

Анна Хаханова¹, Вугар Абдулаєв²

¹Кафедра автоматизації проектування обчислювальної техніки, Харківський національний університет радіоелектроніки, пр-т Науки 14, Харків, Україна, E-mail: anna.hahanova@nure.ua, ORCID 0000-0002-4528-6861

²Азербайджанський державний університет нафти та промисловості, просп. Азадлыг, 16/21 Баку, Азербайджан, E-mail: abdulvugar@hotmail.com, ORCID 0000-0002-3348-2267

ЦИФРОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ СОЦІАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

Отримано: вересень 12, 2023 / Переглянуто: жовтень 16, 2023 / Прийнято: жовтень 24, 2023

© Хаханова А., Абдулаєв В., 2023

<https://doi.org/>

Анотація. Впровадження компонентів кіберсоціального комп'ютингу та сервісів хмарного управління на основі метричного кіберфізичного моніторингу соціальних процесів орієнтовано на створення кібер-державності для забезпечення високої якості життя громадян. Надаються логічні схеми кіберсоціального комп'ютингу для створення кіберфізичної структури хмарного управління закладами системи освіти (зокрема, вищими навчальними закладами) на основі метричного цифрового моніторингу науково-освітніх процесів. Синтез та аналіз соціально-логічних структур спрямований на прогнозування наслідків від прийняття управлінських впливів. Наведено алгоритм електронного документообігу, як замкнутої технології створення безпаперових документів, що зберігається на хмарі або в корпоративній мережі, який полягає у його узгодженні всіма службами та доставці зацікавленим адресатам у просторі e-Document Circulation.

Ключові слова: комп'ютинг, кіберсоціальні процеси, цифрове моделювання соціальних процесів, розумний кіберуніверситет, моніторинг, цифрове управління, електронний документообіг.

Вступ

Тенденції від Gartner Inc. надають Нуре-cycle на основі глибокої аналітики у часі та просторі, що характеризує стан сучасного ринку розвитку розумних технологій на найближчі роки. Такий цикл розподіляє технології на дві частини: провідні, яким віддається пріоритет, – hardware або фізичні платформи, що розвиваються у бік компактності; ведені, до яких відносяться віртуальний світ та програмні додатки (software), що прагнуть до безмежного розширення. На рис. 1 подано їх взаємодію, що формує Cyberspace [1].

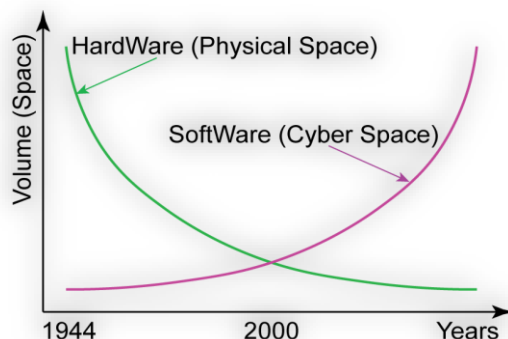


Рис. 1. Взаємодія обсягів кіберфізичних компонентів

Об'єкт дослідження – технології кіберуправління соціальними процесами. Предмет дослідження – цифрові технології моделювання соціальних процесів. Мета дослідження полягає у

розробці моделей, методів та алгоритмів для морального кіберуправління соціальними процесами на основі їх точного моніторингу.

Задачі: 1) стан проблеми на основі аналізу літературних джерел; 2) розробка логічних структур управління соціальними процесами; 3) опис кіберфізичної моделі державності; 3) синтез логічної функціональності для соціальних процесів.

Огляд літературних джерел за темою публікації

На основі кількісної соціології [2, 3] можна вивчати деякі соціальні процеси. За допомогою запропонованих моделей, в [4] застосовується підхід з використанням технології MAPLE. Загальний підхід до моделювання еволюції соціальної системи базується на сукупності аспектів, який визначається як лінійний векторний простір. Його вектори характеризують членів соціальної системи що до їхньої поведінки в суспільстві чи інкорпорації в соціальну групу [5]. Такими аспектами можуть бути рід занять, рівень життя, рівень доходу.

