 F4					Q=0111 F3				
x_1x_2	00	01	10	11	x_1x_2	00	01	10	11
\hat{x}_1	0011	0011	0011	0011	\hat{x}_1	0011	0011	0011	0011
\hat{x}_2	0101	0101	0101	0101	\hat{x}_2	0101	0101	0101	0101
Q	1101	1101	1101	1101	Q	0111	0111	0111	0111
$\vec{x}_1 = \hat{x}_1 \oplus x_1$	0011	0011	1100	1100	$\vec{x}_1 = \hat{x}_1 \oplus x_1$	0011	0011	1100	1100
$\vec{x}_2 = \hat{x}_2 \oplus x_2$	0101	1010	0101	1010	$\vec{x}_2 = \hat{x}_2 \oplus x_2$	0101	1010	0101	1010
$\vec{L} = Q \oplus Y$	0010	0010	1101	0010	$\vec{L} = Q \oplus Y$	0111	1000	1000	1000
L	$X_1\bar{X}_2$	X_1X_2	$X_1 \vee \bar{X}_1X_2$	\bar{X}_1X_2	L	$\bar{X}_1X_2 \vee X_1$	\bar{X}_1X_2	$X_1\bar{X}_2$	X_1X_2

З урахуванням регулярності даних у таблицях та з повторенням векторних процедур, всі чотири таблиці можна інтегрувати в одну (табл. 3.3). Тут перші три рядки однакові для всіх елементів, наступні 5 рядків різноманітності пов'язані з особливостями поведінки елементів на вхідних наборах.

Таблиця 3.3 – Інтегрована таблиця

	x_1x_2	00	01	10	11
	\hat{x}_1	0011	0011	0011	0011
	\hat{x}_2	0101	0101	0101	0101
F1	Q	1011	1011	1011	1011
	$\vec{x}_1 = \hat{x}_1 \oplus x_1$	0011	0011	1100	1100
	$\vec{x}_2 = \hat{x}_2 \oplus x_2$	0101	1010	0101	1010
	$\vec{L} = Q \oplus Y$	0100	1011	0100	0100
	L	$\bar{X}_1 X_2$	$X_1 \vee X_2$	$\bar{X}_1 X_2$	$\bar{X}_1 X_2$
F2	Q	0110	0110	0110	0110
	$\vec{x}_1 = \hat{x}_1 \oplus x_1$	0011	0011	1100	1100
	$\vec{x}_2 = \hat{x}_2 \oplus x_2$	0101	1010	0101	1010
	$\vec{L} = Q \oplus Y$	0110	1001	1001	0110
	L	$X_1 \bar{X}_2 \vee \bar{X}_1 X_2$			
F3	Q	0111	0111	0111	0111
	$\vec{x}_1 = \hat{x}_1 \oplus x_1$	0011	0011	1100	1100
	$\vec{x}_2 = \hat{x}_2 \oplus x_2$	0101	1010	0101	1010
	$\vec{L} = Q \oplus Y$	0111	1000	1000	1000
	L	$X_1 \vee X_2$	$\bar{X}_1 X_2$	$X_1 \bar{X}_2$	$X_1 X_2$
F4	Q	1101	1101	1101	1101
	$\vec{x}_1 = \hat{x}_1 \oplus x_1$	0011	0011	1100	1100
	$\vec{x}_2 = \hat{x}_2 \oplus x_2$	0101	1010	0101	1010
	$\vec{L} = Q \oplus Y$	0010	0010	1101	0010
	L	$X_1 \bar{X}_2$	$X_1 X_2$	$X_1 \vee X_2$	$\bar{X}_1 X_2$

Далі інформацію з табл. 3.3 можна стиснути до п'яти рядків, залишивши лише дедуктивні формули для обробки вхідних списків, залежно від вхідного значення на кожному елементі (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Стиснення інформації з табл. 3.3

	x_1x_2	00	01	10	11
F1	L	\bar{X}_1X_2	$X_1 \vee X_2$	\bar{X}_1X_2	\bar{X}_1X_2
F2	L	$X_1\bar{X}_2 \vee \bar{X}_1X_2$			
F3	L	$X_1 \vee X_2$	\bar{X}_1X_2	$X_1\bar{X}_2$	X_1X_2
F4	L	$X_1\bar{X}_2$	X_1X_2	$X_1 \vee X_2$	\bar{X}_1X_2

З метою моделювання будь-яких векторів списків несправностей

$$L = \{L1, L2, L3, L4, L5\}$$

застосовується табл. 3.4 залежно від вхідного двійкового слова для отримання вихідного списку несправностей L9.

