

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

**СОКЛАКОВА ТЕТЯНА ІГОРІВНА**

УДК 658:512.011: 681.326: 519.713

**МОДЕЛІ І МЕТОДИ КІБЕРФІЗИЧНОГО КОМП'ЮТИНГУ  
ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ СОЦІАЛЬНИМИ  
ПРОЦЕСАМИ**

05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Харків – 2019

Дисертацією є рукопис

Робота виконана у Харківському національному університеті радіоелектроніки, Міністерство освіти і науки України

**Науковий керівник:** доктор технічних наук, професор  
Хаханов Володимир Іванович, Харківський національний університет радіоелектроніки, головний науковий співробітник кафедри автоматизації проектування обчислювальної техніки.

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
Мірошник Марина Анатоліївна, Український державний університет залізничного транспорту МОН України, професор кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем;

доктор технічних наук, професор  
Хажмурадов Манап Ахмадович, Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут" НАН України, начальник відділу математичного моделювання та дослідження ядерно-фізичних процесів і систем.

Захист відбудеться "27" лютого 2019 р. о 13-00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д64.052.01 у Харківському національному університеті радіоелектроніки за адресою: 61166, місто Харків, пр. Науки, 14.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Харківського національного університету радіоелектроніки за адресою: 61166, місто Харків, пр. Науки, 14.

Автореферат розісланий "26" січня 2019 року.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради

Є.І. Литвинова

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми дослідження** пов'язана зі створенням елементів кубітної теорії і архітектур кіберсоціального комп'ютингу для метричного моніторингу активності громадян і подальшого кубітного моделювання великих даних на логічних структурах з метою морального цифрового управління соціальними процесами. Дивовижний факт, що бібліотека IEEE Xplore не має публікацій у напрямі Cyber Social Computing, проте Springer має 13358 книги. При цьому IEEE Social Computing має 25342 роботи, а Springer представлений 41733 монографіями. Природно, що поєднання двох ринково-орієнтованих наукових напрямків може дати істотний практичний результат для підвищення якості життя і збереження екології планети. При цьому орієнтація на використання активного (квантового) соціального online комп'ютингу має за мету: 1) Створення паралельних квантових алгоритмів для метричного аналізу кубітних структур великих даних у процесі моніторингу кібервідбитків деструктивних намірів або дій громадян. 2) Актуаторне управління громадянами для профілактики і запобігання протизаконних акцій. 3) Запобігання терористичним актам, вбивств, суїцидів на основі моніторингу та вироблення актуаторних впливів, включно із залученням правоохоронних органів і спецслужб. 4) Запобігання варварських актів забруднення планети і локальних територій на основі моніторингу потенційно нечесних громадян і організацій. 5) Запобігання несанкціонованих мітингів, соціальних хвилювань, незаконних захоплень влади, революцій на основі моніторингу радикально налаштованих громадян і угруповань. Отже, створення online cyber social computing для моніторингу та управління намірами громадян, а також профілактики і запобігання деструктивних дій по відношенню до людей і / або екосистеми планети є цілком актуальним.

Вирішення проблем, пов'язаних з кіберфізичним соціальним комп'ютигом на основі кубітної цифрової схемотехніки, що запобігає соціальним колізіям шляхом моделювання процесів, подано в публікаціях таких вчених: Filipe Breda, Yervant Zorian, Paolo Prinetto, Peter Mueller, Анатолій Петренко, Раймунд Убар, Андрей Ivanov, Migdalas Athanasios, Ismail Leila, Zhang Ligen, Das Swagatam, Наталя Тихомирова, Володимир Кухаренко, Людмила Білосова, Ірина Зимова, Дмитро Сперанський, Анжела Матросова, Вазген Мелікян, Володимир Тарасенко, Михайло Коровай, Олександр Палагін, В'ячеслав Харченко, Рімантас Шейнаукас, Ніна Євтушенко, Геннадій Кривуля, Валентин Філатов, Вадим Аванесов, Сергій Раков, Володимир Опанасенко, Леонід Дербуновіч, В'ячеслав Ярмолік, Роман Базилевич, Марина Мирошник.

**Зв'язок роботи з науковими програмами та темами.** Розробка теми дисертації здійснювалася відповідно до планів держбюджетних НДР і міжнародних договорів, виконуваних на кафедрі АПОТ Харківського національного університету радіоелектроніки у період з 2015 року, у тому числі: 1)

Договір про дружбу та співробітництво між ХНУРЕ та компанією «Aldec Inc.» (USA) № 04 від 01.11.2011; 2) Curricula Development for New Specialization: Master of Engineering in Microsystems Design 530785-TEMPUS-1-2012-1-PL-TEMPUS-JPCR MastMST (2012-2016); 3) Фундаментальна держбюджетна НДР №297 "Cyber Physical System – Smart Cloud Traffic Control" (2015-2017), № ДР 0115U-000712; 4) Фундаментальна держбюджетна НДР № 316 "Cyber Physical System – Smart Cyber University" (2017-2019), № ДР 0117U-0002524.

Автор дисертаційної роботи брав участь у виконанні зазначених договорів і програм як розробник-архітектор та програміст-тестувальник засобів синтезу кубітних логічних схем і моделювання соціальних процесів на основі використання великих даних, інтегрованих із сервісами CyUni.

**Сутність дослідження** – архітектура кіберсоціального комп'ютингу для метричного моніторингу активності громадян і подальшого кубітного моделювання великих даних на логічних структурах з метою морального цифрового управління соціальними процесами, забезпечення якості життя і збереження екології планети.

Запропоноване дослідження спрямоване на вирішення *науково-практичної задачі* – розробка кіберсоціального логічного процесора для кубітного моделювання великих даних, отриманих шляхом метричного моніторингу активності громадян, для морального цифрового управління соціальними процесами і запобігання неконструктивних (протиправних) дій.

**Об'єкт дослідження** – кіберсоціальні процеси і явища, автоматично керовані комп'ютинговими сервісами на основі метричного моніторингу активності громадян шляхом використання логічних схем опису еталонів поведінки людини.

**Предмет дослідження** – кубітні логічні структури опису соціальних процесів для синтезу архітектури кіберфізичного комп'ютингу, спрямованого на метричний моніторинг, моделювання і цифрове управління поведінкою громадян.

**Мета дослідження** – розробка архітектур кіберфізичного комп'ютингу, що використовує кубітні логічні моделі і методи аналізу великих даних, отриманих шляхом метричного моніторингу активності громадян, для морального цифрового управління соціальними процесами, забезпечення якості життя і збереження екології планети.

**Задачі дослідження:**

1. Розробка кубітного методу синтезу логічних схем для моделювання кіберсоціальних процесів на основі унітарного кодування значень багатозначних змінних.

2. Розробка кубітного методу аналізу кіберсоціальних процесів на основі використання еталонних логічних елементів з унітарним кодуванням багатозначних змінних.

3. Розробка кубітно-регістрового методу моделювання кіберсоціальних процесів на основі логічних елементів з векторною формою унітарних кодів багатозначних змінних.