В роботі [6] розглядається адаптивне управління справами як альтернативний підхід до підтримки процесів, що вимагають великої кількості людей. Він може обслуговуватись мовою нотації моделювання управління справами (SMMN) з метою моделювання. Тут концепції ACM використовуються для підтримки процесів за участю людини, тобто соціальних. Досліджується використання мови SMMN для моделювання соціальних процесів. Відповідні моделі можуть виконуватись на платформі соціальної мережі. З цією метою метамодель ACM розширюється, щоб включити властивості виконання соціального середовища. Для демонстрації потенціалу запропонованого удосконалення, як тематичне дослідження використовується приклад соціального процесу.

Перший великий довідник [7] є енциклопедією аналізу та інтелектуального аналізу соціальних мереж (ESNAM). Він поєднує усі основні концепції та дослідницькі зусилля, містить нові теми, як краудсорсинг, аналіз думок і аналіз настроїв. Поява електронних засобів зв'язку і, зокрема, онлайн-спільнот призвела до створення соціальних мереж неймовірних розмірів. Наведено всебічний погляд на методології аналізу побудованих мереж, а також методи інтелектуального аналізу даних та машинного навчання, які виявилися привабливими для отримання складних знань у складних додатках.

В роботі [8] розглядається підхід до формального застосування науки про системи для глибокого аналізу складних систем. Докладні практичні приклади трьох фаз (аналіз-моделювання-дизайн) системної науки застосовуються до машинних систем, екосистем, і бізнес-систем, уряду. Складність глобальної системи досягла масштабів, які кидають виклик здатності зрозуміти наслідки використання людством технологій, зміни природних екосистем або навіть того, як керувати собою. Докладно показано, як функціонально та структурно реконструювати 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 / політичних механізмів для управління соціально-економічними та екологічними системами. Охоплює методи та надає приклади, як використовувати базу знань для отримання абстрактних моделей. Проблема полягає в управлінні складністю, тобто потрібно виявити рівень спрацьовування чи не спрацьовування, на якому можна за потреби використовувати втручання для підтримки стабільності системи.

Сучасні аналітичні підходи [9] 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. Аналіз

соціальних множин складається з породжувальної основи для філософії обчислювальних соціальних наук, теорії соціальних даних, концептуальних та формальних моделей соціальних даних та аналітичної основи для поєднання великих наборів соціальних даних із наборами організаційних даних. Три емпіричних дослідження великих соціальних даних представлені для ілюстрації аналізу соціальних множин з точки зору нечіткого теоретико-множинного аналізу настроїв, чіткого теоретико-множинного аналізу взаємодії та теоретико-множинної візуалізації, орієнтованої на вивчення подій. Описуються наслідки для аналізу великих даних, поточні обмеження теоретико-множинного підходу та майбутні напрямки дослідження.

В [10] обговорюється моделювання соціальних конфліктів з допомогою рівнянь дифузії. Введено модель, засновану на рівнянні дифузії Ланжевена. Поняття конфлікту у соціальній системі визначається з погляду математичного моделювання. Наведено основні поняття соціальних конфліктів (етносоціальні, релігійні), способи класифікації та інтерпретації. Модель полягає в ідеї, що всі індивідууми у суспільстві взаємодіють у вигляді комунікативного поля. Це поле індукується кожним індивідуумом у суспільстві та моделює інформаційну взаємодію між індивідами. Дано аналітичне рішення отриманої системи рівнянь у першому наближенні для типу дифузії. Показано на прикладі взаємодії двох груп індивідів, що 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 отриманих моделюванням фазових портретів робиться висновок про існування області стійкості, в межах якої соціальна система є стійкою і неконфліктною.

У роботі [11] 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 множина агентів соціально-економічної взаємодії. Вони приймають рішення про участь у певній діяльності у дискретні моменти часу. Рішення може призвести до прибутку чи збитку. Це залежить 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. Наведено чисельні результати моделювання.

