

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 КОМП'ЮТИНГУ ДЛЯ РОЗУМНОГО КІБЕРУНІВЕРСИТЕТУ**  
(тема)

Виконав: студент II курсу, групи СКСм-22-2

Микитась А. О.  
(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)

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерної інженерії та управління  
Кафедра Автоматизації проектування обчислювальної техніки  
Рівень вищої освіти другий (магістерський)  
Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія  
(шифр і назва)  
Тип програми Освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)  
Освітня програма Спеціалізовані комп'ютерні системи  
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АПОТ   
Чумаченко С.В.  
(підпис)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФАЦІЙНУ РОБОТУ**

студентові Микитасю Антону Олександровичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема роботи Моделі комп'ютингу для розумного кіберуніверситету  
затверджена наказом по університету від 03 листопада 2023 р. № 1282 Ст
- Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 19 січня 2023 р.
- Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

Дедуктивне моделювання несправностей

Булеві похідні

Елементи булевої логіки

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати у роботі \_\_\_\_\_

Аналіз предметної області

Кіберсоціальний комп'ютинг

Векторно-дедуктивний аналіз

Процесор управління ресурсами

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів) \_\_\_\_\_  
слайди презентації – 18 \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_


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	Соціальне моделювання та кіберсоціальний комп'ютинг	22.09.2023-15.10.2023	
4	Кіберфізичні структури хмарного управління соціальними процесами.	16.10.2023-06.11.2023	
5	Архітектура процесору управління ресурсами	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  Микитась А.О.  
(підпис)

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

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 57 с., 10 рис., 27 джерел.

МОДЕЛЬ, МЕТОД, АРХІТЕКТУРА, КІБЕРФІЗИЧНИЙ КОМП'ЮТИНГ, КІБЕРСОЦІАЛЬНИЙ КОМП'ЮТИНГ, МЕТРИКА, ЛОГІЧНА СХЕМА, ВЕКТОРНО-ДЕДУКТИВНИЙ АНАЛІЗ, СЕКВЕНСОР, ПРОЦЕСОР.

У магістерській роботі розглядаються питання, пов'язані зі створенням моделей, методів, архітектур моніторингу та управління розумним кіберуніверситетом.

Мета дослідження – зменшення часу виконання керованих впливів при управлінні університетом за рахунок розробки та застосування моделей, методів, архітектури кіберсоціального комп'ютингу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- проаналізувати сучасні технологічні тенденції;
- виконати аналітичний огляд моделей та методів кіберсоціальних процесів;
- вдосконалити кіберфізичні та кіберсоціальні структури хмарного управління соціальними процесами;
- розробити архітектуру спеціалізованого процесору управління ресурсами кіберуніверситету.

Об'єкт дослідження – кіберсоціальний комп'ютинг.

Предмет дослідження – кіберфізичні структури хмарного управління соціальними процесами.

## ABSTRACT

The explanatory note contains: 57 pages, 10 figures, 27 sources according to the list of links.

MODEL, METHOD, ARCHITECTURE, CYBERPHYSICAL COMPUTING, CYBERSOCIAL COMPUTING, METRICS, LOGIC SCHEME, VECTOR-DEDUCTIVE ANALYSIS, SEQUENCER, PROCESSOR.

The master's work examines issues related to the creation of models, methods, monitoring architectures and management of a smart cyber university.

The purpose of the study is to reduce the time of managing controlled influences in the management of the university due to the development and application of models, methods, architecture of cyber-social computing.

To achieve the goal, the following tasks must be solved:

- analyze modern technological trends;
- perform an analytical review of models and methods of cyber-social processes;
- to improve cyber-physical and cyber-social structures of cloud management of social processes;
- to develop an architecture for a cyber university resource management processor.

The object of research is cyber-social computing.

The subject of research is cyber-physical structures of cloud management of social processes.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	8
ВСТУП.....	9
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	10
1.1 Становлення соціального моделювання.....	10
1.2 Стан досліджень.....	11
1.3 Технологічні інновації.....	15
1.4 Висновки до розділу 1 .....	17
2 КІБЕРСОЦІАЛЬНИЙ КОМП'ЮТИНГ.....	19
2.1 Соціальне моделювання.....	19
2.2 Види моделювання .....	23
2.3 Аспекти моделювання соціальних процесів .....	27
2.5 Цифровізація як основа комп'ютингу .....	30
2.6 Висновки до розділу 2 .....	33
3 КІБЕРФІЗИЧНІ СТРУКТУРИ ХМАРНОГО УПРАВЛІННЯ СОЦІАЛЬНИМИ ПРОЦЕСАМИ .....	34
3.1 Інженерія та моделювання соціальних процесів .....	34
3.2 Логічні схеми управління університетом.....	36
3.3 Кіберсоціальне управління .....	37
3.4 Кіберсоціальні архітектури моніторингу та управління.....	40
3.5 Висновки до розділу 3 .....	42
4 ПРОЦЕСОР УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ.....	43
4.1 Секвенсор дедуктивного аналізу соціальних запитів .....	43
4.2 Система моніторингу діяльності та розподілу ресурсів .....	48

4.3 Архітектура процесора метричного управління ресурсами .....	53
4.4 Висновки до розділу 4 .....	54
ВИСНОВКИ .....	56
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	58
ДОДАТОК А Графічний матеріал до кваліфікаційної роботи (презентація).....	61
ДОДАТОК Б Тези доповіді.....	70
Відомості кваліфікаційної роботи.....	75

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АСМ – адаптивний кейс менеджмент (концепція бізнес-процесів Adaptive Case Management);

AI – штучний інтелект (Artificial Intelligent);

ASI – штучний соціальний інтелект (Artificial Social Intelligence);

СММН – нотації моделювання управління справами;

CPS – Cyber Physical System;

CSS – Cyber Social System;

DL – дедуктивна логіка;

ESNAM – енциклопедія інтелектуального аналізу соціальних мереж;

IEEE GRSS стандарти;

IoT – інтернет речей;

SL-модель – соціально-логічна модель;

ЕОМ – електронна обчислювальна машина;

ШІ – штучний інтелект.

## ВСТУП

У магістерській роботі розглядаються питання, пов'язані зі створенням моделей, методів, архітектур моніторингу та управління розумним кіберуніверситетом.

Мета дослідження – зменшення часу виконання керованих впливів при управлінні університетом за рахунок розробки та застосування моделей, методів, архітектури кіберсоціального комп'ютингу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- проаналізувати сучасні технологічні тенденції;
- виконати аналітичний огляд моделей та методів кіберсоціальних процесів;
- вдосконалити кіберфізичні та кіберсоціальні структури хмарного управління соціальними процесами;
- розробити архітектуру спеціалізованого процесору управління ресурсами кіберуніверситету.

Об'єкт дослідження – кіберсоціальний комп'ютинг.

Предмет дослідження – кіберфізичні структури хмарного управління соціальними процесами.

## 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

Наводиться огляд моделей, методів та технологічних рішень, орієнтованих на створення ефективних засобів, які надають можливість виконувати синтез та аналіз рішень комп'ютерної інженерії та соціальних процесів.

### 1.1 Становлення соціального моделювання

Хоча соціальне моделювання є міждисциплінарною сферою, воно часто використовується для вирішення проблем у сфері національної безпеки, таких як боротьба з корупцією, соціальним насильством, формування національної ідентичності та перехід до демократичних суспільств [1]. Фундаментальні дослідження в області соціального моделювання відображені в численних публікаціях.

У 1964 році опублікована перша монографія, присвячена математичній соціології [2]. У 1973 і 1975 роках опубліковані перші фундаментальні монографії, присвячені математичній соціології [3]. У 1985 році видана книга англійського ученого Д. Бартоломью [4], яка витримала три видання. Вона стала однією з фундаментальних для фахівців, хто займається моделюванням соціальної мобільності, що передбачає зміну особами своєї соціальної ролі в структурі груп – сукупністю людей, об'єднаних за певними ознаками.

У 1992 р. була опублікована монографія [5], яка містить великий огляд системного аналізу та концепцій епістемології. Обговорюються методи та приклади побудови моделей хвильових, еволюційних, кризових і революційних процесів.

У 1993 році в Сполучених Штатах за підтримки Національного наукового фонду та Національного центру застосування суперкомп'ютерів

([//www.nsf.gov/sbe/ses/soc/works5.jsp](http://www.nsf.gov/sbe/ses/soc/works5.jsp)) розпочато розробку проекту штучного соціального інтелекту (ASI), до якого було залучено провідних фахівців США з комп'ютерної соціології [6] з метою створення принципово нової інформаційної технології.

У 2005 р. вийшла монографія (нове видання 2010 р.) Вейдліха [7], яку присвячено просторово-часовому розвитку систем з людськими елементами. Ідея соціальної динаміки виявилася плідною завдяки розробленій авторами системній методології, яка поєднує в собі якісне дослідження та кількісне моделювання соціальних процесів.

## 1.2 Стан досліджень

Певні соціальні процеси можна вивчати за допомогою моделей, запроваджених Вейдліхом та Хаагом, які спробували розробити загальну кількісну соціологію. В [8] пропонується застосувати запропонований підхід, використовуючи технологію MAPLE для розв'язання двох моделей. Ідея представити математичне моделювання, чисельні алгоритми та їх реалізацію як наріжні камені наукових обчислень реалізована унікальним чином. Використовується подання чисельних алгоритмів в проектно-орієнтованому стилі.

Адаптивне управління справами [9] – це альтернативний підхід до підтримки процесів, що вимагають великої кількості людей. Він може обслуговуватись мовою нотації моделювання управління справами (СММН) для цілей моделювання. У цій статті концепції АСМ використовуються для підтримки процесів, що вимагають інтенсивної участі людини, які виконуються в соціальному середовищі, що називаються соціальними процесами. Як перший крок досліджується використання мови СММН для їх моделювання. Відповідні моделі соціальних процесів СММН можуть виконуватись на платформі соціальної мережі. З цією метою метамодель

АСМ розширюється, щоб включити властивості виконання соціального середовища. Щоб продемонструвати потенціал запропонованого удосконалення, використовується приклад соціального процесу.

Енциклопедія інтелектуального аналізу соціальних мереж (ESNAM) [10] є першим довідником на основі поєднання фундаментальних концепцій та соціальних мереж і додатків для аналізу даних. Він поєднує основні концепції та дослідницькі зусилля. Містить нові терміни, як краудсорсинг, аналіз думок і аналіз настроїв. Поява електронних засобів зв'язку і, зокрема, онлайн-спільнот призвела до створення соціальних мереж неймовірних розмірів. Відображає міждисциплінарний характер цієї унікальної галузі, істотний внесок різних дисциплін, від комп'ютерних наук, математики та статистики до соціології та поведінкових наук. Розглядаються застосування методів соціальних мереж в інших областях, таких як Інтернет і біологічні мережі.

Книга [11] описує комплексний підхід до формального застосування наук про системи для детального аналізу різноманітних складних систем. Практичні приклади трьох етапів системної науки (аналіз, моделювання та проектування) застосовуються до різних типів систем, включаючи механічні, органічні (екосистеми) і надорганічні (бізнес-організації та уряди).