4. Удосконалити архітектури memory-driven кіберфізичного комп'ютингу для синтезу та аналізу логічних секвенсорів, що моделюють соціальні процеси і явища з метою моніторингу та управління.

5. Удосконалити кубітно-векторні моделі опису багатозначних логічних змінних для синтезу логічних секвенсорів, орієнтованих на аналіз кіберсоціальних процесів.

#### **Наукова новизна:**

1. *Вперше* запропоновано кубітний метод синтезу логічних схем, який характеризується унітарним кодуванням значень багатозначних змінних для паралельного моделювання кіберсоціальних процесів.

2. *Вперше* запропоновано кубітний метод паралельного аналізу кіберсоціальних процесів, який характеризується унітарним кодуванням багатозначних змінних, використовуваних в еталонних логічних елементах комбінаційних схем.

3. *Вперше* запропоновано кубітно-регістровий метод аналізу, який характеризується використанням логічних елементів з векторною формою унітарних кодів багатозначних змінних для паралельного моделювання кіберсоціальних процесів.

4. *Удосконалено* архітектуру memory-driven кіберфізичного комп'ютингу, яка відрізняється паралелізмом процедур синтезу та аналізу логічних секвенсорів, призначених для моделювання соціальних процесів і явищ з метою моніторингу та управління.

5. *Удосконалено* кубітно-векторні моделі цифрових комбінаційних схем, які відрізняються унітарним кодуванням багатозначних логічних змінних для синтезу секвенсорів з метою паралельного аналізу кіберсоціальних процесів.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає у розробці кубітних моделей, структур даних, методів синтезу та аналізу логічних схем фрагментів соціальних процесів, що дозволяють моделювати реакцію системи від прийняття конструктивних і деструктивних рішень людини, керівника, чиновника, завдяки кубітному опису еталонів поведінки, що дає можливість актуаторно управляти громадянами, щоб уникнути деструктивних наслідків. Створено сервіс додаток SoQuaSim, виконано його тестування і верифікація в частині кубітних моделей і методів кіберфізичного комп'ютингу на прикладах соціальних процесів, пов'язаних з наукою, освітою і поведінкою громадян. Окремі сервіси синтезу та аналізу кубітних моделей соціальних процесів реалізовані у вигляді програмного додатка SoQuaSim і пройшли достатню апробацію в процесі виконання проекту "Smart Cyber University". Середовище проектування: SWIFT, платформа: Macintosh OS X.

Отримані в процесі виконання досліджень наукові висновки і практичні результати є достовірними, що підтверджується достатньою кількістю вико-

наних експериментів, тестуванням і верифікацією моделей логічних схем на основі використання серверного програмного додатка SoQuaSim, що пройшли вичерпну апробацію у навчальному процесі та технологічному забезпеченні виробничого процесу.

Результати дисертації у складі моделей, методів і фрагментів програмних додатків впроваджені у навчальний процес Харківського національного університету радіоелектроніки (акт про впровадження від 23.10.2018); у виробничу діяльність "Першого інституту надійного програмного забезпечення" (довідка про впровадження від 25.10.2018).

Особистий внесок здобувача. Всі наукові і практичні результати отримані автором особисто. У роботах, опублікованих зі співавторами, здобувачеві належать: [1] – система метричних параметрів і універсумів примітивів, яка характеризується можливістю кубітного синтезу логічних схем; [2] – кубітні структури даних для оцінювання якості взаємодії об'єктів у кіберпросторі; [3] – кіберфізична комп'ютерингова архітектура; [4] – логічні моделі кіберсоціального комп'ютерингу; [5] – архітектури і методи логічного моделювання соціальних процесів, автоматичний синтез еталонних логічних схем, який характеризується можливістю кубітного моделювання соціальних процесів; кубітні структури даних, які відрізняються можливістю унітарного кодування соціальних відносин; [6] – логічні схеми моніторингу та управління соціальними групами; [7] – огляд технологій моніторингу та управління соціальними процесами, представлених у циклі Gartner 2017; [8] – метод моніторингу соціальних процесів в області безпеки; [9] – аналітична модель відношень у соціальних структурах; [10] – опис можливостей застосування технології Big Data для кіберуправління соціальними процесами; [11] – кубітні моделі аналізу кіберфізичних процесів; [12] – архітектури моніторингу та управління науково-освітніми процесами; [13] – кубітні структури даних для синтезу логічних схем; [14] – логічні схеми емоційного комп'ютерингу; [15] – основні компоненти Big Data аналітики; [16] – структурні кубітні схеми управління соціальними процесами; [17] – метод паралельного синтезу логічних схем моніторингу та управління; [18] – булеві структури даних для паралельної реалізації логічних операцій.

**Апробація результатів дисертації.** Результати роботи були подані та обговорені на таких конференціях: IEEE East-West Design and Test Symposium, 2016 (Yerevan, Armenia); 2017 (Novi Sad, Serbia); Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI сторіччі», 2016, 2017 (Харків, Україна); the XIII IEEE International Conference TCSET 2016 (Lviv-Slavsk, Ukraine); the 14th International Conference: The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics, CADSM 2017 (Lviv, Ukraine).

**Публікації.** Результати дисертаційної роботи відображені у 18 друкованих працях: 3 розділи у монографії (з них 3 входять до наукометричної бази Scopus), 7 статей у наукових фахових виданнях України (з них 6 статей входять до міжнародних наукометричних баз), 2 статті у міжнародних

наукових журналах за кордоном, 8 міжнародних наукових конференцій (з них 2 за кордоном і 6 входять до наукометричної бази Scopus). Здобувач має 9 публікацій у наукометричній базі Scopus та індекс Хірша  $h = 1$ .

Дисертаційна робота має 210 сторінок (з них 148 складають основний текст) і містить: 4 розділи, 44 рисунка, перелік джерел з 78 назв (на 7 с.), 4 додатки (на 37 с.), анотації на 14 с.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обгрунтовано актуальність завдань, які вирішуються в дисертаційній роботі, сформульовано мету дослідження, а також викладені наукова новизна і практична цінність отриманих результатів.

У **першому розділі** виконано аналітичний огляд існуючих технологій, моделей, методів і алгоритмів, спрямованих на вирішення завдань кіберфізичного соціального комп'ютингу, що має на меті запобігання соціальних колізій на основі вичерпного метричного моніторингу кіберпростору, соціальних груп і окремих осіб для вироблення актуаторних коригувальних впливів. Даються рекомендації для проведення актуальних досліджень і ринково орієнтованих розробок у даній області шляхом постановки мети і завдань дослідження.