Нещодавнє дослідження рекомендаційних систем [12] показало, що на основі інформації із соціальних мереж можна покращити якість рекомендацій. Традиційні моделі соціальних рекомендацій зазвичай лінійно комбінують інформацію із соціальних мереж. Наприклад, моделі, що 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. Пропонується нова нелінійна модель латентного фактора для соціальних рекомендацій, що використовує процес Гауса. Вводиться функція коварації з урахуванням соціальних факторів, на основі якої можна організувати минулі відгуки окремих користувачів, а також пов'язану з ними соціальну інформацію в матрицю коварації, яка нелінійно і систематично вивчає складні взаємодії серед користувачів, елементи, з якими вони взаємодіяли, та думки їхніх друзів (наприклад, відгуки друзів про одні і ті ж предмети). Розроблено алгоритм оптимізації на основі стохастичного градієнтного спуску. Великі експерименти, проведені на трьох реальних наборах даних, показують, що запропонована модель перевершує сучасні моделі соціальних рекомендацій і моделі, засновані на гауссовском процесі.

В роботі [13] йдеться про технологічні інновації як 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. Здатність виявляти та відстежувати розвиток цих ключових нововведень приносить величезну користь дослідникам та

керівникам технологій. Автори подають основу визначення шляху еволюції технології. Унікальність цієї структури полягає в тому, що вводяться нові індикатори, які відображають зв'язність та модульність внутрішньої мережі цитування, щоб розрізнити етапи розвитку технології. Автори також показують, як використовувати інформацію про сімейство патентів для побудови всеосяжної мережі їх цитування. Застосовуються інтегровані підходи аналізу основних шляхів (МРА), а саме глобальний МРА та глобальний аналіз основних маршрутів для отримання технологічних траєкторій на різних технологічних етапах. Цей підхід ілюструється за допомогою сонячних елементів, сенсibilізованих барвником (DSSC), недорогих сонячних елементів, що належать до групи тонкоплівкових сонячних елементів, які сприяють значному зростанню галузі відновлюваних джерел енергії. Результати показують, як виділяти ключові технології та відстежувати основну траєкторію розвитку досліджень для прийняття рішень та більш ефективного керування технологічними етапами інноваційних процесів.

В [14] розглядаються дані спостереження Землі як один з елементів світа великих даних, що швидко розширюється. Вони потенційно можуть допомогти у вирішенні багатьох соціальних і екологічних проблем людства. Нарівні з загальнодоступністю цих даних, існують певні обмеження, особливо в менш технологічно розвинених країнах, щодо можливостей їх використання установами та особами, що приймають рішення. Це посилює нерівність у «цифровому розриві». Стандарти, особливо відкриті, розроблені спільнотою, 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 [15] розглядаються питання створення кіберфізичного простору для цифрового моніторингу технологічних процесів та оптимального управління ресурсами. Запропонована кібертехнологія цифрового управління соціальними ресурсами включає два хмарних сервіси розподілу: державних замовлень і фінансів; вакансій претендентів за заданою метрикою з використанням матриць компетенцій. Метрика компетенцій – це спосіб вимірювання відстані між об'єктами або процесами, який 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 часовому інтервалі. Кіберсоціальна система спрямована на усунення суб'єктності в управлінні людськими та фінансовими ресурсами на основі передачі службових функцій незалежному хмарному кіберсервісу.

У [16] запропоновано систему хмарних сервісів CyUni для моніторингу та управління оцифрованими науковими та освітніми процесами у підрозділах університету. Вона основана на технологіях IoT, Cloud - Fog Networks – Mobile, що дозволяє вилучити паперові носії інформації та позбутися суб'єктивізму в академічному управлінні. Розроблено моделі гармонійної взаємодії демократичних правил голосування та кібермоніторингу для прийняття рішень у державних університетах та організаціях. Визначено ринкову привабливість запропонованого кіберсервісу.

Результати дослідження та їх обговорення

Логічні структури управління. Для моделювання прийняття рішення людиною або соціальною групою застосовується базис примітивних елементів AND, OR, NOT, XOR. Логічний вираз може описувати функціонування соціальної системи.