У табл. 3.5 наведено результат дедуктивного моделювання векторів L на цифровій структурі логічних елементів.

На рис. 3.4 подано остаточний результат отримання дедуктивних формул та їх застосування з метою транспортування векторів вхідних списків несправностей на вихід.

Таблиця 3.5 – Результат дедуктивного моделювання векторів L

	x_1x_2	00	01	10	11
F1	L1=01101110 L2 =11111001 L6 =01101110	\bar{X}_1X_2	$X_1 \vee X_2$	\bar{X}_1X_2	\bar{X}_1X_2
F2	L6=11111001 L3=01101110 L7=10010111	$X_1\bar{X}_2 \vee \bar{X}_1X_2$ D S D			
F3	L7=00000110 L4=11011011 L8=00000100	$X_1 \vee X_2$	\bar{X}_1X_2	$X_1\bar{X}_2$	X_1X_2
F4	L8=00000100 L5=10011110 L9=10011010	$X_1\bar{X}_2$	X_1X_2	$X_1 \vee X_2$	\bar{X}_1X_2

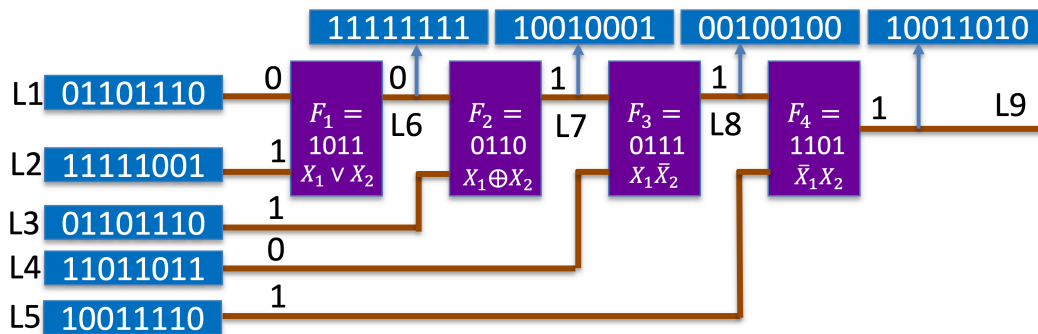


Рисунок 3.4 – Цифрова структура із чотирьох елементів після моделювання

Дедуктивна формула елемента F2 подана другим рядком таблиці. Елемент F2 володіє унікальною характеристикою, яка надає йому спроможність пропускати через себе лише відмінності D, що міститься в його списках

$$L = X_1\bar{X}_2 \vee \bar{X}_1X_2.$$

При цьому елемент поводиться однаково інваріантно до будь-якого двійкового вхідного слова.

3.3 Висновки до розділу 3

Розглянуто методи моделювання несправностей на основі дедуктивного підходу, що можуть бути використані для аналізу виборчої активності шляхів прийняття рішень будь-якої кібер-соціальної системи, яка представлена елементами логіки.

Впровадження векторно-дедуктивного методу в системи автоматизації проектування цифрових схем значно спрощує спосіб оцінки якості тестів, а векторна паралельна процедура передачі списку тестів надає необхідні інструменти для оцінки якості проекту, економить час. Для порівняння обчислювальної складності отримання дедуктивних формул розглянуть аналітичну класичну процедуру аналізу або елемента, що оперує булевими рівняннями, для яких необхідно мати складні обчислювачі.

У кіберсоціальной інтерпретації кожен змінний в цій схемі можна віднести до чиновників, які дозволяють або запобігають переходу активності громадян до виходу з соціологічних адміністративних структур.

Водночас роль кожного елемента такої ієрархії полягає у фільтрації чи посиленні активності громадян, що відіграє як позитивний, так і негативний вплив. Це може призвести до нульової активності на виході схеми та збільшення активності на вході схеми (збільшення виходу), особливо для потужних вхідних списків.

Конструктивний менеджер здатний перетворити відсутність активності з майже нульового списку вхідних даних на певне досягнення – підвищену активність на виході схеми Cyber Social Computing, завдяки застосуванню дедуктивної логіки та за умови впровадження кібер-соціальної структури ухвалення логічних рішень на всіх ієрархічних рівнях державного управління.