Функція мети  $Q$  визначається конволюцією в мінімум (нуль) кіберфізичного простору за метрикою  $N_i$  ( $i=1, \dots, n$ ): соціальних колізій, конфліктів, протиправних та/або кримінальних дій щодо громадян і екології, корупції, державного перевороту, революцій, терористичних актів і воєн за рахунок часових  $T$ , апаратно-програмних  $W$  і матеріальних витрат  $M$ , необхідних для вичерпного моніторингу і цифрового управління соціальними процесами і явищами, що дає можливість підвищити якість життя людини і зберегти екологію планети за рахунок отримання багаторазової економічної ефективності  $E$ , пов'язаної з елімінацією втрат від соціальних і рукотворних екологічних потрясінь:

$$Q = \min \sum_{i=1}^n N_i \rightarrow E = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{N_i \times M_i^N}{(T_i \times M_i^T) + (W_i \times M_i^W)} \right]$$

У **другому розділі** запропоновано логічні архітектури, пов'язані з кіберфізичним соціальним комп'ютингом (метричний моніторинг і цифрове управління), спрямованим на прийняття рішень, пошук та ідентифікацію великих даних, визначення функцій належності вхідних даних до заданого процесу чи явища на основі введеної метрики визначення відстаней. Всі моделі орієнтовані на схемотехнічну реалізацію методів і алгоритмів online моделювання з метою вироблення адекватних автоматичних актуаторних впливів без участі людини. Практичні результати орієнтовані на виконання актуальних для ринку трендів за Gartner Hypecycle, пов'язаних зі створенням digital twin, digital assistant. Метрика є способом вимірювання відстані (відносин) між об'єктами (процесами або явищами) в просторі, яка

ідентифікується сукупністю аксіом. Тому відносини, що формуються метрикою, є первинними у визначенні простору, де фізична сутність об'єктів не має значення. Існує необхідність введення абстрактної метрики, інваріантної до всіх типів просторів, яка визначається конволюційним замиканням абстрактної суми  $\Sigma = \{+, \oplus, \Delta\}$  відстаней між кінцевим числом точок, замкнутах у цикл, шляхом використання єдиної аксіоми-метрики абстрактного простору:  $D = \sum_{i=1}^n d_i$  Синтаксису і семантиці контенту можна поставити у відповідність логічну функцію, де кожна змінна становить інтуїтивно розподілений фрагмент тексту:  $Y=f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$ . Семантична, синтаксична цифрова похідна за текстовим фрагментом визначається функцією, що формує умови для зміни сенсу, яка виходить після виконання хог-операції між логічними виразами, відповідними двом залишковим (0, 1) фрагментам тексту:

$$\frac{df}{dx_i} = f(x_1, x_2, x_i = 0, x_n) \oplus f(x_1, x_2, x_i = 1, x_n).$$

Семантична або синтаксична цифрова відстань між логічними виразами-векторами  $a$  і  $b$ , які відповідають інтуїтивно розподіленим фрагментам тексту, формує закінчений і цілісний контент, визначається хог-операцією:

$$d(a, b) = a_i \oplus b_i.$$

Технологічно зручно працювати у кіберпросторі, коли всі оцифровані об'єкти, функції (кубітні покриття) або процеси представлені геометричними фігурами, які ідентифіковані двійковими або багатозначними векторами. В цьому випадку технологічно зручно в паралельному режимі визначати або вимірювати Хеммінгову (метричну) відстань між координатами, функціями, оцифрованими процесами, явищами, синтаксисом або семантикою висловлювань, соціальних акцій, науково-освітніх та ринкових досягнень, компетентностей громадян, рейтингів співробітників, компаній і університетів.

Кібер-соціальна похідна (за аналогією з семантичною) визначається функцією, яка формує зовнішні умови для реалізації соціальних акцій, яка синтезується шляхом виконання хог-операції між компонентами, відповідними двом залишковим (0, 1) логічним виразам:

$$\frac{df}{dx_i} = f(x_1, x_2, x_i = 0, x_n) \oplus f(x_1, x_2, x_i = 1, x_n).$$

Відстань за Хеммінгом між об'єктами і булевою похідною вирішують два практично орієнтованих завдання: 1) Визначити подібність або відмінність між двома об'єктами або процесами з метою обчислення кращого з них, а також функції приналежності одного об'єкта до іншого. 2) Обчислення умов для реалізації соціальної, ринкової, адміністративної акції. 3) Аналіз і синтез максимально різних повідомлень для сприйняття людиною або соціальною



групою на основі використання кодової відстані за Хеммінгом між семантичними частинами посилення.

Модель взаємодії чорного (0) і білого (1) контентів визначається функцією and, яка робить соціальну систему негативною у 75% випадків:

$$Y = X_1 \wedge X_2 = \{0 \wedge 0 = 0, 0 \wedge 1 = 0, 1 \wedge 0 = 0, 1 \wedge 1 = 1\}$$

Можна змінити функцію and соціальних відносин між поганим і гарним, на логіку or, яка формує домінування позитиву у всіх випадках, крім одного:

$$Y = X_1 \vee X_2 = \{0 \vee 0 = 0, 0 \vee 1 = 1, 1 \vee 0 = 1, 1 \vee 1 = 1\}$$

Для цього необхідно скористатися кубітними векторами опису логічних функцій, які є стовпцями станів таблиць істинності.

$$Q(X_1 \wedge X_2) = 0001, Q(X_1 \vee X_2) = 0111$$

Далі над кубітними векторами вихідної і результуючої функції слід виконати хог-операцію, що дає можливість визначити функцію, яка буде симетричною різницею або відстанню між вихідною і результуючою логічною функціональностями:  $Q(0001) \oplus Q(0111) = Q(0110)$ .

Останнім кроком буде хог-складання вихідної функції і обчисленої відстані для отримання функціональності, яка є моделлю моральних відносин в соціально здоровому суспільстві:  $Q(0111) = Q(0001) \oplus Q(0110)$ ,  $f(X_1 \vee X_2) = f(X_1 \wedge X_2) \oplus f(X_1 \oplus X_2)$ .

Таким чином, щоб здійснити перехід від однієї логічної функції до іншої, необхідно знайти симетричну різницю між ними, яка фактично визначає відмінність між двома функціями:  $f_i \oplus f_o = f_\Delta \rightarrow f_o = f_i \oplus f_\Delta$ .

Симетрична різниця може бути використана для корекції соціальної функції в разі виникнення будь-якої помилки, яка також асоціюється з кубітним вектором. Знайдена відстань, складена з будь-якої з двох функцій, дає можливість знайти альтернативний варіант, який завжди буде максимальною протилежним вихідному:  $Q_i \oplus Q_o = Q_\Delta \rightarrow Q_o = Q_i \oplus Q_\Delta$ .

Природно, метрика відстаней може бути поширена на будь-яке число функціональних компонентів, де один з них може бути знайдений шляхом хог-підсумовування всіх інших.

Дві функції, подані кубітними векторами, і (коригуюча) відстань між ними утворюють транзитивне замикання. Останнє використовується в технічній діагностиці для виконання діагностичного експерименту і хог-аналізу для встановлення точного діагнозу технічної або цифрової системи. Дану технологію можна ефективно використовувати для метричного пошуку необхідного фахівця з наперед заданими еталонними компетенціями.

Обчислення булевої похідної, яка у загальному випадку є функцією від  $(n - 1)$  змінної, дає можливість визначити умови для зміни стану соціальної системи при впливі на неї зміною змінної (фактором, ідеєю) або

задекларувати, що таких умов не існує, оскільки фактор є несуттєвим і не впливає на соціум.