Наприклад: $Y = f(X)$, де X – сукупність показників, що впливають на систему для формування її стану. Для визначення впливу станів входної змінної X на стан соціальної системи Y застосовується апарат булевих похідних [17, 18]:

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

Цифрове моделювання соціальних процесів

Показники або фактори мають сенс змінних та при активізації соціальних процесів поділяються на: a – суттєві, c – забезпечуювальні, n – надлишкові:

$$x_i \in \{X^a, X^c, X^n\}; X^a \cap X^c \cap X^n \neq \emptyset; X^a \cup X^c \cup X^n = X. \quad (2)$$

Стан соціальної системи може бути активований істотною змінною за певних значень інших змінних:

$$\frac{df}{dx_i} = f(x_1, x_2, \dots, \bar{x}_i, \dots, x_n) \oplus f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n) \neq 0. \quad (3)$$

Якщо вхідна умова для активації стану виходу Y не існує, змінна є несуттєвою:

$$\frac{df}{dx_i} = f(x_1, x_2, \dots, \bar{x}_i, \dots, x_n) \oplus f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n) = 0. \quad (4)$$

Булева похідна визначає умови зміни стану соціальної системи як функції при впливі на неї змінною – показником чи фактором, – або констатувати відсутність таких умов, коли змінна або фактор є несуттєвими.

Для системи прийняття рішень $Y=f(P,L,R,U,B,M,V)$, де істотні змінні подані такими суб'єктами: P – президент, L – парламент, R – уряд, U – зовнішні впливи, B – олігархи, M – військові, V – народ, відповідна логічна схема управління соціумом має вигляд:

$$Y = PLR \vee BUV \vee MBU. \quad (5)$$

Обчислення булевої похідної за кожною змінною відповідає умовам реалізації ідеї у країні, ініційованою кожним суб'єктом. Наприклад, воля президента визначається булевою похідною, відповідно, для її реалізації необхідно виконання однієї з трьох умов, що отримані шляхом обчислення булевої похідної для функції $Y=f(X)$ управління соціальними процесами:

$$\frac{df}{dP} = LR\bar{B} \vee LR\bar{U} \vee LR\bar{V}\bar{M}. \quad (6)$$

Логічна схема на рис. 2 містить логічні елементи для прийняття рішень. Для активізації ідеї показано шлях, а також умови активізації змінної P , що впливають на стан виходу для соціального процесу: 1) погодження парламенту L , уряду R та нейтралітет бізнесу B ; 2) згода парламенту L та уряду R , але нейтралітет зовнішніх впливів U ; 3) парламент L , держава, народ – нейтралітет, військові M – нейтралітет.

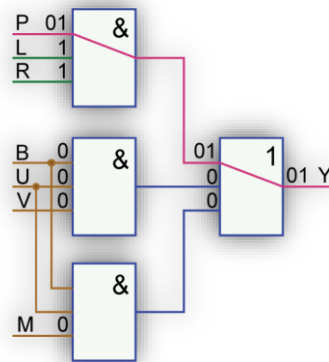


Рис. 2. Структурна схема управління державою

Для логічної схеми управління вищим навчальним закладом

$$Y = f(m, r, e, s, c, u), \quad (7)$$

що містить наступну ієрархію логічних змінних: міністр, ректор, ректорат, наукова рада, конференція представників трудового колективу, колектив університету, ідея матиме наступні варіанти реалізації:

$$Y = mr \vee re \vee es \vee sc. \quad (8)$$

Тут можуть розглядатися такі реалізації ідеї: видання наказу ректора за погодженням із міністром; видання наказу за погодженням із вченою радою; ініціювання конференцією трудового колективу разом із вченою радою. Обчислення булевої похідної за змінною ректора визначає всі можливі умови для актуалізації ідеї в університеті, що ініціюється першим керівником. Тоді умови для активізації рішення ректора подані двома варіантами подій:

$$\frac{df}{dr} = m\bar{s} \vee e\bar{s} = (m \vee e)\bar{s} \quad (9)$$

Логічна схема для активізації ідеї керівника має умови активізації, що визначаються згодою міністра чи ректорату за узгодженням вченої ради (рис. 3).

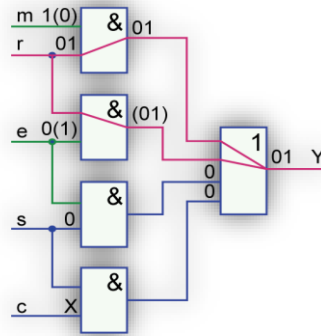


Рис. 3. Структурна схема управління університетом

Таким чином, проектування логічної схеми управління соціальними групами ґрунтується на формалізації вербального опису системи управління. Маючи побудовану логічну схему менеджменту, можна виявити умови реалізації певної ідеї на основі істотних змінних шляхом обчислення булевої похідної. Розглянуті моделі надають теоретичне тлумачення деяким соціальним процесам.