Докладно показано, як функціонально та структурно деконструювати складні системи, використовуючи фундаментальну мову систем. Показано, як зафіксувати виявлені деталі у структурованій базі знань, з якої можна отримати абстрактні моделі для специфікацій системного проектування, створених людиною артефактів чи політичних рекомендацій або механізмів для управління соціально-економічними та екологічними системами.

Сучасні аналітичні підходи [12] у обчислювальних соціальних науках можна охарактеризувати чотирма домінуючими парадигмами: аналіз тексту (витяг та класифікація інформації), аналіз соціальних мереж (теорія графів), аналіз

соціальної складності (наука про складні системи) та соціальне моделювання. Однак коли справа доходить до організаційних та соціальних одиниць аналізу, не існує підходу до концептуалізації, моделювання, аналізу, пояснення та прогнозування взаємодій у соціальних мережах як асоціацій людей з ідеями, цінностями, ідентичностями. Щоб усунути це обмеження, засноване на соціології асоціацій та математики теорії множин, представлено новий підхід до аналітики великих даних, що називається аналізом соціальних множин. Описуються наслідки для аналізу великих даних, поточні обмеження теоретико-множинного підходу та майбутні напрямки теорії соціальних даних, концептуальних і формальних моделей соціальних даних та аналітичної основи для об'єднання великих наборів соціальних даних з наборами організаційних та соціальних даних.

У [13] обговорюється питання моделювання різноманітних соціальних конфліктів з допомогою рівнянь дифузії. Основним підходом є метод математичного моделювання в сучасній гуманітаристиці. Розглянуто основні поняття соціального конфлікту, зокрема етносоціального, релігійного та інших конфліктів, а також способи їх класифікації та інтерпретації.

Поняття конфлікту у соціальній системі визначається з погляду математичного моделювання. Введено модель, засновану на рівнянні дифузії Ланжевена. Ідея полягає в тому, що індивідууми у суспільстві взаємодіють у вигляді комунікативного поля. Це поле індукується кожним індивідуумом у суспільстві та моделює інформаційну взаємодію між індивідами. Дано аналітичний розв'язок отриманої системи рівнянь у першому наближенні для типу дифузії, що розходитьсь. Показано, що навіть на простому прикладі взаємодії двох груп індивідів розроблена модель дозволяє виявити характерні закономірності конфлікту у соціальній системі, визначити вплив соціальної дистанції у суспільстві на умови генерації. таких процесів, як облік зовнішніх впливів чи випадкового фактора. На основі аналізу фазових портретів, отриманих моделюванням, робиться

висновок про існування області стійкості, в межах якої соціальна система є стійкою і неконфліктною.

У [14] сформульована та використана для комп'ютерного моделювання модель соціально-економічних явищ на основі твердотільної моделі Ізінга. Вона заснована на решітковій моделі феромагнітної або антиферомагнітної матерії, але має справу із соціальними явищами. Розглядається сукупність агентів соціально-економічної взаємодії. Вони приймають рішення про участь у тій чи іншій діяльності дискретних моментів часу. Рішення може призвести до прибутку чи збитку. Це від попередньої історії соціально-економічної системи. Динаміка системи визначається стохастичним марковським процесом. Стохастичний характер процесу перебуває під впливом зовнішніх та індивідуальних факторів. Модель сформульована алгоритмічно як послідовність кроків та досліджується за допомогою комп'ютерного моделювання.

Дослідження рекомендаційних систем показало [15], що на основі інформації із соціальних мереж можна явно покращити якість рекомендацій. Традиційні моделі соціальних рекомендацій зазвичай лінійно комбінують інформацію із соціальних мереж. Наприклад, моделі, засновані на матричній факторизації, лінійно комбінують приховані фактори відповідних користувачів та предметів. Однак на практиці багатогранні соціальні відносини настільки складні, що проста лінійна комбінація не може розумно організувати таку інформацію для точної соціальної рекомендації. З іншого боку, існуючим нелінійним методам, що ґрунтуються на глибокому навчанні, не вистачає систематичного моделювання відносин користувач-елемент-друг. Щоб упоратися з цими проблемами, пропонується нова нелінійна модель латентного фактора для соціальних рекомендацій, що використовує процес Гауса. Для відповідності моделі розроблено алгоритм оптимізації на основі стохастичного градієнтного спуску. Експерименти, проведені

на трьох реальних наборах даних, показують, що запропонована модель перевершує сучасні моделі соціальних рекомендацій і моделі, засновані на гауссовском процесі.

### 1.3 Технологічні інновації

Технологічні інновації [16] – це динамічний процес, що охоплює життєвий цикл ідеї, від наукових досліджень до виробництва. У рамках цього процесу часто буває кілька ключових нововведень, які суттєво впливають на розвиток технології. Результати демонструють, як запропонований підхід може відстежувати основні розробки в галузі досліджень і виділяти важливі технології, які допомагають особам для прийняття рішень ефективніше керувати технічними етапами інноваційного процесу.

Дані спостереження Землі [17], як один з елементів великих даних, що швидко розширюється, потенційно можуть допомогти у вирішенні багатьох соціальних і екологічних проблем, що стоять перед людством. У той час як все більше даних стають загальнодоступними, можливості установ, осіб, які приймають рішення, та громадян щодо використання великих даних обмежені, особливо в менш технологічно розвинених країнах, що посилює нерівність у всьому «цифровому розриві». Розроблені стандарти є важливою частиною вирішення цієї проблеми. Описується діяльність Технічного комітету зі стандартів IEEE GRSS для спостережень за Землею щодо розробки стандартів для покращення доступності та інтерпретованості даних, отриманих за допомогою декількох видів технологій дистанційного зондування.

У [18] запропоновано принципове вирішення актуальної проблеми економічного, соціального та технологічного майбутнього України та світу. Проблема полягає в усуненні корупції через формування та реалізацію державної програми «Створення кіберфізичного простору для цифрового моніторингу

технологічних процесів та оптимального управління ресурсами для досягнення суспільно значимих цілей».

Кібертехнологія цифрового (без участі людини) управління соціальними ресурсами (кадри та фінанси) включає два хмарні сервіси: 1) розподіл державних замовлень і фінансів між структурами, підприємствами та суб'єктами на основі конкуренції матриць їх компетенцій за заданим показником; 2) розподіл вакансій персоналу по соціальним групам, що масштабуються, на основі конкурсу матриць компетенцій претендентів за заданою метрикою.

Метрика компетентності – це спосіб вимірювання відстані між об'єктами або процесами, що ґрунтується на використанні вектора параметрів, що визначає простір або матрицю компетентності людини або соціальної групи в реальному часі. Матриця компетенцій є модель комплексної діяльності та навичок людини або соціальної групи на заданому показнику та тимчасовому інтервалі.

Як альтернативне вирішення проблеми розглядається кіберфізична система управління людськими та фінансовими ресурсами (Cyber Social Systems – CSS), як масштабований хмарний сервіс, доступний соціальним групам, державним органам, приватним компаніям та приватним особам; забезпечує довічний моніторинг компетенцій відповідних суб'єктів у режимі реального часу з метою здійснення кіберуправління персоналом шляхом відповідного кар'єрного, морального та матеріального заохочення за результатами їхньої творчої діяльності. Кіберсоціальна система орієнтована на тотальне знищення корупції у діях керівників усіх рівнів за рахунок усунення суб'єктності в управлінні людськими та фінансовими ресурсами на основі передачі службових функцій незалежному хмарному кіберсервісу.

У [19] пропонується система хмарних сервісів CyUni для активного моніторингу та управління оцифрованими науковими та освітніми процесами, початковими та середніми підрозділами університету. CyUni базується на

технологічній культурі IoT, що має ієрархічну структуру Cloud-Fog Networks - Mobile, що виключає паперові носії, та залежність від суб'єктивізму академічних чиновників. Запропоновано соціально значущу модель кібермоніторингу державних структур без участі людини; дозволяє позбавити авторитарного лідера функціональності суб'єктивного управління ресурсами та процесами. Розроблено моделі гармонійної взаємодії демократичних правил голосування та кібермоніторингу для прийняття рішень у державних університетах та організаціях. Визначено ринкову реалізованість CyUni-сервісу; це визначається тенденцією глобального впровадження кіберсервісів у державні наукові та освітні структури, орієнтовані на ініціацію діяльності професорсько-викладацького складу, що може підвищити продуктивність праці вчених, як мінімум, вдвічі.

#### 1.4 Висновки до розділу 1

Таким чином, на підставі огляду літературних джерел, сучасних технологічних тенденцій, моделей і методів визначено актуальність дослідження. Дістало висновку, що реалізація кіберсоціальних моделей, методів, архітектур, надасть можливість суттєво спростити процес управління у розумному кіберуніверситеті.

Мета дослідження – зменшення часу виконання керованих впливів при управлінні університетом за рахунок розробки та застосування моделей, методів, архітектури кіберсоціального комп'ютингу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- проаналізувати сучасні технологічні тенденції;
- виконати аналітичний огляд моделей та методів кіберсоціальних процесів;

- вдосконалити кіберфізичні та кіберсоціальні структури хмарного управління соціальними процесами;
- розробити архітектуру спеціалізованого процесору управління ресурсами кіберуніверситету.

## 2 КІБЕРСОЦІАЛЬНИЙ КОМП'ЮТИНГ

Розглядаються моделі та основні підходи до моделювання соціальних процесів, тенденції зрощування інженерних та соціальних технологій та перетворення у новий напрямок – кіберсоціальний комп'ютинг.

### 2.1 Соціальне моделювання

Соціальне моделювання є розділом математичної соціології [2, 3]. Якщо метою математичної соціології є використання математичних методів для опису, пояснення і прогнозування соціальних систем, явищ і процесів, то предметом соціального моделювання є модельний підхід до аналізу соціальної реальності, мета – її моделювання.

У широкому розумінні моделювання – це багатогранний метод дослідження і форма навчання. Це включає вивчення реально існуючих об'єктів, явищ, соціальних процесів, органічних і неорганічних систем. Це означає, що можливості моделювання практично необмежені. Воно охоплює всі процеси. Проте, хоча моделювання властиве будь-якому пізнавальному процесу, це не означає, що моделювання є єдиним і всеохоплюючим пізнавальним методом.

Моделювання є специфічним і багатофункціональним дослідженням. Його основне завдання – відтворити інший об'єкт (модель) для заміни існуючого об'єкта на основі його схожості з ним. Модель є аналогом оригіналу. Вона повинна бути схожою на оригінал, але не можна його повторювати, тому що в цьому випадку буде втрачено сенс самого моделювання. Неприпустимо також довільне моделювання, бо вихідна модель представлена неправильно і не виконує своєї функції. У рамках

комп'ютерної соціології розроблено моделі глобального світу, організацій, соціальних груп [20].