Таким чином, проектування логічної схеми управління соціальними групами засноване на формалізації вербального опису системи актуаторних впливів. Маючи побудовану логічну схему менеджменту, достатньо просто визначити умови для реалізації будь-якої ідеї, що йде від істотних суб'єктів (змінних), шляхом взяття булевої похідної.

Моніторинг без актуаторних впливів, що виробляються кіберфізичною соціальною системою, не становить ринкового інтересу з позиції сучасної цифрової кіберкультури. Вирішення проблеми цілком очевидне – створення кіберсоціального комп'ютингу, де головне – online управління соціальними процесами на основі створення розумних алгоритмів або смарт-контрактів, що програмують легітимні відносини в компанії, університеті, державі. Програмний код реалізує триаду соціальних подій без участі чиновника: факт – оцінка – дія, яка модельно зводиться до кодування алгоритму обробки вхідних даних для отримання вихідних актуаторних впливів, спрямованих на компоненти кіберфізичної соціальної системи, яка виконується в рамках технологічного укладу IoT.

Стратегія кіберсоціального комп'ютингу спрямована на створення процесора для активного управління, без участі людини, всіма компонентами системи на основі моніторингу та семантичного аналізу з метою отримання максимального прибутку, ринкового успіху, підвищення якості життя співробітників і збереження екології території.

Модель М матричного кіберсоціального комп'ютингу (розпізнавання паттернів) використовує матрицю примітивів U універсумів змінних та їхніх значень для формування метричної хог-взаємодії триади похідних матриць: вхідних даних X, паттернів Q та виміру (помилки) Y, що оцінюється скалярними функціями відмінності  $\mu$ :

$$M = \langle U, Q, X, Y, \mu \rangle, \quad Q \oplus X \oplus Y = 0, \quad U = [U_{ij}],$$

$$Q \subseteq U, \quad X \subseteq U, \quad Y \subseteq U, \quad \mu = f\{(Q, X), (Q, Y), (X, Y)\}, \quad Y = X\bar{Q} \vee \bar{X}Q;$$

$$Y_1(X = Q) = [\bar{v} \bar{Y}] = [\bar{v} (X\bar{Q} \vee \bar{X}Q)]; \quad Y_2(X \subset Q) = [\bar{v} (X\bar{Q})]; \quad Y_3(X \supset Q) = [\bar{v} (\bar{X}Q)];$$

$$Y_4(X \cap Q = \emptyset) = [\lambda Y] = [\lambda (X\bar{Q} \vee \bar{X}Q)]; \quad Y_5(X \cap Q \neq \emptyset) = (\bar{Y}_1 \vee \bar{Y}_2 \vee \bar{Y}_3 \vee \bar{Y}_4).$$

Поданий на рис. 1 секвенсор надає можливість ідентифікувати всі варіанти взаємодії двох матриць (векторів, множин, текстів) під час розпізнавання образів, процесів або явищ.

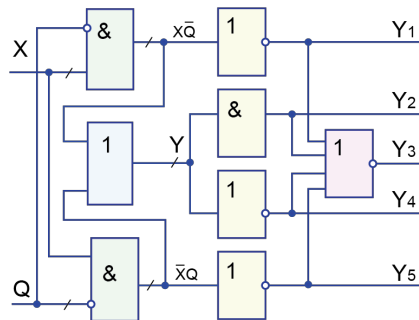


Рисунок 1 – Матричний метричний процесор

У **третьому розділі** запропоновано моделі і структури даних, пов'язані з кіберфізичним соціальним комп'ютигом. Моделі орієнтовані на схемотехнічну реалізацію методів і алгоритмів online моделювання з метою вироблення адекватних автоматичних актуаторних впливів без участі людини. Запропоновано кубітні структури даних для цифровізації будь-яких соціальних процесів і явищ, засновані на унітарному кодуванні універсуму примітивів, які можуть бути подані чисельними, символічними вербальними, графічними і аналітичними великими даними. Для вичерпного опису соціального процесу або явища вводиться вектор параметрів, кожен з яких відповідає за конкретну функціональність. У сукупності всі параметри повністю покривають функціонування соціального процесу або явища, створюючи їх вичерпний зразок. У результаті виходить дворівнева ієрархічна матрична модель: процес (явище) – вектор параметрів – вектор примітивів, яка орієнтована на схемотехнічну реалізацію для online моделювання з метою передбачення поведінки людини або соціальної групи.

Дані у форматі «Functions – Parameters – Values» підлягають унітарному кодуванню з метою паралельної обробки шляхом використання кубітних алгоритмів і операцій (and, or, xor). Для цього необхідно для кожного параметра використовувати прості таблиці, де по вертикалі записуються дані (Data) або назви змінних, яким ставиться у відповідність унітарний код – одиниця у відповідному розряді. Розмірність коду дорівнює числу можливих варіантів (даних) для розглянутого параметра. Першим кроком на шляху створення унітарної моделі паралельної соціальної аналітики є створення сукупності таблиць, потужність якої дорівнює загальному числу параметрів і значень. Другим кроком буде побудова загальної таблиці соціальної функціональності, складеної з унітарних кодів, які відповідають даним для кожного параметра. Третім кроком буде пошук аналогічних соціальних функціональностей, але вже на основі кодування кожного вхідного текстового фрагмента з подальшим порівнянням його кодів з уже отриманими і верифікованим кубітним вектором-зразком.

Архітектура Social Analytics Computing з використанням Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning наведена на рис. 2, де фігурують компоненти: Input Business Flow, U-Coder, U-Encoded Table Library, U-Encoded Input Business Flow, Business Analytics Processor, AI-Algorithms для створення Business Functionalities. Library інтерактивно і в реальному часі взаємодіє з U-coder у цілях розширення інтелекту функціональності кодування в міру появи оригінальних параметрів і активностей, пов'язаних з новими бізнес-процесами в компанії.

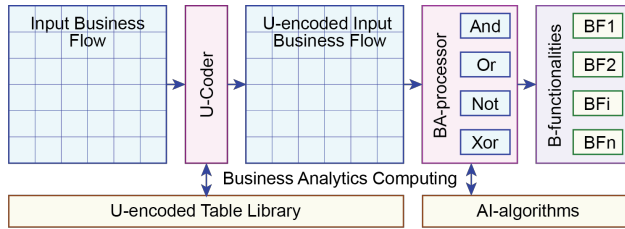


Рисунок 2 – Social Analytics Computing

Комп'ютер оперує двома системними математичними модельними компонентами: 1) структури даних, які становлять собою носій, і 2) операції-алгоритми, які складають сигнатуру обчислювальної моделі. Чим простіше і регулярніше структури даних, тим ефективніше операції-алгоритми social-аналітики паралельних обчислювальних процесів.