Кіберфізична модель державності. Кіберсоціальна державність створюється на основі метричного управління ресурсами та громадянами з використанням цифрового моніторингу, кіберфізичного середовища та оцінювання потреб соціальних груп. Розглядаються основні компоненти для її функціонування, що упорядковані за рівнем впливу (рис. 4): 1) метричні цифрові відношення; 2) апарат хмарного управління; 3) цілі чи доктрини держави; 4) компетентні кадри в ієрархічній структурі відносин; 5) кіберфізична інфраструктура держави стає більш домінуючою; 6) ресурси. Цифрове законодавство та гнучка інфраструктура приходять разом з кібердержавами та створюють зручні послуги для обслуговування громадян.

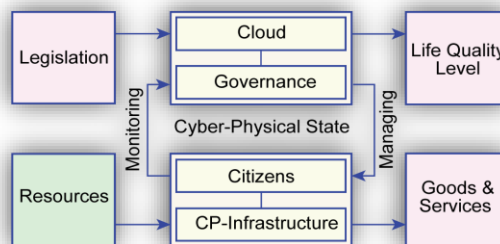


Рис. 4. Модель кіберфізичної державності

Синтез логічної функціональності для соціальних процесів. Синтез логічної функціональності для аналізу соціально значущих процесів (вхідних впливів) заснований на побудові простих кон'юнктивної та диз'юнктивної нормальної форм, де кожен терм є оцифрованим відношенням у соціальній групі. Сукупність термів формує таблицю істинності, досконалим диз'юнктивну нормальну форму або кубітне покриття, соціально-логічної функції [18], визначену двійковими значеннями вхідних та вихідних змінних.

Цифрове моделювання соціальних процесів

Логічні вхідні X та вихідні Y змінні, функціональні примітиви P , внутрішні лінії M пов'язують логічні елементи відношеннями та формують цифрова модель соціальної системи:

$$S = \{X, Y, M, F\}, \quad X = (X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n); \quad Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_i, \dots, Y_n);$$

$$P = (P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_n); \quad M = (M_1, M_2, \dots, M_i, \dots, M_n). \quad (10)$$

Логічні схеми для хмарного кібер-управління вищим навчальним закладом (університетом) містять як компоненти відношення, кадри, інфраструктуру, фінанси, науку, освіту, goadmap. Для управління електронним безпаперовим документообігом в розумному кібер університет і пропонується розглянути синтез соціально-логічної схеми. На рис. 5 наведено процес створення та застосування документа, який ініціює співробітник (E) або студент (T) у вигляді структурно-логічної схеми проходження документа, що має 5 рівнів валідації та затвердження. На входи логічних AND-елементів подаються сигнали: H – керівник кафедри (підрозділу), D – декан факультету, S – сервісні підрозділи, V – проректор, R – ректор, що погоджують проходження документа від його початкового ініціатора {E,T} до його виготовлення (O – Order) та доставки до кінцевих адресатів. При цьому логічна функція має такий вигляд:

$$O = f(E, T, H, D, S, V, R) = ((((((E \wedge T) \wedge H) \wedge D) \wedge S) \wedge V) \wedge R) =$$

$$= (E \wedge H \wedge D \wedge S \wedge V \wedge R) \vee (T \wedge H \wedge D \wedge S \wedge V \wedge R). \quad (11)$$

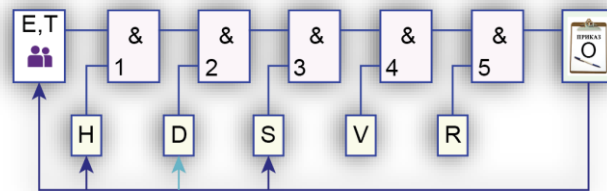


Рис. 5. Логічна схема валідації та затвердження документа

Сутність електронного документообігу, як замкнутої технології, що зберігається на хмарі, полягає у його узгодженні (підписанні) всіма службами та доставці зацікавленим адресатам у адресному просторі e-Document Circulation (рис. 6).