Таким чином, розглянутий метод векторного дедуктивного аналізу логічних структур відрізняється від відомих технологій моделювання [10,14,15,16,17,25] високим ступінем структуризації векторних даних, найпростішими паралельними логічними процедурами, швидкістю здобуття дедуктивних формул і моделюванням логічних елементів, що дозволяє використовувати його для обробки великих схем.

4 СПЕЦІАЛІЗОВАНИЙ ПРОЦЕСОР НА ОСНОВІ Q-ПОКРИТТЯ

На основі методу синтезу дедуктивних матриць для моделювання несправностей розробляється архітектура процесора для синтезу дедуктивної матриці з метою паралельного аналізу одиночних константних несправностей з використанням Q-покриття функціональності, що містить тільки дві операції. Програмна або апаратна реалізація може використовуватись для синтезу, аналізу, тестування, верифікації та діагностування цифрових систем на кристалах, а також для кіберсоціального комп'ютингу при прийнятті рішень.

4.1 Векторний метод синтезу дедуктивних функцій

Метод спрямований на логіку довільної розмірності, що подана кубітним вектором функціональності. Це робить його практично орієнтованим завдяки технологічності і простоті реалізації. Як правило, методи синтезу дедуктивних формул для цифрових схем залишаються поза публікаціями, які описують використання вже готових логічних виразів.

З метою розробки архітектури процесору застосовується підхід для отримання таких матриць дедуктивного аналізу цифрових схем. Найпростішим і найефективнішим методом синтезу дедуктивних функцій для моделювання помилок є використання векторних або кубітних покриттів булевих функцій. Тут кубітне покриття Q означає вектор стану вихідних змінних таблиці істинності [6, 10, 20-23]. Кожна координата у векторі відповідає двійковій адресі, визначеній у вхідному наборі функціональних елементів. Враховуючи, що кожний вхідний набір має власну дедуктивну функцію, слід створити матрицю для кожної вхідної послідовності розмірністю $2^n \times 2^n$.

4.2 Архітектура процесору для синтезу дедуктивної матриці

Процесор дедуктивного матричного синтезу для паралельного аналізу одиночних константних несправностей на основі Q-покриття функціональностей містить лише дві операції: XOR і суперпозицію (рис. 4.1).



Рисунок 4.1 – Схема секвенсора для синтезу векторів дедуктивної матриці

1. Формування матриці Q-векторів для дедуктивних функцій залежить від двійково-десятькового номера вхідного набору та координат Q-вектора для функції від змінних n :

$$L_{ij}^* = (Q_i \bigoplus_{j=1, m}^m Q_j)_{j=1, m=2^n}.$$

Обирається перша координата кубітного вектора як покриття, і XOR-взаємодіє з усіма координатами Q-вектора функціональності, щоб сформувати дедуктивний вектор для першої вхідної послідовності. Далі обирається друга координата вектора Q, яка також взаємодіє з усіма координатами покриття Q за XOR операцією. Процес завершується після того, як усі координати вектора Q об'єднано за операцією XOR з кубітним вектором.

Обчислювальна складність описаної процедури 2^{n+1} . Її можна зменшити до n за рахунок апаратної реалізації паралельного виконання операції XOR.

2. Після формування дедуктивної матриці для всіх вхідних наборів щодо кубітного покриття функціональності необхідно виконати зміни порядку бітів стовпців отриманої матриці згідно з правилом:

$$L_{ij} = [L^*(H_{ij})]_{\{i,j\}=1}^m$$

Відповідно до числового значення (номерів), представленого матрицею перестановок H , ця матриця розмірно така ж, як матриця кубітного покриття дедуктивної функції. Нижче наведено приклад отримання матриці дедуктивних векторів і відповідної функції в логіці (and, or, xor, not-xor, not, repeater) з використанням лише кубітного покриття функціональності [10, 16]:

Q _{and}	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄
0	0	0	0	1
0	0	0	0	1
0	0	0	0	1
1	1	1	1	0

 \rightarrow

1	2	3	4
2	1	4	3
3	4	1	2
4	3	2	1

 \rightarrow

X ₁ X ₂	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄
00	0	0	0	0
01	0	0	1	1
10	0	1	0	1
11	1	0	0	1

 $\rightarrow L = (00)(X_1X_2) \vee (01)(X_1\bar{X}_2) \vee (10)(\bar{X}_1X_2) \vee (11)(X_1 \vee X_2)$

Q _{or}	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄
0	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	0	0
1	1	0	0	0