Суспільство не може розвиватися інтелектуально, не аналізуючи різні сторони себе і своєї діяльності, не контролюючи себе, не дивлячись у майбутнє. Однак, щоб цей аналіз був валідним, він має базуватися на точних і об'єктивних даних: інформаційній базі та соціальному інтелекті. Багато проблем, придатних для кількісного аналізу, можна формалізувати за допомогою математичного моделювання, виразити чисельною мовою та обробити на комп'ютері. Проте не всі соціальні процеси можна кількісно виміряти та контролювати. Соціальні відносини характеризуються високою складністю, взаємодією з різноманітними факторами, взаємовплив яких неоднозначний і мінливий. Причинно-наслідковий зв'язок, його сила та природа мінливі та невизначені.

Крім того, необхідно мати на увазі, що всі соціальні процеси здійснюються людьми, і їхні дії, думки та почуття не можуть мати числового дзеркала. Тому для об'єктивного аналізу якісного змісту процесів у соціальній сфері потрібні різні методики. Тому потрібні різні моделі, які мають такі особливості: пізнання операційних систем та об'єктів; визначення основних параметрів, шляхи їх подальшого покращення; порівняльний аналіз оригіналу та моделі для визначення якісних характеристик.

Моделювання також виконує важливі евристичні функції. Воно виявляє негативні тенденції, визначає позитивні шляхи вирішення проблем і пропонує альтернативні варіанти. Таким чином, моделювання працює невід'ємно від прогнозування, оскільки є його невід'ємною частиною.

Традиційно можна виділити кілька видів моделей: когнітивні, евристичні, моделі майбутнього – передбачувані, модель бажаного, заданого стану. Проте моделювання складних соціальних проблем поєднує в собі всі три типи моделей та їх основні ознаки: евристичну, прогнозну та практичну. Багато залежить від цілей і

методів моделювання, тематики, наявної інформації, методологічної кваліфікації та рівня компетентності дослідника.

Цілі моделювання. Враховуючи гостроту і складність соціальних процесів, моделювання переслідує наступні цілі. З одного боку, показати поточний стан проблеми. З іншого боку, виявити найбільш серйозні «критичні» точки, «вузли» протиріч, визначити тенденції розвитку та фактори впливу, які коригують небажаний розвиток подій. Посилити діяльність національних державних службовців та інших організацій і громадян, які шукають оптимальні шляхи вирішення соціальних проблем.

Вимоги до моделей. Доцільно розрізняти дві групи вимог. По-перше, модель повинна бути простою і зручною, надавати нову інформацію про об'єкт, сприяти покращенню самого об'єкта. По-друге, модель повинна допомогти визначити або покращити властивості об'єкта, раціоналізації методів його побудови, управлінню або пізнанню об'єктів.

Тому при розробці моделі, з одного боку, дотримуючись суворої практичності, відповідності її параметрів очікуваним результатам, а з іншого боку, дотримуючись достатньої практичності, важливо враховувати схожість з оригінальним об'єктом. «Свобода» моделі гарантована, тому вона трансформується і замінюється відповідно до конкретних умов і ситуацій, а в наявності є максимальна кількість варіантів.

Загалом, моделі повинні відповідати таким вимогам:

– повнота, обґрунтованість, еволюційність; пропонується можливість включення досить широкого діапазону змін і доповнень для створення послідовного підходу до моделі, який задовольняє дослідників; здатність до точного відтворення соціальних об'єктів, явищ, процесів;

– достатньо абстрактний, щоб дозволити варіацію великої кількості змінних, але не настільки абстрактний, щоб поставити під сумнів надійність і практичність отриманих результатів;

– умови обмеження часу для вирішення проблеми;

– зосередитися на реалізації з використанням наявних можливостей щодо доцільності суспільного розвитку на певному рівні;

– надавати нову та корисну інформацію про соціальні об'єкти (явища, процеси) при плануванні дослідницьких питань;

– бути написаною з використанням усталеної термінології;

– надавати можливість перевірити точність і повноту відповідності досліджуванним соціальним об'єктам, явищам і процесам.

Існують матеріальні та ідеальні моделі. Модель є одночасно інструментом заміни оригіналу і об'єктом дослідження.

Оцінка моделі. Параметри оцінки моделі можуть відрізнятися. Одним із них є інноваційність моделі, тобто наскільки вона попереду в деяких аспектах. Визначення якості моделі непросте завдання, особливо для моделей соціальної сфери.

Прогресивність моделі визначається характеристиками властивостей моделі, які застосовуються до тієї чи іншої області в залежності від цілей і завдань дослідника. Основними критеріями є: новизна подання (інтуїтивне уявлення, якісний опис, візуальне наслідування, системне відтворення); поширеність як рівень розвитку.

Під ступенем творчого вирішення за допомогою моделі розуміється рівень реалізації гносеологічної (пізнавальної, пояснювальної) та евристичної (прогностичної, творчої) функцій.

Порядок зростання цих можливостей, а саме творчого рішення, такий:

– визначення (ідентифікація, розпізнавання), класифікація відомих фактів, об'єктів, подій, їх розташування та розв'язування нескладних завдань, вдосконалення найпростіших модельних зображень;

– реалізація епістемологічних та евристичних можливостей розробленої моделі, реалізація наукових передбачень якісно нових фактів, подій та їх практичне застосування.

Використання моделі характеризується такими показниками:

- визначена мета використання моделі;
- глибоке знання конкретних аспектів застосування моделей у соціальній сфері;
- використання в системах наукових знань, системах підготовки кадрів, навчальних закладах.

Не менш важливо враховувати структуру моделі. Структура моделі включає три основні компоненти: набір напрямів розвитку об'єктів пізнання, рушійна сила розвитку, фактори зовнішнього впливу.

Під час дослідження важливо зафіксувати ступінь реалізованого впливу всіх ключових компонентів на попередні рівні знань про об'єкт, і це можна зробити в рамках ретроспективного аналізу.

Як правило, соціальне моделювання реалізує ітераційну процедуру. Створюється модель, на якій потім проводяться емпіричні дослідження та обчислювальні експерименти [6].

## 2.2 Види моделювання

Розрізняють такі види моделювання:

- концептуальне моделювання як сукупність відомих фактів або висловлювань про досліджуваний об'єкт або систему, що інтерпретується за

допомогою певних спеціальних символів, символів, операцій над ними за допомогою природної чи штучної мови;

– фізичне моделювання, при якому модель і модельований об'єкт представляють реальні об'єкти, процеси з однаковими або різними фізичними властивостями; деякі відносини подібності виконуються між вихідним об'єктом і модельним процесом, що є результатом подібності фізичних явищ;

– структурно-функціональне моделювання, де моделями виступають схеми (блок-схеми), графіки, малюнки, діаграми, таблиці, креслення, доповнені спеціальними правилами їх комбінування та перетворення;

– математичне (логіко-математичне) моделювання, що здійснюється логіко-математичними засобами;

– імітаційне (програмне) моделювання, коли логіко-математична модель досліджуваного об'єкта – це алгоритм функцій об'єкта, реалізований у вигляді комп'ютерного програмного комплексу;

– комп'ютерне (обчислювальне) моделювання, що виконується з використанням комп'ютерних технологій.

Перераховані вище типи моделювання не виключають один одного і можуть використовуватися як окремо, так і в комплексі при дослідженні складних об'єктів [21].

Математичне моделювання означає використання математичної мови та засобів для опису та аналізу основних характеристик соціальних явищ і процесів.

Математичне моделювання дає змогу замінити безпосередній аналіз основних характеристик суспільних явищ аналізом властивостей і характеристик математичних об'єктів (моделей). Математична модель соціального об'єкта – це певна сукупність формальних зв'язків між значеннями (показниками) моделі, розділених на параметри і змінні. Параметри моделі, як правило, відображають зовнішні умови та слабо змінювані характеристики. Змінна модель відображає

основні риси даного дослідження. Аналіз змін значень є основною метою моделювання.

Для створення математичних моделей використовуються методи з наступних розділів математики: теорія диференціальних та інтегральних рівнянь, теорія випадкових процесів, теорія дослідження операцій. Детерміновані моделі створюються за допомогою диференціальних рівнянь (звичайних або частинних похідних). Теорія випадкових або стохастичних процесів використовується для вивчення явищ, які підпорядковуються законам ймовірності, і для побудови ймовірнісних моделей. Ці моделі досить прості та водночас значущі для аналітичних і обчислювальних цілей, тому з їх допомогою можна досягти значущих результатів. Застосування теорії дослідження операцій вирішує завдання, що дозволяє визначити найкращий варіант розвитку модельованої системи.

Математичне моделювання дозволяє розрізнити дві взаємопов'язані фази: визначення проблеми та побудова моделі. Дослідження моделі, сформованої за допомогою конкретних математичних теорій.

Першим кроком є вибір об'єкта моделювання, вивчення його побудови та властивостей, виділення основних факторів впливу на об'єкт, вибір змінних, параметрів моделі та математичних засобів для проектування та реалізації, побудова конкретних структур формул і алгоритмів.

На другому кроці застосовуються конкретні методи дослідження в рамках обраного математичного апарату, що дозволяє зробити висновки про істотні поведінкові властивості модельованого об'єкта.

Імітаційне моделювання. Моделювання вважається імітацією. Відповідна модель настільки складна, що вимагає використання сучасних електронних обчислювальних засобів (комп'ютерів) для отримання результатів, пов'язаних з її поведінкою, вона називається імітацією. У цьому випадку моделювання означає виконання серії різних тестів на комп'ютері з використанням моделі, представленої

у вигляді певного набору (комплексу) комп'ютерних програм. Імітаційна модель – це модель, спеціально розроблена для дослідження в режимі моделювання, тобто для порівняння властивостей [22]. Оскільки зовнішні випадкові впливи на досліджуваній об'єкт неминучі, то при імітаційному моделюванні (із залученням ЕОМ) особливу роль відіграє можливість багаторазового відтворення змодельованого процесу з подальшою статистичною обробкою. На основі статистичних даних, зібраних під час комп'ютерних експериментів, робляться висновки про варіації тієї чи іншої ознаки, наприклад, дизайну змодельованого реального об'єкта чи суті явища.

Комп'ютерне моделювання – це метод розв'язування задач, який базується на використанні комп'ютерних моделей для аналізу або синтезу складних систем. Його суть полягає в отриманні кількісних і якісних результатів на основі існуючих моделей. Якісні висновки, зроблені за результатами аналізу, дозволяють виявити невідомі раніше властивості складних систем: їх структуру, динаміку розвитку, стійкість і цілісність. Кількісні висновки носять характер майбутніх прогнозів або описів минулих значень змінних, що характеризують систему. Метою комп'ютерного моделювання є не тільки пояснення існуючих явищ у поведінці об'єкта, а й прогнозування його поведінки в нестандартних ситуаціях. Одним із основних напрямків комп'ютерного моделювання є дослідження найкращих способів зовнішніх впливів на об'єкти з метою отримання найкращої індикації їх функціональності.

Етапи комп'ютерного моделювання:

- вибір цілей моделювання;
- побудова об'єктно-орієнтованих моделей на основі використання інструментального програмного забезпечення;
- дослідження побудованої моделі;
- інтерпретація результатів дослідження щодо вихідної проблеми;

– аналіз достовірності отриманої моделі.