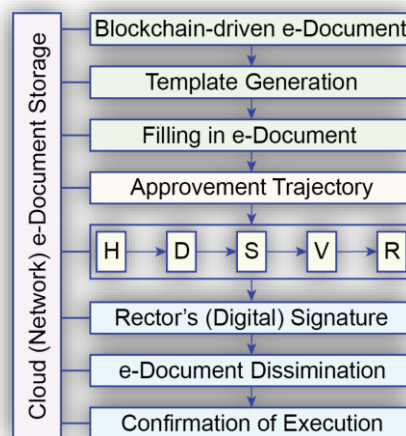


Рис.6. Алгоритм-структура електронного документообігу

Стадії життєвого циклу електронного документа (створення, поширення, утилізація), що постійно знаходиться в одному місці (хмара), забезпечуються хеш-функцією Blockchain ланцюжка для унеможливлення його підробки. До нього мають доступ у межах своїх компетенцій відповідальні співробітники. Спочатку створюються шаблони подальшого заповнення полів електронного документа. Відмінним пунктом алгоритму електронного документообігу є підтвердження виконання документа для визначення ефективності керівних впливів у вищому навчальному закладі.

Ринкова привабливість електронного документообігу обґрунтована зниженням вартості трудовитрат на підготовку документів, скорочення часу підписання документів, економії коштів на папір, що у масштабах вищої школи країни може становити кілька десятків мільйонів гривень на рік. При цьому якість управління, що визначається ефективністю регуляторних впливів, суттєво покращується за рахунок online моніторингу: всіх стадій життєвого циклу документа та його впливу на виробничі та соціальні процеси.

На рис. 7 представлена структурно-логічна схема, яка формує умови для створення високої якості життя (Q) громадян, що кон'юнктивно залежить від: 1) моральних законодавчих відносин (N) та духовності (D); 2) позитивних моральних цілей розвитку суспільства (E); 3) морально здорової, освіченої, культурної, справедливої та компетентної політичної еліти (P); 4) кадрів (K) чи населення, які є компетентними у сучасних технологіях творчого розвитку; 5) розвиненої кіберфізичної цифрової інфраструктури (R), що формує якісні та надійні засоби комунікації всередині держави для зв'язків із зовнішнім світом.

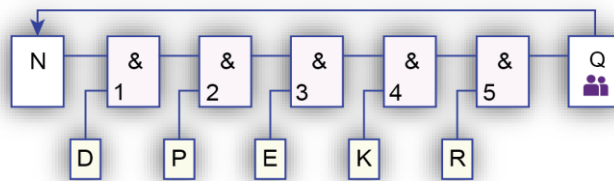


Рис.7. Логічна схема формування якості життя громадян

Слід зазначити, що моральні відносини разом із духовністю людини (соціальної групою) є домінуючими у виборі шляху розвитку, збереження екології планети та досягнення якості життя громадян.

Обговорення отриманих результатів дослідження

Проектування логічної схеми управління соціальними процесами ґрунтується на формалізації вербального опису системи управління. Досконалість компанії, університету, держави починається з метричного виміру соціальних процесів та діяльності суб'єктів.

Цікаво показати, як впливають на функціонування системи зовнішні фактори, внутрішні компоненти та зв'язки. Система з позиції комп'ютерингу має зовнішні входи та виходи, а також архітектуру, яка містить керуючий та виконавчий механізми, що працюють за заданими алгоритмами (законами та положеннями). Архітектурні рішення є ідентичними для систем державної власності та приватних компаній, але відрізняються за ефективністю їх роботи з причин різної метрики відносин між соціальними суб'єктами.

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

Висновки

Подані структурні схеми з логічних елементів, що описуються булевими рівняннями для булевих похідних, для прийняття рішень на основі умов активізації змінної для зміни виходу

соціальної структури або стану соціальної системи. Описано кіберсоціальну модель державності та структуру цифрового державного комп'ютингу, що спрямовані на метричне управління ресурсами та соціальними процесами з компонентами: відносини – цілі – управління – кадри – інфраструктура – ресурси. Впровадження компонентів кіберсоціального комп'ютингу та сервісів хмарного управління на основі метричного кіберфізичного IoT-моніторингу соціальних процесів орієнтовано на створення кібер-державності для забезпечення високої якості життя громадян. Для створення кіберфізичної структури хмарного управління вищими навчальними закладами, що ґрунтується на метричному цифровому моніторингу науково-освітніх процесів, пропонуються компоненти кіберсоціального комп'ютингу. Синтез та аналіз соціально-логічних структур спрямований на прогнозування наслідків від прийняття управлінських впливів. Наведено алгоритм електронного документообігу як замкнутої технології у хмарі.