 \rightarrow

1	2	3	4
2	1	4	3
3	4	1	2
4	3	2	1

 \rightarrow

X ₁ X ₂	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄
00	0	0	0	0
01	1	1	0	0
10	1	0	1	0
11	1	0	0	1

 $\rightarrow L = (00)(X_1 \vee X_2) \vee (01)(\bar{X}_1X_2) \vee (10)(X_1\bar{X}_2) \vee (11)(X_1X_2)$

Q _{xor}	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄
0	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	0	1
0	0	1	1	0

 \rightarrow

1	2	3	4
2	1	4	3
3	4	1	2
4	3	2	1

 \rightarrow

X ₁ X ₂	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄
00	0	0	0	0
01	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	0	0	0	0

 $\rightarrow L = (00 \vee 01 \vee 10 \vee 11)(\bar{X}_1X_2 \vee X_1\bar{X}_2) = (xx)(\bar{X}_1X_2 \vee X_1\bar{X}_2)$

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{c|cccc} Q_{n_{xr}} & L_1 & L_2 & L_3 & L_4 \\ \hline 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{array}
 \rightarrow
 \begin{array}{c|cccc} 1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline 2 & 1 & 4 & 3 \\ 3 & 4 & 1 & 2 \\ 4 & 3 & 2 & 1 \end{array}
 \rightarrow
 \begin{array}{c|cccc} X_1 X_2 & L_1 & L_2 & L_3 & L_4 \\ \hline 00 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 01 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 10 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 11 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}
 \rightarrow \\
 \rightarrow L = (00 \vee 01 \vee 10 \vee 11)(\bar{X}_1 X_2 \vee X_1 \bar{X}_2) = (xx)(\bar{X}_1 X_2 \vee X_1 \bar{X}_2).
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{c|cc} Q_{not} & L_1 & L_2 \\ \hline 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{array}
 \rightarrow
 \begin{array}{c|c} 1 & 2 \\ \hline 2 & 1 \end{array}
 \rightarrow
 \begin{array}{c|ccc} X & L_1 & L_2 \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{array}
 \rightarrow \\
 \rightarrow L = (0 \vee 1)(X \vee X) = (xx)(X).
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{c|cc} Q_{rep} & L_1 & L_2 \\ \hline 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{array}
 \rightarrow
 \begin{array}{c|c} 1 & 2 \\ \hline 2 & 1 \end{array}
 \rightarrow
 \begin{array}{c|ccc} X & L_1 & L_2 \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{array}
 \rightarrow \\
 \rightarrow L = (0 \vee 1)(X \vee X) = (xx)(X).
 \end{array}$$

Тут перестановка бітів є рекурсивною і регулярною процедурою, а також обчислювально нескладною [10, 23].

Удосконалений метод синтезу дедуктивних матриць для моделювання помилок відрізняється від відомих аналогів оригінальністю математичного рішення, високим ступенем паралелізму та компактністю структури даних. Реалізація може бути використана для синтезу та аналізу, тестування, перевірки та діагностики цифрових систем на кристалі.

Для розвитку memory-driven logic-free комп'ютингу дедуктивний кубітно-векторний аналіз суттєво сприяє розробці підтримуваних цифрових систем для опису регістрів та системного рівня [10, 16].

Висока продуктивність синтезу кубітних дедуктивних покриттів

$$Q = 2 \times 2^n = 2^{n+1},$$

тому він використовується в режимі онлайн. Реалізація двох операцій у регістрі, порівняння XOR і перевпорядкування бітів (суперпозиція), дозволяє

зменшити наведену вище оцінку від 2 до 5 автоматних тактів. Крім того, ці дві операції можна об'єднати в одну, яка виконується в автоматному такті.

4.3 Висновки до розділу 4

Таким чином, для розвитку memory-driven logic-free комп'ютингу застосовується кубітно-векторний дедуктивний аналіз.

На основі методу синтезу дедуктивних матриць для моделювання несправностей запропоновано архітектуру процесора для синтезу дедуктивної матриці з метою паралельного аналізу одиночних константних несправностей з використанням Q-покриття функціональності, що містить дві операції – XOR і суперпозицію.

Програмна або апаратна реалізація може використовуватись для синтезу, аналізу, тестування, верифікації та діагностування цифрових систем на кристалах.

ВИСНОВКИ

У роботі проаналізовано тенденції сучасних електронних технологій на основі огляду літературних джерел та прогнозів американської дослідницької та консалтингової компанії Gartner Research Group.