Перевага завжди спеціалізованої математичної структури (носії і сигнатура) полягає в тому, що вона оперує логічними операціями в паралельному режимі обробки структур даних, завдяки замкнутості останніх щодо логіки. Замкнутість «алфавіту» означає неможливість виробництва нових структур даних (символів) у ході використання логічних операцій і похідних алгоритмів. Альтернативним варіантом може бути відкритість структур даних (алфавітів), які постійно нарощуються по відношенню до логіки обробки, вимагаючи за це експоненційних витрат пам'яті і обчислень, що не гарантує детермінованого рішення і використовується в технологіях штучного інтелекту. Даний варіант використовується компанією Google для інтелектуального (machine learning, data mining) пошуку і семантичного розпізнавання інформації.

Паралелізм виконання social-комп'ютерингу має свою вартість, яка формується надмірністю препроцесинга, поданого першими двома складовими, і власне social-аналітикою, яка визначається третім компонентом такої формули обчислювальної складності:  $Q = (mk) + (n + k) m + mn$ . Тут складовими є складність трьох обчислювальних процедур: 1) Визначення множини всіх атрибутів у вхідному потоці даних. 2) Унітарне кодування даних, відповідних матриць social-функціональності і вхідного потоку даних. 3) Виконання паралельних логічних column-операцій, правил і алгоритмів для пошуку та ідентифікації social-функціональностей у вхідному потоці.

Експерти в області social-аналітики формують логічні функції без побудови таблиць істинності. При цьому інтуїтивно експерти синтезують логічні примітиви, використовувані для формування стану їхніх виходів шляхом завдання взаємодії між змінними-параметрами:  $Y = f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$ . Для формування логічної функції, що оперує реєстровими змінними, експерти використовують вираз:

$$P \in S \rightarrow Y = \bigvee_{i=1}^m (P \wedge S) \oplus P = \bigvee_{i=1}^m (P \wedge \bar{S}).$$

Пропонується розробити структури даних для опису social-процесів і алгоритми аналітики, які формують компактну форму social-функціональностей для їхнього паралельного пошуку у великих даних.

Ідеальним вирішенням в пошуку оптимальних структур даних є опис social-функціональності одним вектор-стовпцем метричних параметрів, який можна назвати сигнатурою. У цьому випадку з'являється можливість синтезувати, інваріантну до часу, компактну інтегральну матрицю еталонних social-функціональностей.

Головною відмінністю запропонованої time-free матричної унітарної моделі зображення social-функціональностей є її компактність і повнота щодо всіх можливих значень атрибутів у метриці social-процесів, що дає можливість паралельно вирішувати всі завдання social-аналітики на основі використання операцій двійкової логіки.

Синтез такої моделі заснований на десятковій нумерації всіх можливих значень усередині кожного атрибута інтегральної матричної структури social-процесів. Отримання унітарного коду для конкретного значення атрибута пов'язано з виставленням одиниці в кодовому двійковому розряді, адреса якого задається десятковим номером згаданого значення.

Однією з головних проблем у ході створення social-аналітичного робота є повна автоматизація процесу аналізу вхідного потоку даних з метою синтезу еталонних функціональностей з їх подальшою ідентифікацією семантично значущими заголовками.

Структурна модель комп'ютерингу для аналізу C-процесів (рис. 3) має такі компоненти: 1) Синтез матриці істотних змінних. 2) Побудова унітарної матриці даних. 3) Декомпозиція унітарної матриці даних. 4) Синтез U-RPA (Robotic Process Automation) на основі застосування ML-технології до матриць C-функціональностей.

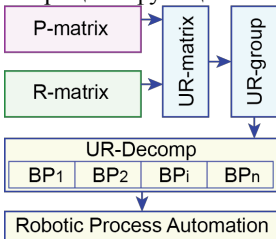


Рисунок 3 – Карта комп'ютерингу для аналізу C-процесів

У загальному випадку задача формулюється як пошук і цифрова ідентифікація унікальних компонентів у текстовому фрагменті, якими можуть виступати літери, слова, пропозиції. Потім множина унікальних компонентів, що складають в даному випадку універсум примітивів, виступає як метрика, щоб чисельно ідентифікувати всі компоненти, але вже в масштабі текстового фрагмента цифровими (унітарними) кодами знайдених примітивів.

У **четвертому розділі** запропоновано моделі, структури даних, архітектури та методи логічного аналізу соціальних процесів, пов'язаних з підвищенням якості життя, збереженням екології планети і усуненням соціальних колізій. Введено кубітні структури даних, які описують багатозначні змінні, необхідні для

створення еталонних зразків логічних архітектур, які задають поведінку громадян і соціальних груп. Запропоновано квантовий метод кубітного моделювання інформаційних потоків для пошуку деструктивних процесів і явищ у соціальних мережах за ключовими словами і фразами. Розглянуто архітектури кіберфізичного соціального комп'ютингу на основі моніторингу контенту в соціальних мережах, моделювання даних на еталонних логічних схемах деструктивної поведінки людини з метою запобігання соціальних колізій за рахунок актуаторного управління поведінкою громадян. Архітектури, методи і засоби кубітного цифрового моделювання протестовані на реальних прикладах аналізу контенту, взятого з соціальних мереж. Показано можливі напрямки розвитку отриманих результатів, пов'язаних зі створенням кібермедичного, кіберюридичного, кібертранспортного комп'ютингу.

Структури даних С-аналітики або архітектура С-комп'ютингу, зображеного на рис. 4, містить: 1) Метрику у вигляді множини  $U = \{U_1, U_2, \dots, U_i, \dots, U_n\}$  кубітних покриттів універсумів примітивних значень, що має потужність, рівну кількості змінних  $n$ . Кожен універсум  $U_i = \{U_{i1}, U_{i2}, \dots, U_{ij}, \dots, U_{im}\}$  формує повну множину примітивних значень змінної. 2) На основі даної метрики, шляхом синтаксичного порівняння, синтезуються еталонні С-функціональності  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_r, \dots, P_k\}$ , де стовпчик  $P_r = \{P_{r1}, P_{r2}, \dots, P_{ri}, \dots, P_{rn}\}$  формує С-функціональність, а координата стовпця визначається двійковим вектором,  $P_{ri} = \{P_{ri1}, P_{ri2}, \dots, P_{rij}, \dots, P_{rim}\}$  записаним у форматі кубітного покриття  $U_i = \{U_{i1}, U_{i2}, \dots, U_{ij}, \dots, U_{im}\}$  універсуму примітивних значень змінної. При цьому,  $P_{rij} = 1$ , якщо в С-функціональності присутнє символічне значення змінної, рівне  $U_{ij}$ . Кубітне покриття С-функціональності  $P_r = \{P_{r1}, P_{r2}, \dots, P_{ri}, \dots, P_{rn}\}$  завжди є структурною частиною кубітного покриття універсуму примітивів:  $P_r \in U$  оскільки завжди працює аксіома  $P_r \wedge U = P$ . 3) Метою створення еталонних С-функціональностей є автоматичне генерування актуаторних впливів  $A = (A_1, A_2, \dots, A_p, \dots, A_q)$ , які замикають цикл С-аналітики керуючими впливами, перетворюючи її в RPA-структуру.