### 2.3 Аспекти моделювання соціальних процесів

Моделювання соціальних процесів переслідує сукупність різних цілей і завдань. Воно дозволяє визначити оптимальні розміри, а також передбачити поведінку системи, наприклад, соціальний захист багатодітних родин в умовах ринкових відносин. У процесі моделювання аналізується цілий ряд факторів, в результаті яких обґрунтовуються різні рівні життя. У вітчизняній і зарубіжній практиці прийнято розрізняти 4 рівня життя: прожитковий мінімум, достатній, соціально необхідний і соціально комфортний. Кожен з рівнів життя містить у собі ряд показників, у зв'язку з чим при моделюванні розраховуються можливості їх здійснення (економічні, організаційні, духовні тощо); визначаються передбачувані терміни реалізації, їх прогнозне бачення [23].

Моделювання соціальних процесів передбачає вирішення різних цілей та задач. Це дозволяє визначити оптимальні розміри та спрогнозувати поведінку таких систем, як соціальний захист багатодітних сімей, у ринкових ситуаціях. Під час моделювання аналізується багато факторів, що встановлюють різні рівні життя. У вітчизняній і міжнародній практиці прийнято виділяти чотири рівні прожиткового мінімуму: прожитковий мінімум, достатність, соціальна необхідність і соціальний комфорт. Кожен рівень життя містить велику кількість показників, на основі яких під час моделювання розраховуються можливості його реалізації (економічні, організаційні, духовні). У [23] визначено розрахункові умови реалізації та їх прогнозне бачення.

Моделювання в соціології розглядається як метод дослідження соціальних явищ і процесів на їх моделях, тобто опосередковане вивчення соціальних об'єктів, у процесі якого вони відтворюються в моделі як допоміжній системі, що заміщує в

пізнавальному процесі оригінал і дозволяє отримувати нове знання про предмет дослідження.

Існує два підходи до побудови моделей соціальних процесів: локальний і глобальний. У локальному розглядається поведінка кількох особистостей або груп і показується загальний розвиток суспільства на основі їх локальних взаємодій. Об'єктами дослідження виступають особи, сім'ї та групи. Уточнюються можливі стани об'єктів, перераховуються внутрішні та зовнішні фактори впливу, а також встановлюються правила того, як об'єкти моделювання розвиваються та взаємодіють один з одним і зовнішнім середовищем.

Глобальний підхід розглядає весь соціум (етнос, держава, людство цілком), досліджуються загальні для всіх характеристики (наприклад, політична система). Як правило, досліджуються великі проміжки часу (кілька десятків або сотень років), так як тоді на динаміці соціуму менш позначається поведінка окремої людини. Або групи. Для вивчення вибирається об'єкт дослідження, виділяється його структура (елементи, функціональні залежності, визначається інтервал часу століття, тисячоліття).

Західні дослідники розглядають ці підходи з точки зору різних рівнів абстракції та говорять про рівні моделей «знизу вгору» та «зверху вниз». У висхідній моделі ми переходимо від моделі індивідуальної взаємодії до моделі груп, що, у свою чергу, призводить до моделі суспільства в цілому. При спуску, навпаки, відбувається «спуск» від моделі суспільства в цілому до моделі взаємодії груп та індивідів. На основі цього створюється відповідна математична модель.

Виділяють наступні критерії класифікації математичних моделей суспільних процесів:

- 1) вид математичного апарату, в якому формалізовано процес. Основна відмінність полягає в тому, чи є модель стохастичною, імовірнісною, випадковою (тобто не може точно передбачити характер зміни) чи детермінованою (надійною

та причинно-наслідковою). Інші стосуються типів використовуваних змінних: безперервний або дискретний час, чи є залежна змінна безперервною чи представляє дискретні стани;

2) основні особливості моделей процесів у теоретичних та емпіричних дослідженнях. За цією основною ознакою моделі поділяються на теоретичні та емпіричні;

3) проаналізовані процеси включають: процеси малих і великих груп, процеси прийняття індивідуальних і групових рішень, динаміку групової структури;

4) тип концептуалізації соціального процесу: чи вважається цей процес неконтрольованим чи керованим. Керовані процеси можна розділити на рефлексивні, цілеспрямовані процеси дій не рефлексивного типу.

Використання комп'ютерних моделей у суспільних науках є відносно новою ідеєю, хоча перші дослідження в цьому напрямку були проведені ще в 1960-х роках, а широке використання комп'ютерів почалося в 1990-х роках. Ця ідея має великий потенціал, оскільки моделювання є способом прогнозування та розуміння соціальних процесів. Комп'ютерне моделювання дає можливість реалізувати ідею про те, що складна соціальна поведінка виникає з відносно простої індивідуальної поведінки.

Процес комп'ютерного моделювання соціальних процесів включає наступні етапи:

1) знання соціологічної теорії на основі створеної моделі;

2) основні елементи структури об'єкта, зв'язки та керуючі фактори;

3) побудова інформаційної моделі та схеми аналізу на основі соціологічної теорії об'єкта моделювання;

4) теоретичне дослідження готових інформаційних моделей і побудова математичних моделей (вибір математичних апаратів, формалізація структур, зв'язків, елементів);

5) побудова комп'ютерної реалізації математичної моделі (вибір методів комп'ютерного моделювання та алгоритмів моделювання);

б) практичне вивчення готової комп'ютерної моделі (розгляд комп'ютерної моделі як об'єкта дослідження: введення початкових даних, отримання результатів у вигляді графіків і діаграм, аналіз та інтерпретація отриманих даних, надання результатів, визначення найкращого рішення).

Таким чином, внаслідок аналізу комп'ютерної моделі можна дійти висновку щодо адекватності побудованої моделі змодельованому соціальному процесу, після чого приймається рішення про зміну структури побудованої моделі для її вдосконалення та покращення, або подальший додатковий аналіз соціологічного об'єкта шляхом зібрання відсутніх відомостей про досліджуваний соціальний процес.

## 2.5 Цифровізація як основа комп'ютингу

Тотальне проникнення та домінування комп'ютерних технологій у гуманітарній сфері людської діяльності спричинятиме розвиток кіберсоціального комп'ютингу, де провідну роль відіграють фахівці з комп'ютерної інженерії та ІТ-напрямку в цілому. Чиновнам владних структур слід стати технологічно (технічно, математично, комп'ютерно) освіченими, мислити і приймати рішення шляхом впровадження комп'ютингу у вигляді механізмів вичерпного моніторингу та точного цифрового керування, приводячи до моральних цілей – економіка, якість життя людини і збереження екології планети.

Цифрові технології моделювання соціально-законотворчих і політичних процесів, кіберуправління, машинного навчання та штучного інтелекту дозволять уникнути 95% математичних, політичних і економічних неконструктивних рішень, що негативно впливають на державність та населення.

Тут цифровізація (рис. 2.1) є відношення між масштабованими механізмами моніторингу та управління на основі цифрової ідентифікації процесів і явищ природи та суспільства, створюваної інфраструктурою комп'ютингу.

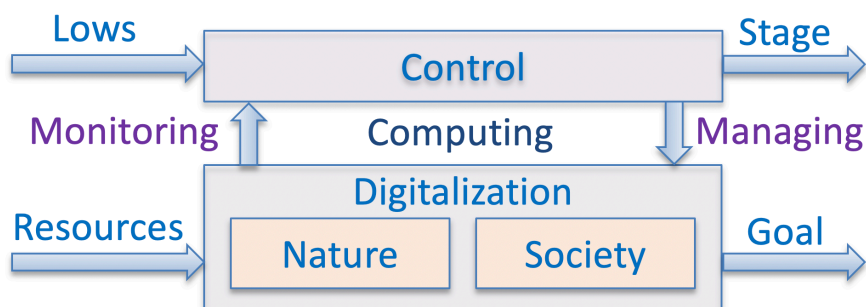


Рисунок 2.1 – Структура цифровізації суспільних відношень як основа комп'ютингу

Цифровізація фізичних процесів і явищ стартувала з початку XXI століття, що дало сьогодні досліджені результати у високотехнологічних виробництвах, транспорті, охороні здоров'я, бізнесі, банкінгу, промисловості розваг, побуті та спорті. Однак цифрові кіберсоціальні технології, у вигляді інертності мислення та інженерної невідповідності політичної еліти, надважко впроваджуються в гуманітарні сфери людської діяльності, такі як: законотворчість, вибір владних структур, державне управління, юриспруденція, управління ресурсами та кадрами.

Комп'ютинг – галузь знань, яка займається розвитком теорії та практики надійного цифрового управління віртуальними, фізичними та соціальними процесами та явищами на основі вичерпного метричного моніторингу кіберфізичного простору шляхом використання хмарних 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.

Кіберфізичний простір – телекомунікаційна інфраструктура хмарних сервісів і розумних сенсорів, об'єднуюча сукупність адресованих, метрично взаємодіючих, оцифрованих, віртуальних і реальних процесів і явлень з вираженими функціями моніторингу, обчислення, зберігання, транзакцій і управління для досягнення поставлених цілей.

Модель (структура, алгебра) – сукупність відношень між компонентами із заданою адекватністю, що описує властивості процесу або явлення.

Алгоритм – упорядкована за часом послідовність дій для досягнення бажаного результату.

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

Підхід – система відношень, інтегруюча сукупність методів дослідження та перетворення процесів і явищ.

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

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

Кібер-соціальний комп'ютинг – галузь знань, що займається розвитком теорії та практики оцифрування моральних соціальних відношень 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.

## 2.6 Висновки до розділу 2

Наведено аналіз моделей та основних принципів моделювання соціальних процесів, а також простежено тенденції зростання інженерних та соціальних технологій та народження кіберсоціального комп'ютингу на основі цифровізації суспільства.

### 3 КІБЕРФІЗИЧНІ СТРУКТУРИ ХМАРНОГО УПРАВЛІННЯ СОЦІАЛЬНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Розглядаються компоненти кіберсоціального комп'ютингу, що спрямований на впровадження кіберфізичних сервісів хмарного управління на основі метричного IoT-моніторингу соціальних процесів та явищ. Аналізуються структурні розробки кіберсоціального комп'ютингу для моніторингу та управління соціальними процесами, підприємствами та організаціями. Наводиться кіберфізична структура хмарного управління університетом на основі метричного цифрового моніторингу науково-освітніх процесів та явищ. Розглядаються соціально-логічні структури для прогнозування наслідків від прийняття управлінських впливів.