Мета дослідження – суттєве підвищення якості цифрового моніторингу та управління соціальними процесами шляхом створення процесора з використанням дедуктивного аналізу для розвитку кіберсоціального комп'ютингу – досягнуто завдяки розв'язку наступних задач:

- проаналізовано сучасні технологічні тенденції;
- проведено аналіз моделей та методів кіберсоціального комп'ютингу;
- проаналізовано методи моделювання несправностей на основі дедуктивного аналізу;
- розроблено архітектуру спеціалізованого процесору кіберсоціального комп'ютингу на основі дедуктивного аналізу.

Наукова новизна. На основі методу синтезу дедуктивних матриць для моделювання несправностей розроблено архітектуру процесору для синтезу дедуктивної матриці з метою паралельного аналізу одиночних константних несправностей з використанням Q-покриття функціональності, що містить лише дві операції – XOR і суперпозицію.

Практична значимість. Програмна або апаратна реалізація може використовуватись для синтезу, аналізу, тестування, верифікації та діагностування цифрових систем на кристалах.

Gartner Pure Cycle™ для цифрових державних послуг на 2022 рік допомагає організаціям державного сектору оцінювати, розставляти пріоритети та впроваджувати технології, які можуть слугувати інтересам окремих осіб, бізнесу та суспільства. Деякі інновації будуть широко впроваджені у цивільних службах лише за два роки; інші можуть зайняти 10 років і більше. Керівники підприємств та ІТ-директори можуть

використовувати Нуре цикл для планування інвестицій і в очікуванні інновацій у сфері послуг. У тому числі виявлення потенціалу збоїв на ранній стадії. Все це має орієнтацію на предмет коберсоціального комп'ютингу, що складає перспективу дослідження.

Результати відображено у тезах доповіді на науковій конференції [27] (додаток Б).

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Find out how the 2022 Hype Cycle™ identifies exciting new emerging technologies and is likely to drive competitive differentiation and efficiency. Режим доступу: <https://www.gartner.co.uk/en/articles/what-s-new-in-the-2022-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies>
2. Emerging technologies like smart spaces, homomorphic encryption, generative AI, graph technologies and the metaverse will disrupt and transform entire markets. Режим доступу: <https://www.gartner.com/en/articles/5-impactful-technologies-from-the-gartner-emerging-technologies-and-trends-impact-radar-for-2022>
3. Hai Zhuge. *Cyber-Physical-Social Intelligence: На Human-Machine-Nature Symbiosis (Springerbriefs in Computer Science)* 1st ed. 2020 Edition ISBN-13: 978-9811373107. ISBN-10: 9811373108. Springer.
4. S. Dhelim, H. Ning, F. Farha, L. Chen, L. Atzori та M. Daneshmand, "IoT-Enabled Social Relationships Meet Artificial Social Intelligence," in *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 8, no. 24, pp. 17817-17828, 15 Dec.15, 2021, doi: 10.1109/IIOT.2021.3081556.
6. V. Hahanov "*Cyber Physical Computing for IoT-driven Services*", New York, Springer International Publishing AG, p 279, doi: 10.1007/978-3-319-54825-8. (2018).
7. Abramovici M. *Digital System Testing and Testable Design* / M. Abramovici, MA Breuer and AD Friedman. Comp. Sc. Press. 1998. - 652 p.
8. Takahashi, N. Ishiura і S. Yajima, "Fault simulation for multiple faults by Boolean function manipulation," в *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*, vol. 13, no. 4, pp. 531-535, April 1994, doi: 10.1109/43.275363.
9. T. Liu, T. Yu, S. Wang та S. Cai, "An Efficient Degraded Deductive Fault Simulator for Small-Delay Defects," в *IEEE Access*, vol. 8, pp. 204855-204862, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3037292.