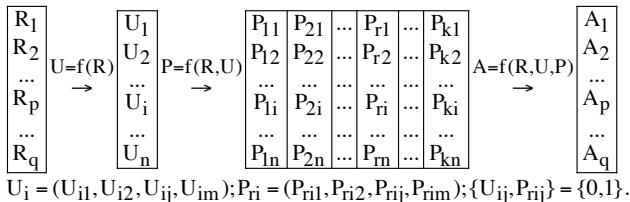


Рисунок 4 – Матрична архітектура С-комп'ютингу

Матрична архітектура С-комп'ютингу підтримує ієрархію кубітних покриттів  $P_r \in P \in U$ , де  $P_r$ -вектор вхідних значень змінної не може бути більше  $P_{ri}$ -кубіта С-змінної, який не може бути більше універсуму  $U_i$  значень змінної.

Архітектура програмного серверного додатка SoQuaSim (Social Quantum Simulation) для синтезу соціальних логічних функціональностей і подальшого моделювання на них контенту великих даних із соціальних мереж наведена на рис. 5.

Структура містить дві частини, де ліва з них призначена для автоматичного синтезу структур даних, логічних елементів і схеми в цілому. Права частина орієнтована на ручне введення схемних елементів і структури

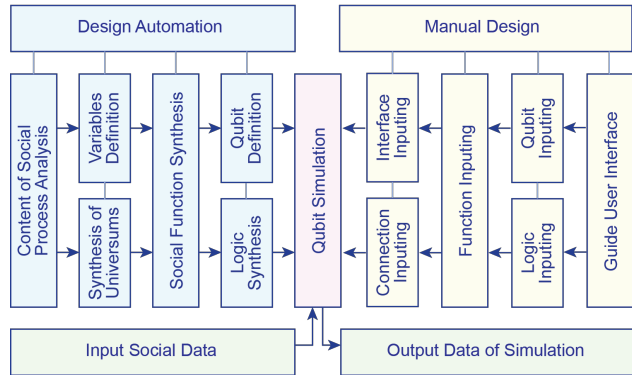


Рисунок 5 – Архітектура процесора SoQuaSim

соціальної функціональності на основі використання графічного інтерфейсу. Обидві частини архітектури навантажені на блок кубітного моделювання вхідного контенту з метою визначення в ньому аналогів соціальних процесів, конструктивних і деструктивних, синтезованих раніше за інших можливостей. Результати моделювання зберігаються в бібліотеці, яка містить також і логічні еталони функціональної поведінки людини і / або соціальної групи.

Використання програмного додатка SoQuaSim дає можливість моделювати будь-які соціальні процеси і явища, що мають практичне значення. Для цього необхідно визначити сукупність істотних змінних, де для кожної з них знайти універсум примітивних значень або метрику вимірювання параметра для заданого процесу або явища. Наступний графік (рис. 6) демонструє моделювання спроможності вчених університету за 10ма параметрами науково-освітньої метрики на прикладі кращих з них, які претендують на роль керівників наукових шкіл.

Інший приклад, наведений на рис. 7, ілюструє факт валідності кожного вченого спільно з його кращим науковим результатом за цитованістю публікації в Scopus-метриці. Графік показує спроможність кращих вчених (наукових статей) за метрикою  $N=10+$  and Paper Citation= $20+$  в університеті.

Результат моделювання показує, що рівень вищих перших наукових результатів пов'язаний з апаратними технологіями і матеріалами та тільки одна публікація має відношення до ІТ-індустрії програмних додатків.

Для моделювання соціальних процесів всередині університету слід використовувати модифікований додаток SoQuaSim для синтезу та аналізу цифрових пристроїв.

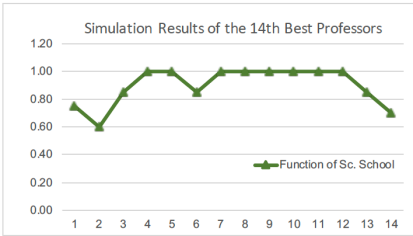


Рисунок 6 – Моделювання спроможності вчених

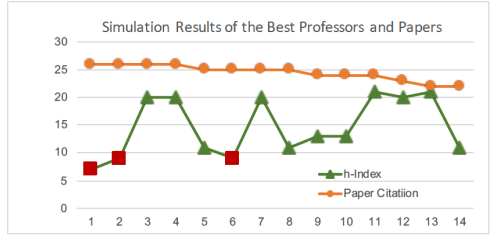


Рисунок 7 – Аналіз H-index and Citation вчених

Логічна структура, синтезована в додатку SoQuaSim, рис. 8, орієнтована на пошук позитивного рішення при збігу за and-операцією двох еталонів, поданих векторами, які формують значення двох багатозначних (регістрових) змінних:  $Y=(01101011)$  and  $(1100011)$ . Вхідне слово має збігатися за всіма розрядами зі значеннями кубітного вектора для вироблення одиничного значення на виході логічного елемента. Розбіжність векторів супроводжується кодовою відстанню між ними, яке формує інтервальне чисельне значення функції приналежності  $m(R, F) = (0,1)$  вхідного слова до логічного ідеалу соціального процесу або явища.

Результати моделювання подані у вигляді стану вектора-стовпця Out, який містить поодинокі координати, якщо вхідні претенденти збігаються за операцією and (елемент 2) з двома метричними еталонами, представленими векторами (0,1)-значення, записаними в логічних елементах з номерами 0 і 1.

Схема може бути спрощена щодо числа зовнішніх входів, яке на рис. 8 дорівнює числу логічних багатозначних елементів першого рівня. Багатозначність дає користувачеві оперувати тільки такими еталонами значень, які прописані як функціональні.

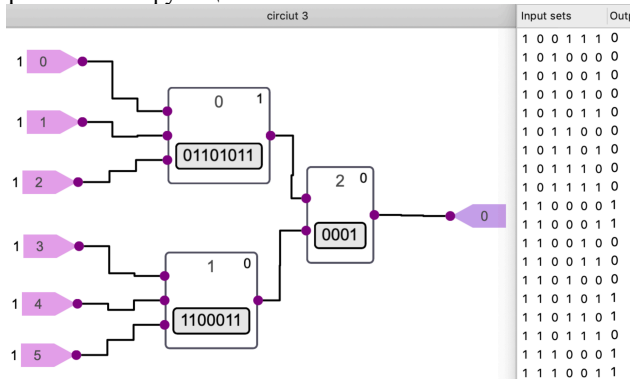
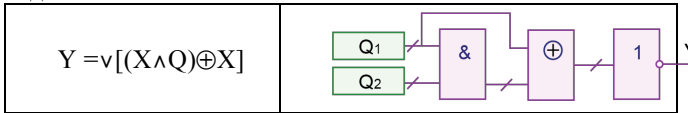


Рисунок 8 – Схема моделювання на співпадіння



Аналitична модель і схемна реалізація процедури порівняння двох векторів для визначення приналежності одного з них  $Q_1$  до іншого  $Q_2$  має такий вигляд:



Схемна реалізація пристрою для моделювання соціальних процесів  $X$  шляхом порівняння з еталонними функціональностями  $Q$  наведена на рис. 9.