#### 3.1 Інженерія та моделювання соціальних процесів

Для моделювання та прогнозування соціальних процесів застосовується емоційна логіка, що використовує базис примітивних функціональностей AND, OR, NOT, XOR, що є достатнім для опису. Можна розглядати функціонування соціальної системи як логічне висловлювання:

$$Y = f(X),$$

де  $X$  – кінцева множина аспектів, що впливають на систему для формування її стану. Застосовується апарат булевих похідних [10, 25, 26], який дозволяє простежувати, як зміни станів вхідної змінної  $X$  впливають на зміни станів соціальної системи  $Y$ :

$$\begin{aligned}\frac{df}{dx_i} &= f(x_1, x_2, \dots, \bar{x}_i, \dots, x_n) \oplus f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n) = \\ &= f(x_1, x_2, \dots, 0, \dots, x_n) \oplus f(x_1, x_2, \dots, 1, \dots, x_n).\end{aligned}$$

При активізації соціальних процесів змінні розподіляються на суттєві (а), що забезпечують (с), та надлишкові (n):

$$x_i \in \{X^a, X^c, X^n\}; X^a \cap X^c \cap X^n = \emptyset; X^a \cup X^c \cup X^n = X.$$

Істотна змінна активує стан соціальної системи за певних значень інших змінних, які виконують роль умов забезпечення соціального процесу:

$$\frac{df}{dx_i} = f(x_1, x_2, \dots, \bar{x}_i, \dots, x_n) \oplus f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n) \neq 0.$$

Змінна є несуттєвою, якщо не існує вхідної умови для активації стану виходу  $Y$  за допомогою цієї змінної:

$$\frac{df}{dx_i} = f(x_1, x_2, \dots, \bar{x}_i, \dots, x_n) \oplus f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n) = 0.$$

Оскільки булева похідна є функцією від (n-1) змінної, її обчислення дозволяє визначити умови зміни стану соціальної системи при впливі на неї зміною (фактором) чи зробити висновок про відсутність таких умов, оскільки фактор є несуттєвим і впливає на соціум.

Обчислення похідної за кожною змінною дозволить визначити умови реалізації ідеї у суспільстві, ініційованої кожним соціальним компонентом.

### 3.2 Логічні схеми управління університетом

Приклад 3.1. Нехай дана логічна структура управління вишем (рис. 3.1)

$$Y = f(m, r, e, s, c, u),$$

яка включає такі змінні відповідно: міністр, ректор, ректорат, наукова рада, конференція представників трудового колективу, трудовий колектив університету. При імplementації ідеї вона має такі варіанти реалізації:

$$Y = mr \vee re \vee es \vee sc.$$

Пояснення: 1) реалізація ідеї шляхом видання наказу ректора, погодженого із міністром; 3) реалізація ідеї шляхом видання наказу, погодженого із ректоратом; 4) активізація ідеї шляхом її ініціювання ректоратом та вченою радою; 5) актуалізація ідеї шляхом її ініціювання конференцією трудового колективу разом із вченою радою.

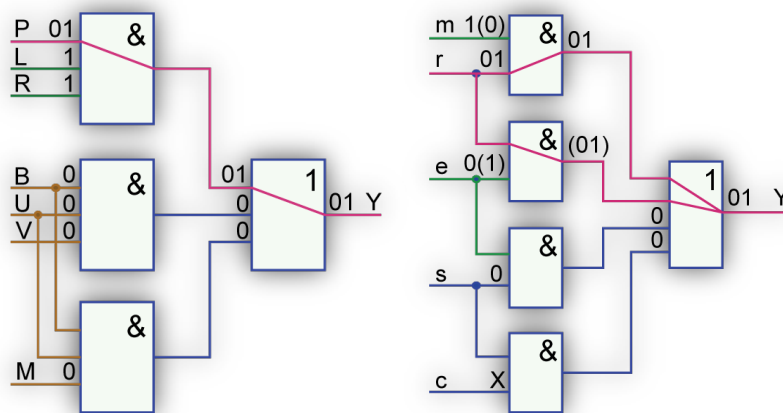


Рисунок 3.1 – Логічні схеми управління університетом

Взяття булевої похідної, наприклад, за змінною ректора визначає всі можливі умови для актуалізації ідеї в університеті, що ініціюється першим керівником:

$$\begin{aligned}
 \frac{df}{dr} &= (m0 \vee 0e \vee es \vee sc) \oplus (m1 \vee 1e \vee es \vee sc) = \\
 &= (es \vee sc) \oplus (m \vee e \vee es \vee sc) = \\
 &= (es \vee sc) \oplus (m \vee e) \vee (es \vee sc) = \\
 &= (es \vee sc) \oplus (m \vee e) \oplus (es \vee sc) \oplus (m \vee e)(es \vee sc) = \\
 &= (m \vee e) \oplus (m \vee e)(es \vee sc) = \\
 &= (m \vee e)(\overline{es \vee sc}) = (m \vee e)(\overline{es})(\overline{sc}) = \\
 &= (m \vee e)(\overline{e} \vee \overline{s})(\overline{s} \vee \overline{c}) = \\
 &= \overline{m}e\overline{s} \vee \overline{e}e\overline{s} \vee \overline{m}s\overline{s} \vee \overline{e}s\overline{s} \vee \overline{m}e\overline{c} \vee \overline{e}e\overline{c} \vee \overline{m}s\overline{c} \vee \overline{e}s\overline{c} = \\
 &= \overline{m}e\overline{s} \vee \overline{m}s \vee \overline{e}s \vee \overline{m}s\overline{c} \vee \overline{e}s\overline{c} = \overline{m}s \vee \overline{e}s.
 \end{aligned}$$

Таким чином, умови для активізації рішення ректора представлені двома варіантами подій, які дозволяють імплементувати ідею у життя:

$$\frac{df}{dr} = \overline{m}s \vee \overline{e}s = (m \vee e)\overline{s}.$$

Структурна схема для активізації ідеї ректора має умови активізації, що визначаються згодою міністра чи ректорату за погодженням вченої ради.

### 3.3 Кіберсоціальне управління

Кіберфізична модель державності [26] призначена для метричного управління ресурсами та громадянами на основі цифрового моніторингу та оцінювання потреб соціальних груп з метою забезпечення якості їх життя та процвітання країни шляхом виробництва та експорту товарів та послуг, рис. 3.2. Існує 6 основних системотворчих компонентів для функціонування державності,

упорядкованих за рівнем їхнього впливу на ринковий успіх проекту: 1) відносини; 2) управління; 3) цілі; 4) кадри; 5) інфраструктура; 6) ресурси.

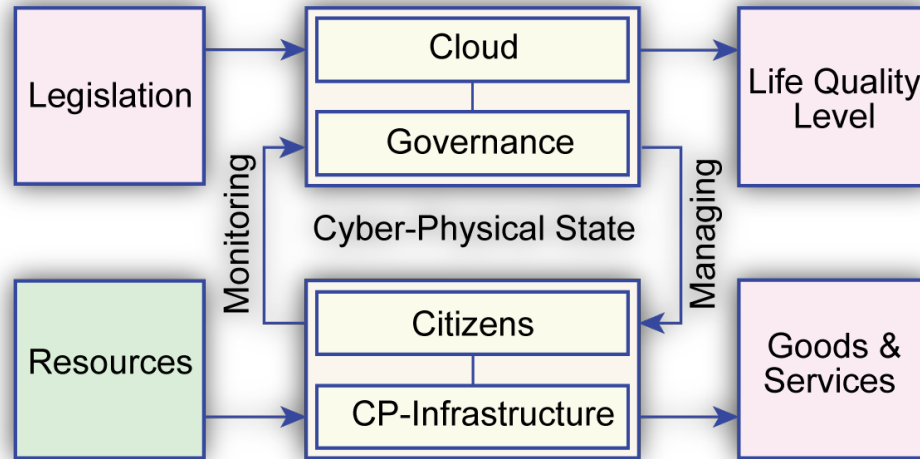


Рисунок 3.2 – Модель кіберфізичної державності

1. Відношення. Державність визначається насамперед соціальною справедливістю чи моральними метричними цифровими відносинами між громадянами, які формуються конституцією, законами, положеннями, наказами, культурою, історією та традиціями, що об'єднують громадян.

2. Управління. При цьому апарат (хмарного) управління як ключовий компонент успіху не повинен перетинатися з виконавчим механізмом і становити не більше 10 відсотків кадрового складу з метою мінімізації накладних витрат на аналогічному рівні. Нині прямі кіберфізичні контакти у Internet забезпечують можливість хмарного оперативного online управління всіма громадянами країни одночасно.

3. Цілі. Відносини формуються виходячи з цілей чи доктрини держави, яка у спрямована на моральний розвиток громадянина, зростання його добробуту та

збереження екології за рахунок ресурсів, які отримують від експорту товарів та послуг.

4. Кадри. Звичайно, товари та послуги створюються компетентними кадрами, які мають бути правильно розставлені в ієрархічній структурі відносин «управління – виконання» для досягнення максимальної продуктивності праці при створенні ринково-затребуваних товарів та послуг. Залучення найкращих кадрів з усіх країн світу має бути зведене до рангу державної політики шляхом створення відповідних моральних та матеріальних умов життя та творчості фахівців.

5. Інфраструктура. Стає більш домінуючою кіберфізична інфраструктура держави, яка ґрунтується на використанні нових технологій для безпаперового цифрового управління громадянами. Тут домінуючою технологією стає IoT, яка створює е-інфраструктуру для авторизованого online доступу до кіберфізичних компонентів держави на основі використання первинних ознак громадянина (скан пальців, обличчя чи сітківки ока).

6. Ресурси. Вони ставляться у функціональну залежність від перелічених вище компонентів, навіть за початковому нульовому бюджеті нової держави. Вільних грошей у світі більше, ніж цікавих проектів, спрямованих на позитивне майбутнє. Щоб знайти спонсорів, достатньо продемонструвати цікаву для потенційних інвесторів мету, створити оцифровані відносини, зібрати команду для cloud-driven управління та кадри для виконання проекту, а також визначитися з територією у кіберфізичному просторі.

На зміну приходять потрібні на ринку вільні кіберфізичні державності з моральною та кіберкультурною політичною елітою, що створює толерантні ненасильницькі послуги (цифрове законодавство та зручну інфраструктуру) для обслуговування та розвитку кожного громадянина.

На рис. 3.3 представлені два цикли управління ресурсами:

1. <Ресурси, чиновники, народ> є державне управління, де посередником є армія чиновників.

2. <Ресурси, хмарний blockchain-сервіс, народ> створюють нову структуру взаємних зв'язків, де з відносин виключається посередник, що є джерелом тіньових відносин у суспільстві.

Вартість реалізації другого циклу управління ресурсами практично дорівнює нулю.

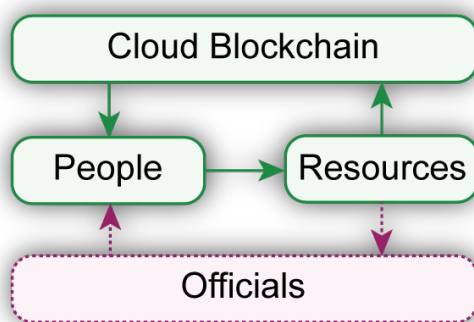


Рисунок 3.3 – Ресурсний комп'ютинг: два контури управління

### 3.4 Кіберсоціальні архітектури моніторингу та управління

Кібер-соціальна (-фізична) система є сукупністю взаємопов'язаних соціальних, фізичних і комп'ютингових (хмарних) компонентів з вираженими сигналами моніторингу, управління та зв'язками із зовнішнім світом для досягнення якості життя громадян та збереження екології планети (рис. 3.4).