10. I. Hahanov, S. Chumachenko, I. Iemelianov, V. Hahanov, L. Larchenko and T. Daniyil, "Deductive qubit fault simulation," *2017 14th International Conference The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM)*, Lviv, Ukraine, 2017, pp. 256-259, doi: 10.1109/CADSM.2017.7916129.
11. U. Reinsalu, J. Raik and R. Ubar, "Register-transfer level deductive fault simulation using decision diagrams," 2010 12th Biennial Baltic Electronics Conference, 2010, pp. 193-196, doi: 10.1109/BEC.2010.5631842.
12. I. Pomeranz and S.M. Reddy, "Unspecified Transition Faults: A Transition Fault Model for Speed Fault Simulation and Test Generation," в *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*, vol. 27, no. 1, pp. 137-146, Jan. 2008, doi: 10.1109/TCAD.2007.907000.
13. U. Reinsalu, J. Raik, R. Ubar і P. Ellervee, "Fast RTL Fault Simulation За допомогою діаграми і битви Set Operations," 2011 IEEE International Symposium on Defect and Fault Tolerance in VLSI and Nanotechnology Systems, Vancouver, BC , 2011, pp. 164-170, doi: 10.1109/DFT.2011.42.
14. R. Ubar, S. Devadze, J. Raik and A. Jutman, "Fast Fault Simulation for Extended Class of Faults in Scan Path Circuits," 2010 Fifth IEEE International Symposium on Electronic Design, Test & Applications, Ho Chi Minh City , 2010, pp. 14-19, doi: 10.1109/DELTA.2010.32.
15. R. Dobai and E. Gramatova, "Deductive Fault Simulation for Asynchronous Sequential Circuits," 2009 12th Euromicro Conference on Digital System Design, Architectures, Methods and Tools, Patras, 2009, pp. 459-464, doi: 10.1109/DSD.2009.129.
16. V. Hahanov, AV Hacimahmud, E. Litvinova, S. Chumachenko та I. Hahanova, "Quantum Deductive Simulation for Logic Functions", 2018 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS), 2018, pp. 1-7, doi: 10.1109/EWDTS.2018.8524619.

17. V. Hahanov, W. Gharibi, E. Litvinova ta S. Chumachenko, "Qubit-driven Fault Simulation," 2019 IEEE Latin American Test Symposium (LATS), 2019, pp. 1-7, doi: 10.1109/LATW.2019.8704583.

18. W. Gharibi, D. Devadze, V. Hahanov, E. Litvinova and I. Hahanov, "Qubit Test Synthesis Processor for SoC Logic," *2019 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS)*, Batumi, Georgia, 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/EWDTS.2019.8884476.

19. V. Hahanov et al., "Vector-Qubit models for SoC Logic-Structure Testing and Fault Simulation," 2021 IEEE 16th International Conference on Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM), 2021, pp. 24-28, doi: 10.1109/CADSM52681.2021.9385266.

20. W. Gharibi, D. Devadze, V. Hahanov, E. Litvinova ta I. Hahanov, "Qubit Test Synthesis Processor for SoC Logic," 2019 IEEE East West Design & Test Symposium (EWDTS), Batumi, Georgia, 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/EWDTS.2019.8884476.

21. V. Hahanov, S. Hyduke, W. Gharibi, E. Litvinova, S. Chumachenko ta I. Hahanova, "Quantum Models and Method for Analysis and Testing Computing Systems," 2014 11th International Conference on Information Technology: New Generations, Las Vegas, NV 2014, pp. 430-434, doi: 10.1109/ITNG.2014.125.

22. M. Karavay, V. Hahanov, E. Litvinova, H. Khakhanova ta I. Hahanova, "Qubit Fault Detection in SoC Logic," 2019 IEEE East West Design & Test Symposium (EWDTS), Batumi, Georgia, 2019, pp. 1-7, doi: 10.1109/EWDTS.2019.8884475.

23. M. Dumitrescu, T. Munteanu, D. Floricau ta AP Ulmeanu, "A complex fault-tolerant power system simulation," 2005 2nd International Conference on Electrical and Electronics Engineering, 2005, pp. 267-272, doi: 10.1109/ICEEE.2005.1529624.

24. S. Moazzeni, A. Emami i S. Poormozaffari, "An Optimized Simulation-Based Fault Injection and Test Vector Generation Using VHDL to Calculate Fault

Coverage," 2009 10th International Workshop on Microprocessor Test and Verification, 2009, pp. 55-60, doi: 10.1109/MTV.2009.22.

25. S. Teshima, N. Chujo, N. Sano, H. Nagase i M. Takigawa, "Accelerated fault simulation by propagating disjoint fault-sets," [1988] The Eighteenth International Symposium on Fault-Tolerant Computing. Digest of Papers, 1988, pp. 116-121, doi: 10.1109/FTCS.1988.5308.

26. M. Srivastava, S.K. Goyal, A. Saraswat and G. Gangil, "Simulation Models for Different Power System Faults," 2020 IEEE International Conference on Advances and Developments in Electrical and Electronics Engineering (ICADEE), 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICADEE51157.2020.9368915.

27. Животинський А.С. Моделі аналізу логічних функцій / 27-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 5. – Харків: ХНУРЕ. 2023. – С. 81-82.