Подальші дослідження будуть спрямовані на практичну, програмну реалізацію та впровадження хмарних сервісів моніторингу, управління соціальними процесами та явищами в університеті та інших державних структурах.

Список використаних джерел

1. Top Trends Now and Next at <https://toptrends.nowandnext.com/>
[https://nowandnext.com/PDF/Mega%20Trends%20and%20Technologies%202017-2050%20\(Web\).png?fbclid=IwAR2vtrT2x5OvbMikWGUPkiH1DO_x2CeybxyEJF-AEZEXIF4wc5Qqr-S44](https://nowandnext.com/PDF/Mega%20Trends%20and%20Technologies%202017-2050%20(Web).png?fbclid=IwAR2vtrT2x5OvbMikWGUPkiH1DO_x2CeybxyEJF-AEZEXIF4wc5Qqr-S44)
2. G. Mensch, G. Haag, W. Weidlich (1982). *Econometrica*, Vol. 50, 1982, p. 15.
3. W. Weidlich, G. Haag (1983). *Concepts and models of quantitative sociology. The dynamics of interacting populations.*, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York. 1983.
4. 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
5. W. Weidlich, G. Haag (1980). *Dynamic of interacting groups in society*, in H. Haken: *Dynamics of synergetics systems*, Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York, 1980.
6. Routis, I., Nikolaidou, M., Anagnostopoulos, D. (2018). *Using CMMN to Model Social Processes*. In: Teniente, E., Weidlich, M. (eds) *Business Process Management Workshops. BPM 2017. Lecture Notes in Business Information Processing*, vol 308. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74030-0_25
7. Reda Alhaji, Jon Rokne. Springer, New York, NY DOI <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7131-2>. 2018
8. 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.
9. R. Vatraru, RR Mukkamala, A. Hussain i B. Flesch, "Social Set Analysis: A Set Theoretical Approach to Big Data Analytics," in *IEEE Access*, vol. 4, pp. 2542-2571, 2016, doi: 10.1109/ACCESS.2016.2559584.
10. Y. Petukhov, BM Sandalov, AO Malhanov and YV 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.
11. 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.
12. J. Zhang, X. Liu та X. Zhou, "Товариші не-Linear Social Recommendation Using Gaussian Process," in *IEEE Access*, vol. 10, pp. 6028-6041, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3141795.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. 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.

17. 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.
18. Vladimir Hahanov, *Cyber Physical Computing for IoT-driven Services*, New York, Springer, 2018.

Hanna Khakhanova¹, Vugar Abdullayev²

¹ Department of computer engineering design automation, Kharkiv National University of Radio Electronics, Nauki Ave. 14, Kharkiv, Ukraine, E-mail: anna.hahanova@nure.ua, ORCID 0000-0002-4528-6861

² Azerbaijan State University of Oil and Industry, Azadlig Ave, 16/21, Baku, Azerbaijan, E-mail: abdulvugar@hotmail.com, ORCID 0000-0002-3348-2267

DIGITAL SIMULATION OF SOCIAL PROCESSES

Received: September 12, 2023 / Revised: October 16, 2023 / Accepted: October 24, 2023

© *Khakhanova H., Abdulaev V., 2023*

Abstract. Implementing cyber-social computing components and cloud management services based on metric cyber-physical monitoring for social processes is aimed at creating a cyber-state to ensure a high quality of life for citizens. Logical schemes of cyber-social computing are provided for creating a cyber-physical structure of cloud management for the university based on metric digital monitoring of scientific and educational processes. The synthesis and analysis of socio-logical structures is aimed at predicting the consequences of adopting managerial influences. The algorithm of electronic document circulation is presented as a closed technology for the production and application of a paperless document stored on the cloud or in the corporate network, which consists in its coordination by all services and delivery to addressees in the space of e-Document Circulation.

Keywords: computing, cyber social processes, digital modeling for social processes, smart cyber university, monitoring, digital management, e-Document Circulation.