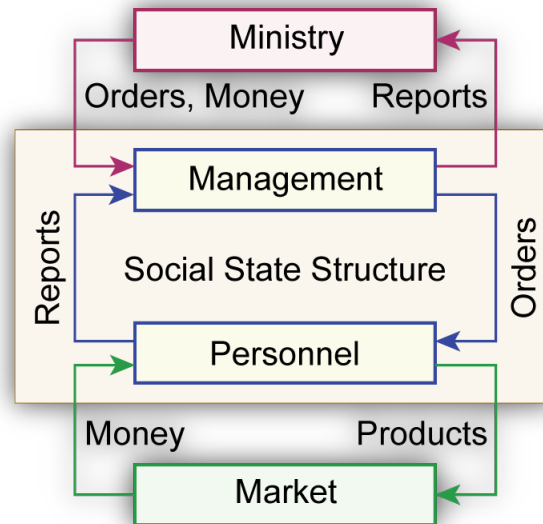


Рисунок 3.4 – Взаємодія соціальної системи із зовнішнім світом

Нижче представлена метрика для вимірювання процесів та явищ, яка порівнює між собою відстані між одним, двома та трьома суб'єктами (об'єктами):

- 1)  $d(a,b)=0$ , if  $a=b$ .
- 2)  $d(a,b)=d(b,a)$ .
- 3)  $d(a,b)+d(b,c)\geq d(a,c)$ .

Рівність суб'єктів соціальної системи проектується лише на перші дві аксіоми наведеної метрики. Найголовнішою аксіомою виміру є третя, яка надає альтернативи для вибору, чого не дають перші два рівняння. Університет-систему з урахуванням розумного кіберсервісу моніторингу та управління можна зобразити як схему взаємозв'язків (рис. 3.5).

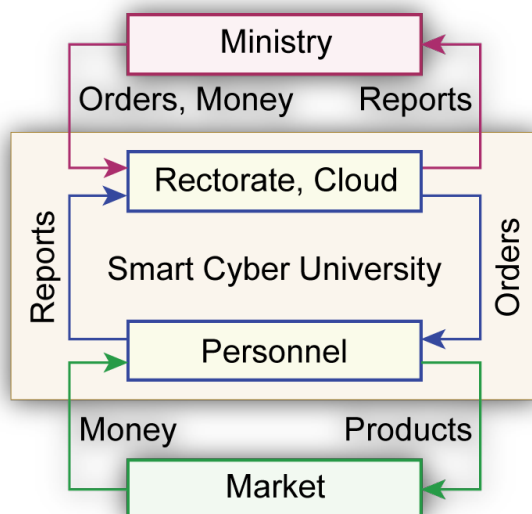


Рисунок 3.5 – Взаємодія університету із зовнішнім світом

### 3.5 Висновки до розділу 3

Розглянуто компоненти кіберсоціального комп'ютингу, що спрямований на створення кібердержавності для забезпечення високої якості життя громадян на основі впровадження кіберфізичних сервісів хмарного управління та метричного IoT-моніторингу соціальних процесів та явищ. Проаналізовано структурні розробки кіберсоціального комп'ютингу для моніторингу та управління соціальними процесами, підприємствами та організаціями. Описано створення кіберфізичної структури хмарного управління вишем з застосуванням метричного цифрового моніторингу науково-освітніх процесів. Наведено приклади синтезу та аналізу соціально-логічних структур для прогнозування наслідків від прийняття управлінських впливів.

## 4 ПРОЦЕСОР УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ

Розглядаються критерії та метрики оцінювання діяльності вчених (структурних підрозділів) для морального та матеріального стимулювання працівників із залученням кіберсервісу розподілу ресурсів. Абсолютна метрика оцінювання має на меті визначення відсоткового вкладу вченого чи підрозділу у загальну картину досягнень університету. Розробляється архітектура процесору для метричного управління матеріальними ресурсами на основі цифрового моніторингу співробітників та підрозділів вишу.

### 4.1 Секвенсор дедуктивного аналізу соціальних запитів

Між синтезом та аналізом цифрових обчислювальних систем та соціально-логічних структур у комп'ютингу існує взаємно-однозначна відповідність. Тому доцільним є використання цифрових технологій для моніторингу та управління соціальними процесами, що є технологічним шляхом для морального вирішення глобальних проблем людства, пов'язаних з ліквідацією корупції та соціальних конфліктів. Обидві ці завдання можуть бути змодельовані шляхом подачі на входи соціально-логічної (SL) моделі суспільства двійкових тестових наборів, що відповідають діям керівників. Що стосується об'єднання людських ресурсів виходить соціальний результат – вихідний вектор, заповнений одиничними значеннями всіх координат. У разі роз'єднання соціальних груп виходить сукупність окремих двійкових наборів, де кожен з них є унітарним кодом соціальної одиниці суспільства, перетин яких дорівнює нулю або порожній множині.

Інтерес становить аналіз соціально-логічної моделі суспільства шляхом адаптації дедуктивного моделювання несправностей на вхідних двійкових наборах [24] за умови, що дефекти не виводять цифрову систему з множини заданих станів.

Фактично, маючи цифрову SL-модель соціального процесу, можна виконувати дедуктивний аналіз його поведінки за будь-якого тестового впливу, що надійшов у суспільство як питання, затвердження, наказ, закон, конституція. При цьому SL-модель трансформується в дедуктивну логіку (DL)

$$DL=f(SL, SQ),$$

яка функціонально залежить від тест-запитання, що відповідає дійсності, коли керуючі впливи трансформують існуючі суспільні, соціально-логічні відносини у бік об'єднання або роз'єднання соціальних процесів.

Формула для отримання дедуктивної функції DL, що залежить від вхідного впливу як тестового та вихідної логічної SL-структури, має вигляд:

$$Y = f(x_1 x_2 \dots x_i \dots x_n),$$

$$L = (x_1 x_2 \dots x_i \dots x_n, Y) \wedge$$

$$\wedge \{[(X_1 \oplus x_1)(X_2 \oplus x_2) \dots (X_i \oplus x_i) \dots (X_n \oplus x_n)] \oplus Y\}.$$

Секвенсор дедуктивного аналізу соціальних запитів подано на рис. 4.1. Тут три перші рожеві блоки призначені для синтезу дедуктивної логіки [24], наступні три зелені блоки уявляють собою систему дедуктивного моделювання для соціального запиту з метою формування соціального результату як єдиний двійковий вектор.

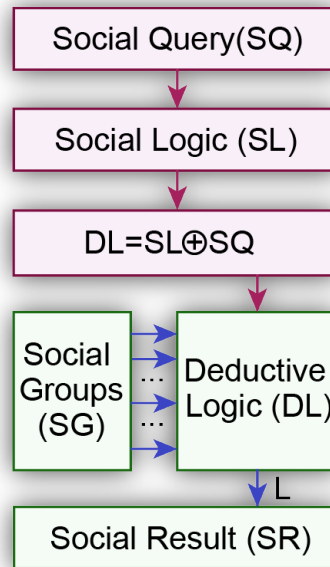


Рисунок 4.1 – Секвенсор дедуктивного аналізу соціальних запитів: DL – дедуктивна функція, SQ – соціальний запит; SR – соціальний результат; SG – соціальні групи

Приклад 4.1. Розглядається SL-функціональність (рис. 4.2, а), представленої and-елементом, на який подається запит, рівний 1-значенням  $(x_1 x_2 x_3 x_4) = (1111)$  по всіх вхідних лініях,  $Y = 1$ .

Отримання дедуктивної функції, що відповідає даному вхідному впливу для and-елемента представлено у вигляді:

$$\begin{aligned}
 L &= x_1 x_2 x_3 x_4 \{[(X_1 \oplus 1)(X_2 \oplus 1)(X_3 \oplus 1)(X_4 \oplus 1)] \oplus 1\} = \\
 &= (1111) \{[(X_1 \oplus 1)(X_2 \oplus 1)(X_3 \oplus 1)(X_4 \oplus 1)] \oplus 1\} = \\
 &= (1111) [\overline{(X_1)(X_2)(X_3)(X_4)}] = (1111)(X_1 \vee X_2 \vee X_3 \vee X_4).
 \end{aligned}$$

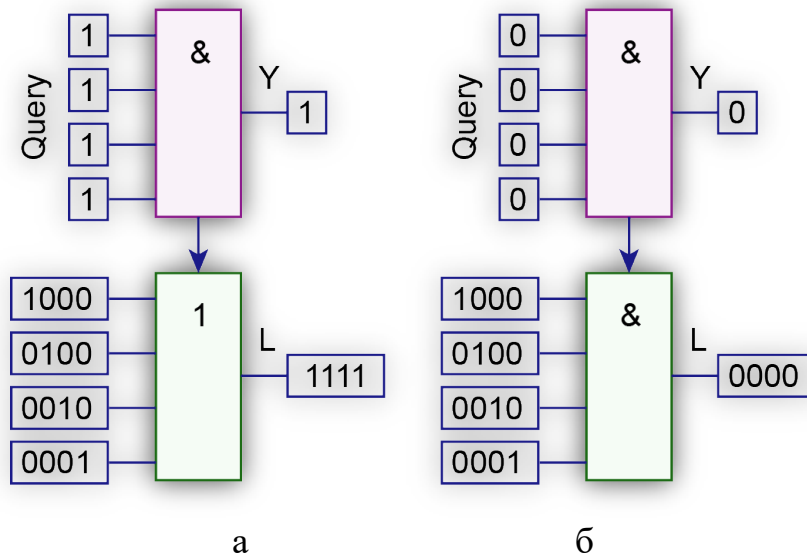


Рисунок 4.2 – Схеми дедуктивного аналізу соціальних запитів

Тут and-функція під впливом (1111) трансформувалася в or-функцію, де як вхідні впливи виступають вже вектори, що ідентифікують соціальні групи, записані в унітарному коді:

$$X_1 = 1000;$$

$$X_2 = 0100;$$

$$X_3 = 0010;$$

$$X_4 = 0001.$$

Покоординатне об'єднання вхідних векторів, відповідних людським ресурсам, з урахуванням використання or-операцій, дає такий результат:

$$L = X_1 \vee X_2 \vee X_3 \vee X_4 = (1000 \vee 0100 \vee 0010 \vee 0001) = (1111).$$

На рис. 4.2,б моделюється запит, що дорівнює 0-значенням  $(X_1 X_2 X_3 X_4) = (0000)$  по всіх вхідних лініях, ( $Y=0$ ).

Вхідний вплив для and-елемента представлено у вигляді логічного виразу:

$$L = \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \{[(X_1 \oplus 0)(X_2 \oplus 0)(X_3 \oplus 0)(X_4 \oplus 0)] \oplus 0\} = \\ = (0000)(X_1 X_2 X_3 X_4).$$

Тут and-функція під впливом (0000) залишається без зміни, де виконується дедуктивний аналіз. Тут також як вхідні дії виступають вектори, що ідентифікують соціальні групи, записані в унітарному коді:

$$X_1 = 1000;$$

$$X_2 = 0100;$$

$$X_3 = 0010;$$

$$X_4 = 0001.$$

Покоординатний перетин вхідних векторів, що відповідають людським ресурсам, на основі використання та операцій, дає наступний результат:

$$L = X_1 \wedge X_2 \wedge X_3 \wedge X_4 = (1000 \wedge 0100 \wedge 0010 \wedge 0001) = (0000).$$

Соціальний результат деструктивного впливу означає повну відсутність будь-якого загального вектора руху, оскільки перетин інтересів різних соціальних процесів дорівнює нулю або порожній множині при багатозначному завданні векторів соціальних груп або ресурсів.