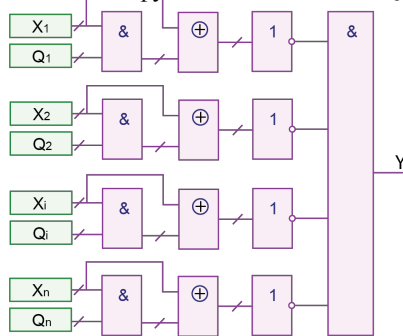


Рисунок 9 – Схеми моніторингу і аналізу соціальних процесів

Тут виконується порівняння двійково-кодованих вхідних значень  $X$  з відповідними кубітними векторами еталонних значень змінних соціальних процесів. Стан вихідної змінної  $Y=1$ , якщо вхідні значення рівні кубітним векторам за усіма координатами. Це означає, що вхідні дані в сукупності становлять наперед задану еталонну соціальну функціональність. Кубітні вектори в сукупності формують матрицю еталонних значень соціальної функціональності. Швидкодія отримання розв'язку на виході схеми дорівнює п'яти структурним тактам. Слід зазначити, що в загальному випадку стан виходу схеми формується функцією приналежності  $Y=m(X,Q)=1-d(X,Q)/n$ , яка визначена в інтервалі  $(0,1)$  числом (розбіжностей) одиничних координат на регістровому виході логічної and-функції кожної змінної, де  $n$  – число координат  $Q$ -вектора,  $d(X, Q)$  – кодова відстань за Хеммінгом. Схеми формує функцію приналежності елемента або підмножини до наперед заданого еталонного вектора примітивів за один автоматний цикл, завдяки векторній формі завдання підмножин однаковою розмірністю. Інакше, схема дає можливість відповісти на запитання: чи належить вхідна двійкова послідовність  $X$  еталонній соціальній функціональності  $Q$ , також поданої в цифровому вигляді  $Y=1$ .

Можна використовувати схему, рис. 10, з нульовим позитивізмом вихідного сигналу, коли максимальна приналежність вхідного сигналу  $X$  до кубітного еталону  $Q$  ідентифікується 0-рівнем відмінності між двома векторами  $Y = a(X, Q) = d(X, Q) / n$ .

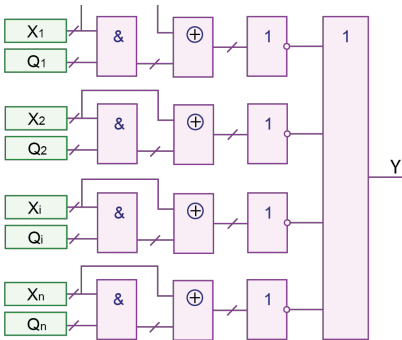


Рисунок 10 – Схема компараторного аналізу соціальних процесів

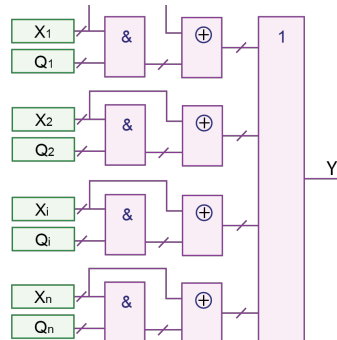


Рисунок 11 – Схема спрощеного компараторного аналізу соціальних процесів

Це істотно спрощує логічну структуру, що наведена на рис. 11. Тут  $Y=0$  означає повний збіг між вхідними даними і кубітним вектором еталонної функціональності, що дає підстави, ідентифікувати або класифікувати аналізований процес, як належить еталонному вектору. В результаті виходить, що функція збігу (match function) є інверсною по відношенню до функції приналежності (membership function):

$$Y = a(X, Q) = d(X, Q) / n = \text{not}[m(X, Q) = 1 - d(X, Q) / n].$$

Зі схеми можна прибрати шар ог-елементів, пов'язаний зі згорткою регістрових змінних у логічні змінні. Тоді стан виходу схеми формується нульовим значенням, якщо їхні капітали логічних елементів-змінних рівні нулю, які ідентифікують збіг вхідних і еталонних сигналів. В іншому випадку, визначається ступінь їх розбіжності або приналежності, як чисельна оцінка кількості відмінностей (збігів) до загальної кількості значень на всіх змінних. Маючи логічні ог-елементи, можна структурувати збіги за змінними і додатково отримувати чисельні оцінки належності вхідних сигналів еталонним. Сигналами можуть виступати: символи, літери, слова, пропозиції, цифри, числа, відносини, структури, малюнки, фотографії, відеофільми, звукові фрагменти, процеси і явища.

## ВИСНОВКИ

Проведені дослідження в рамках дисертаційної роботи вирішують науково-практичну задачу – розробку кіберсоціального логічного процесора для кубітного моделювання великих даних, отриманих шляхом метричного моніторингу активності громадян, для морального цифрового управління соціальними процесами і запобігання неконструктивних (протиправних) дій.

Автором одержано такі *наукові та практичні результати*:

1) *Новий* кубітний метод синтезу логічних схем, який характеризується унітарним кодуванням значень багатозначних змінних для паралельного моделювання кіберсоціальних процесів.

2) *Новий* кубітний метод паралельного аналізу кіберсоціальних процесів, який характеризується унітарним кодуванням багатозначних змінних, використуваних в еталонних логічних елементах комбінаційних схем.

3) *Новий* кубітно-регістровий метод аналізу, який характеризується використанням логічних елементів з векторною формою унітарних кодів багатозначних змінних для паралельного моделювання кіберсоціальних процесів.

4) *Удосконалена* архітектура memory-driven кіберфізичного комп'ютингу, яка відрізняється паралелізмом процедур синтезу та аналізу логічних секвенсорів, призначених для моделювання соціальних процесів і явищ з метою моніторингу та управління.

5) *Удосконалені* кубітно-векторні моделі цифрових комбінаційних схем, які відрізняються унітарним кодуванням багатозначних логічних змінних для синтезу секвенсорів з метою паралельного аналізу кіберсоціальних процесів.

*Практична значущість* одержаних результатів досліджень полягає у розробці кубітних моделей, структур даних, методів синтезу та аналізу логічних схем фрагментів соціальних процесів, що дозволяють моделювати реакцію системи від прийняття конструктивних і деструктивних рішень людини, керівника, чиновника, завдяки кубітному опису еталонів поведінки, що дає можливість актуально управляти громадянами, щоб уникнути деструктивних наслідків. Створено сервіс додаток SoQuaSim, виконано його тестування і верифікація в частині кубітних моделей і методів кіберфізичного комп'ютингу на прикладах соціальних процесів, пов'язаних з наукою, освітою і поведінкою громадян. Okремі сервіси синтезу та аналізу кубітних моделей соціальних процесів реалізовані у вигляді програмного додатка SoQuaSim і пройшли достатню апробацію в процесі виконання проекту "Smart Cyber University". Середовище проектування: SWIFT, платформа: Macintosh OS X. Результати дослідження складі моделей, методів і фрагментів програмних додатків впроваджені у навчальний процес Харківського національного університету радіоелектроніки (акт про впровадження від 23.10.2018); у виробничу діяльність "Першого інституту надійного програмного забезпечення" (довідка про впровадження від 25.10.2018).