## 4.2 Система моніторингу діяльності та розподілу ресурсів

Моніторинг діяльності кафедри. У навчальному та навчально-допоміжному процесі задіяно достатня кількість структурних підрозділів університету, наприклад: кафедри, відділи моніторингу, служби обробки та валідації даних (рис. 4.3). Відділи моніторингу не виробляють продукцію. Вони допомагають кафедрам зменшити часові витрати на складання електронних звітів.

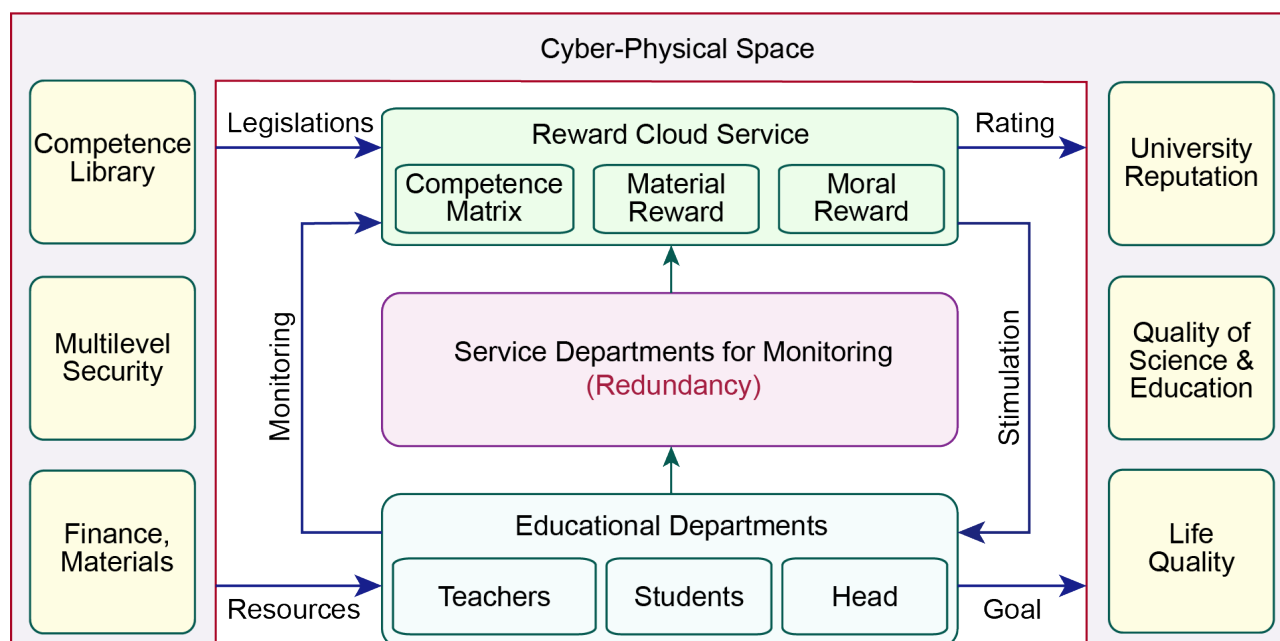


Рисунок 4.3 – Система моніторингу підрозділів та розподілу ресурсів

Замість паперових звітів від підрозділів та передачі підсумкових паперових документів до служби обробки даних пропонується [19, 25]:

- 1) створення хмарних електронних форм для заповнення звітів керівниками підрозділів з електронним цифровим підписом;
- 2) електронний кабінет підрозділу неперервно доступний для актуалізації метричних даних протягом року;

3) метричні досягнення підрозділів та університету загалом видно керівникам університету та структурних підрозділів.

Для оцінювання науково-освітньої діяльності використовується зважений та нормований в інтервалі (0–1) критерій якості  $Q$  інтегральної діяльності структурного підрозділу за поточний рік, з урахуванням середньої активності колективу за останні  $p$  років, що має  $n$  штатних співробітників, за  $m$  параметрами  $P_i$ , де кожен з них наведено до максимального або еталонного значення  $P_{i(\max)}$  у структурі університету та має при кожному параметрі експертний коефіцієнт

$$P_i = k_i \times p_i; P_{i(\max)} = k_i \times P_{i(\max)}$$

науково-освітньої та соціальної значимості, що затверджується на раді експертів-вчених:

$$Q_{\Sigma} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n \left[ \frac{1}{m} \times \sum_{j=1}^m \frac{P_{ij}}{P_{ij(\max)}} \right] + \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p Q_{ij}.$$

Цей критерій якості може бути використаний у вигляді інтегральної метрики оцінювання результативності науково-освітньої діяльності викладачів та вчених щодо кращих досягнень по кожному виду творчості, в якому виключено параметр числа співробітників у підрозділі:

$$Q = \frac{1}{m} \times \sum_{i=1}^m \frac{P_i}{P_{i(\max)}} + \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p Q_j.$$

Нижче представлена метрика формування нормованих оцінок творчості за рік ( $n$  років – друга формула) для корпоративного використання, наведена до кращих

результатів у підрозділі чи університеті, яка вже не має вагових коефіцієнтів та визначається середнім значенням усіх показників:

$$Q = \frac{1}{m} \times \sum_{i=1}^m \frac{P_i}{P_{i(\max)}}, Q_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{1}{m} \times \sum_{i=1}^m \frac{P_{ij}}{P_{ij(\max)}} \right].$$

Метрика оцінює усереднену, нормовану в інтервалі (0,1) за показниками  $m$  результативність вченого в масштабі кафедри, факультету або університету.

Критерій  $Q$ , який дорівнює одиниці, свідчить про метрику кращого (ідеального) вченого за всіма показниками, прийнятими в університеті. При цьому в чисельнику суми фігурують особисті досягнення, а в знаменнику – найкращі за підрозділом чи університетом чисельні значення досягнень вчених у кожній із  $n$  номінацій. Нульові показники у запропонованій метриці не мають негативного впливу на оцінку діяльності вченого чи підрозділу. Наявність нульових оцінок щодо окремих видів активності компенсується високими значеннями параметрів за іншими галузями науково-освітньої діяльності. Більш того, суперпозиція неперетинальних компетентностей (глибоких спеціалізацій) вчених та кафедр дає можливість отримувати більш високі абсолютні показники щодо основних видів діяльності університету.

Критерій враховує сукупну діяльність вченого (співробітника) за останні  $m$  років, що формує інтегральну матрицю компетенцій чи досягнень протягом усього життєвого та творчого циклу співробітника. Облік історії особливо важливий для досвідчених співробітників, які мають отримувати гідну матеріальну винагороду за свою продуктивну працю у минулі роки. Так само як і випадкові падіння чи успіхи активності не мають істотного впливу на якість морального і матеріального стимулювання.

Якщо важливі для університету показники обійдені увагою вчених та кафедр, моніторинг-сервіс має повернути до них увагу співробітників та керівників шляхом підвищення значущості відповідних експертних коефіцієнтів. Наслідуючи показники якості активності кожного співробітника, хмарний сервіс управління ресурсами призначає стимулюючі впливи (премії чи надбавки) в межах університету чи кафедри. Доцільно було б зробити таку інформацію доступною всім співробітникам, щоб уникнути непрозорості розподілу винагород.

Природно, що вчений повинен мати особисту метрику виміру абсолютних показників, які є основою для всіх похідних вимірів та аналізу його результатів у часі та просторі. Нижче наведено оцінки інтегральної діяльності вченого за рік ( $n$  років – друга формула), які є критерієм зовнішнього оцінювання його результатів на міжнародному ринку науки та освіти:

$$Q = \sum_{i=1}^m (k_i \times P_i), \quad Q_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (k_{ij} \times P_{ij}).$$

Доцільно складати додаткові та окремі спеціальні рейтинги для: 1) проректорів, 2) деканів, 3) завідувачів кафедр та підрозділів, 4) керівників інфраструктурних підрозділів, 5) непрофільюючих та загальноосвітніх кафедр, спеціальні метрики яких мають оцінювати їхню діяльність як менеджерів. Крім того, всі співробітники інфраструктурних обслуговуючих підрозділів також мають бути оцінені за результатами їх діяльності відповідно до розробленої для них посадової метрики компетенцій, а також у процесі трудової діяльності має перевірятися відповідність еталонним компетенціям його посади, і навпаки.

Вказані вище показники активності формують чисельник інтегрального критерію ефективності роботи кафедри за  $n$  параметрами за певний період:

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \times P_i}{\sum_{j=1}^m r_j \times N_j}.$$

Проте є і знаменник, складений з  $m$  витратних параметрів з коефіцієнтами  $N_j r_j$ , який визначається фінансово-часовими витратами, необхідні виконання науково-освітнього процесу: кількість співробітників структурного підрозділи (кафедри), їх інтегральне фінансування; виробничі площі кафедри та витрати на їх утримання; вартість інфраструктури та обладнання лабораторій кафедри (за рахунок університету); період підготовки бакалавра, магістра, доктора філософії чи наук.

Інтегральна метрика діяльності університету. Формула метричного управління моральними та матеріальними ресурсами на основі цифрового моніторингу діяльності вченого (підрозділу) оперує такими параметрами:

$$M_i = M \times \frac{P_i}{P} = M \times \frac{\sum_{j=1}^m P_{ij}}{\sum_{i=1}^n P_i} = M \times \frac{\sum_{j=1}^m P_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{ij}}.$$

Тут  $M_i$  – грошова винагорода співробітнику (структурному підрозділу), що відповідає якості та кількості результатів  $P_i$ ;  $M$  – бюджет, який виділяється для матеріального заохочення всіх співробітників (структурних підрозділів);  $P$  – сукупна кількість балів, отримана всіма вченими (підрозділами) університету з усіх видів конструктивної науково-освітньої діяльності:

$$P = \sum_{i=1}^n P_i = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{ij} = \sum_{i=1, n}^{\overline{j=1, m}} P_{ij};$$

де  $P_{ij}$  – кількість балів, отримана  $i$ -м вченим (підрозділом) по  $j$ -му виду діяльності (одним із видів може бути облік історії досягнень у минулому);  $m$  – число параметрів чи видів діяльності вченого (підрозділу);  $n$  – кількість вчених (підрозділів) в університеті.

#### 4.3 Архітектура процесора метричного управління ресурсами

Архітектура процесора для метричного розподілу матеріальних ресурсів на основі цифрового моніторингу співробітників (підрозділів) вищу подано на рис. 4.4.

Тут представлені такі обчислювальні рівні процесора метричного управління фінансами:

- 1) суматори визначення інтегральної суми балів кожного окремо співробітника (підрозділи);
- 2) суматор для обчислення абсолютної оцінки загальної кількості балів, яку заробив університет;
- 3) дільники для обчислення частки ( $Q_i$ ) кожного вченого (підрозділу), отриманого шляхом поділу чисельної оцінки його досягнень на загальну кількість балів університету;
- 4) загальний бюджет університету, виділений на матеріальне стимулювання вчених (підрозділів);
- 5) мультиплексори визначення грошового еквівалента для стимулювання кожного співробітника (підрозділу), відповідного частці ( $Q$ ) кожного вченого, внесеної в інтегральну оцінку діяльності університету.

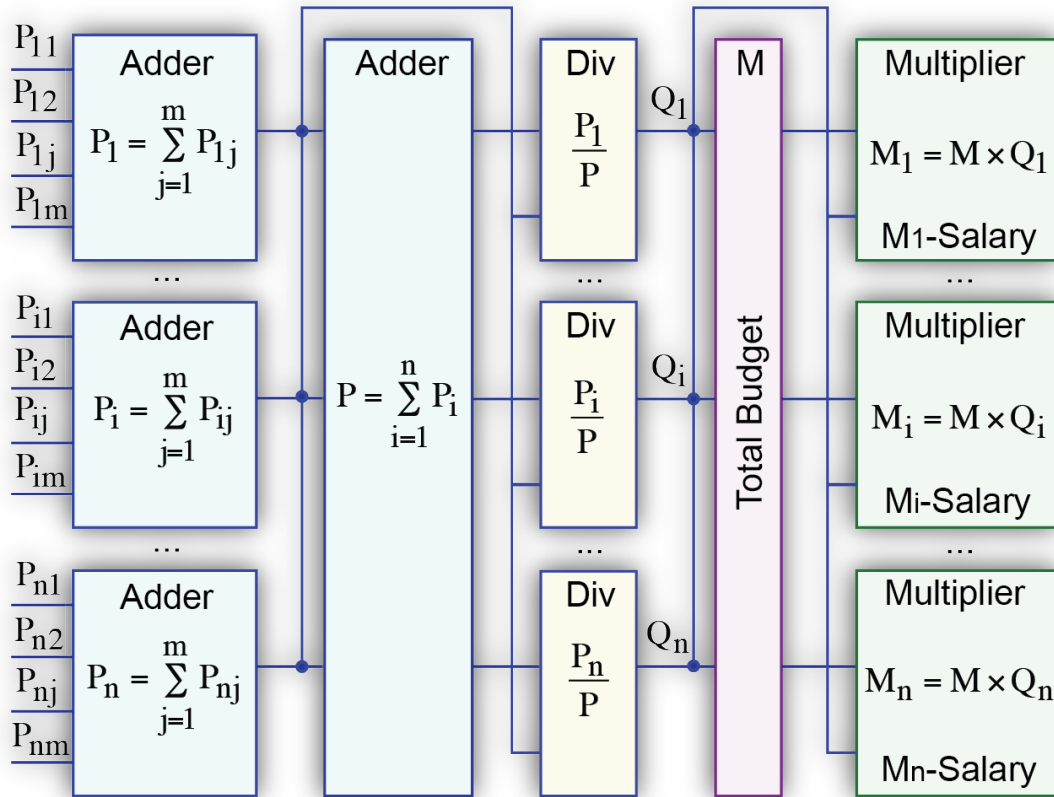


Рисунок 4.4 – Схема процесора метричного управління ресурсами

#### 4.4 Висновки до розділу 4

Таким чином, представлені нормовані та абсолютні метрики оцінювання діяльності вчених (структурних підрозділів) орієнтовані на моральне та матеріальне стимулювання працівників на основі впровадження кіберсервісу. Регуляторна функція менеджменту вишу при цьому полягає у своєчасному експертному призначенні та коригуванні вагових коефіцієнтів, адекватних існуючим тенденціям на міжнародному ринку науки та освіти. Абсолютна метрика оцінювання має на меті визначення відсоткового вкладу вченого чи підрозділу у загальну картину досягнень університету. Відсотковий внесок вченого є основою отримання

адекватної винагороди, як відповідної частини виділеного бюджету (преміального фонду) університету.

Пропонується архітектура процесора для управління матеріальними ресурсами на основі метричного цифрового моніторингу співробітників (підрозділів), що представлений суматорами, дільниками, мультиплексорами визначення еквівалента для стимулювання кожного співробітника (підрозділу), відповідного частці (Q) кожного співробітника, внесеної в інтегральну оцінку діяльності вишу.

## ВИСНОВКИ

Проаналізовано стан проблеми та виконано огляд моделей, методів та технологічних інновацій, орієнтованих на створення ефективних засобів, які надають можливість виконувати синтез та аналіз рішень комп'ютерної інженерії та соціальних процесів.

Проаналізовано моделі та основні підходи до моделювання соціальних процесів, тенденції зрощування інженерних та соціальних технологій, що породили новий напрямок – кіберсоціальний комп'ютинг.

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

Наведено компоненти кіберсоціального комп'ютингу, що спрямований на впровадження кіберфізичних сервісів хмарного управління на основі метричного IoT-моніторингу соціальних процесів та явищ. Проаналізовано структурні розробки кіберсоціального комп'ютингу для моніторингу та управління соціальними процесами, підприємствами та організаціями. Проектування логічної схеми управління соціальними процесами ґрунтується на формалізації вербального опису системи управління.

Подано нормовані та абсолютні метрики оцінювання діяльності вчених (структурних підрозділів) орієнтовані на стимулювання працівників на основі впровадження кіберсервісу.

Наукова новизна визначається розробкою архітектури процесора для управління та розподілу матеріальних ресурсів на основі метричного цифрового

моніторингу співробітників та/або підрозділів вишу, що представлений суматорами, дільниками, мультиплексорами на основі інтегральної оцінки діяльності.

Запропоновані технічні рішення надають можливість зменшити час виконання керованих впливів при управлінні університетом за рахунок розробки та застосування моделей, методів, архітектури.

Перспективи дослідження. Отримані результати можуть бути використані для вирішення завдань кіберсоціального управління засобами комп'ютерної інженерії.

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

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Горбулін В.П., Інформаційні операції та безпека суспільства: загрози, протидія, моделювання : монографія / В.П. Горбулін, О.Г. Додонов , Д.В. Ланде. – К. : Інтертехнологія, 2009. –164 с.
2. Coleman J. Introduction to mathematical sociology. – N.Y. : Free Press of Glencoe, 1964. “Інформація і право”, № 1(1) / 2011 75.
3. Fararo T. Mathematical Sociology: An Introduction to Fundamentals. – N.Y.: John Wiley & Sons Inc., 1973. Leik R. Mathematical Sociology. – N.Y. : Prentice Hall, 1975.
4. Бартоломью Д. Стохастические модели социальных процессов / Д. Бартоломью. – М., 1985.
5. Плотинський Ю.М. Математическое моделирование динамики социальных процессов / Ю.М. Плотинский. – 1992. – 133 с.
6. Bainbridge W., Brent E., Carley K., Heise D., Macy M., Markovsky B., Skvoretz J. Artificial Social Intelligence // Annual Review of Sociology, 1994, Vol. 20, P. 407-436.
7. Вайдлих В. Социодинамика: системный подход к математическому моделированию в социальных науках / В. Вайдлих. – М. : Едиториал УРСС, 2005. – 480 с.
8. Hřebíček, J., Pitner, T. (2004). Modeling Social Processes. In: Solving Problems in Scientific Computing За допомогою Maple and MATLAB®. Springer, Berlin, Heidelberg.[https://doi.org/10.1007/978-3-642-18873-2\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-642-18873-2_24)
9. Ioannis Routis, Mara Nikolaidou, Dimosthenis Anagnostopoulou. За допомогою CMMN до Model Social Processes. Business Process Management Workshops, 2018, Volume 308. Springer, ISBN : 978-3-319-74029-4
10. Reda Alhajj, Jon Rokne. Springer, New York, NY DOI <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7131-2>. 2018

11. George E. Mobus. *Systems Science: Theory, Analysis, Modeling, i Design Faculty in Computer Science & Systems, Computer Engineering & Systems, University of Washington Tacoma, The School of Engineering and Technology (SET), Tacoma, 2022 Springer. Cham DOI*<https://doi.org/10.1007/978-3-030-93482-8> 814 p.

12. R. Vatrapu, RR Mukkamala, A. Hussain i B. Flesch, "Social Set Analysis: A Set Theoretical Approach to Big Data Analytics," в *IEEE Access*, vol. 4, pp. 2542-2571, 2016, doi: 10.1109/ACCESS.2016.2559584.

13. Y. Petukhov, B.M. Sandalov, A.O. Malhanov and Y.V. Petukhov, "Algorithms and approaches to mathematical modeling of conflict in a complex social system," 2017 *Intelligent Systems Conference (IntelliSys)*, 2017, pp. 45-51, doi: 10.1109/IntelliSys.2017.8324307.

14. O. Malafeyev, S. Nemnyugin, I. Zaitseva, Y. Orel, D. Shlaev and S. Temmoeva, "Interdisciplinary Approach to Social-Economic Simulation," 2020 *2nd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA)*, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/SUMMA50634.2020.9280692.

15. J. Zhang, X. Liu and X. Zhou, "Towards Non-Linear Social Recommendation Using Gaussian Process," in *IEEE Access*, vol. 10, pp. 6028-6041, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3141795.

16. Y. Huang, F. Zhu, AL Porter, Y. Zhang, D. Zhu i Y. Guo, "Exploring Technology Evolution Pathways to Facilitate Technology Management: In Technology Life Cycle Perspective," in *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 68, no. 5, pp. 1347-1359, ЖОВТЕНЬ. 2021, doi: 10.1109/TEM.2020.2966171.

17. SJS Khalsa, "Creating Standards to Advance Technology Adoption and Address Societal Needs," *IGARSS 2019 - 2019 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 2019, pp. 4430-4431, doi: 10.1109/IGARSS.2019.8898190.

18. V. Hahanov et al., "Cyber Physical Social Systems - future of Ukraine," Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS 2014), 2014, pp. 1-15, doi: 10.1109/EWDTS.2014.7027108.
19. V. Abdullayev, E. Litvinova, A. Arefiev, V. Hahanov, D. Farid and Y. Hahanova, "Cloud service - Cyber Social Democracy and Smart University," 2015 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS), 2015, pp. 1-5, doi: 10.1109/EWDTS.2015.7493104.
20. Райцин В.Я. Моделирование социальных процессов. 2005.
21. Теория социальной работы. Под ред. Є.І. Холостовой. М.: МАУП, 1998.
22. Ca David N. The Structure and Logic of Interdisciplinary Research in Agent-Based Social Simulation // J. of Artificial Societies and Social Simulation. 2004. V. 7, № 3. – Режим доступу : [//www.jasss.soc.sur-reu.ac.uk/7/3/4.html](http://www.jasss.soc.sur-reu.ac.uk/7/3/4.html)
23. Луків В.А. Соціальне проектування: М.: 1997.
24. V. Hahanov, A. V. Nacimahmud, E. Litvinova, S. Chumachenko and 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.
25. 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).
26. Хаханова, Г.В. Комп'ютинг соціальних процесів. Наука і техніка сьогодні. **2023**. No. 4(18), 348-361.
27. Микитась А.О. Цифрові технології моделювання соціальних процесів // 27-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 5. – Харків: ХНУРЕ. 2023. – С. 39-40.