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

*Список публікацій здобувача, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:*

1. Hahanov V. at all. Cyber-Social Computing [Text] / V. Hahanov, O. Mishchenko, T. Soklakova, V. Abdullayev, S. Chumachenko, E. Litvinova. – Chapter 21. – 2018. – P. 489-515. In: Kharchenko V., Kondratenko Y., Kasprzyk J. (eds) Green IT Engineering: Social, Business and Industrial Applications. Studies in Systems, Decision and Control. – Vol 171. – Switzerland, Cham: Springer, 2018. – 604 p. (Indexed by Springer, Scopus).

2. Hahanov V. at all. Big Data Quantum Computing [Text] / V. Hahanov, E. Litvinova, S. Chumachenko, *T. Soklakova*, I. Hahanova. – Chapter 3. – 2018. – P. 43-69. In: Hahanov V. at all. Cyber Physical Computing for IoT-driven Services [Text] / V. Hahanov at all. – New York. USA. – Springer, 2018. – 279 p. (Indexed by Springer, Scopus).

3. Hahanov V. at all. Cyber Social Computing [Text] / V. Hahanov, *T. Soklakova*, A. Hahanova, S. Chumachenko – Chapter 12. – 2018. – P. 233-250. In: Hahanov V. at all. Cyber Physical Computing for IoT-driven Services [Text] / V. Hahanov at all. – New York. USA. – Springer, 2018. – 279 p. (Indexed by Springer, Scopus).

4. Хаханов В.И. Логические модели киберсоциального компьютеринга [Текст] / В.И. Хаханов, А.С. Мищенко, *Т.И. Соклакова*, С.В. Чумаченко, Е.И. Литвинова // Радиозлектроника и информатика. – 2017. – № 4. – С. 75-86. (Журнал реферується або індексується міжнародними базами Index Copernicus, Google Scholar, OECSP, OAJI, Scholar Steer, SIS, Cyberleninka, CiteFactor, TIU Hannover, I2OR, Національною бібліотекою України ім. В. І. Вернадського).

5. *Соклакова Т.Г.* Архитектуры и методы кубитного логического моделирования киберсоциальных процессов / Т.Г. Соклакова, В.Г. Абдуллаев, В.И. Хаханов // Радиозлектроника и информатика. – 2018. – № 2. – С. 75-86. (Журнал реферується або індексується міжнародними базами Index Copernicus, Google Scholar, OECSP, OAJI, Scholar Steer, SIS, Cyberleninka, CiteFactor, TIU Hannover, I2OR, Національною бібліотекою України ім. В. І. Вернадського).

6. Хаханов В.И. Нравственное киберсоциальное управление социумом [Текст] / В.И. Хаханов, А.С. Мищенко, *Т.И. Соклакова* // *Paradigmata poznání*. – 2017. – №3. – P. 46-58. (The journal is indexed by Electronic Research Library, Russia; Research Bible, China; Scientific Indexing Services, USA; Cite Factor, Canada; General Impact Factor, India; Scientific Journal Impact Factor, India; CrossRef, USA; ORCID, USA).

7. Хаханов В.И. Gartner 2017 топ технологии: их анализ и применение [Текст] / В.И. Хаханов, А.С. Мищенко, И.В. Емельянов, М.М. Любарский, *Т.И. Соклакова*, В.Г. Абдулаев // *Paradigmata poznání*. – 2017. – №4. – P. 33-62. (The journal is indexed by Electronic Research Library, Russia; Research Bible, China; Scientific Indexing Services, USA; Cite Factor, Canada; General Impact Factor, India; Scientific Journal Impact Factor, India; CrossRef, USA; ORCID, USA).

8. Казакова Н.Ф. Удосконалення методу моніторингу рівня інформаційної безпеки у спеціальних сегментах національної інформаційної інфраструктури / Н.Ф. Казакова, *Т.И. Соклакова* // Бионика интеллекта. – Харків: ХНУРЕ. – 2015. – №1(84). – С. 56-64. (Журнал реферується або індексується міжнарод-

ними базами Google Scholar, Національною бібліотекою України ім. В. І. Вернадського).

9. Abdullayev V. H. Cyber-Social Computing of Relationship / Abdullayev V. H., Hahanov V., Soklakova T., Belova N. // *Radioelectronics & Informatics*. – 2016. – № 4. – С. 41-45. (Журнал реферується або індексується міжнародними базами Index Copernicus, Google Scholar, OECSP, OAJI, Scholar Steer, SIS, Cyberleninka, CiteFactor, TIU Hannover, I2OR, Національною бібліотекою України ім. В. І. Вернадського).

*Публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:*

10. Soklakova T. Technological culture of Big Data [Text] / Soklakova T., Iemelianov I., Tamer Bani Amer, Hahanov I. // *Матеріали XIII Міжнародної конференції TCSET*. 23-26 лютого 2016. Львів – Славське. С.549-554. (Входить до міжнародних науково-метричних баз Scopus, IEEE Xplore).

11. Ziarmand A. Transport monitoring and control systems [Text] / A. Ziarmand, D. Kucherenko, T. Soklakova // *Proc. of the IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS)*. – Yerevan, Armenia. – 14-17 Oct. 2016. – P. 474-477. (Входить до міжнародних наукометричних баз Scopus, IEEE Xplore).

12. Soklakova T. Big data visualization in smart cyber university / T. Soklakova, A. Ziarmand, S. Osadchyieva [Text] // *Proc. of the IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS)*. – Yerevan, Armenia. – 14-17 Oct. 2016. – P. 469-473. (Входить до міжнародних наукометричних баз Scopus, IEEE Xplore).

13. Hahanov V. Qubit test synthesis of the functionality [Text] / V. Hahanov, Tamer Bani Amer, E. Litvinova, T. Soklakova, M. Liubarskyi, N. Shavlak, K. Dziuba // *Proc. of the 14th International Conference “The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics” (CADSM)*. – Lviv-Polyana, Ukraine. – February, 2017. P. 251 – 255. (Входить до міжнародних наукометричних баз Scopus, IEEE Xplore).

14. Mishchenko O.S. Moral Cyber-Social Computing for State and University [Text] / Abdullayev V. H., O.S. Mishchenko, Hahanov V.I., Soklakova T. // *Proc. of the IEEE East-West Design and Test Symposium (EWDTS 2017)*. – Serbia, Novi Sad. – 2017. – P. 214-219. (Входить до міжнародних наукометричних баз Scopus, IEEE Xplore).

15. Соклакова Т.И. Основные компоненты Big Data Аналитики / Т.И. Соклакова // *Материалы 20-го юбилейного международного молодежного форума «Радиоэлектроника и молодёжь в 21 столетии»*. – 19-21 апреля 2016. – Украина, Харьков. – С. 66-67.

16. Soklakova T. Cyber-Social Governance / T. Soklakova, Hahanova A. // *Материалы 21-го международного молодежного форума «Радиоэлектроника и молодёжь в 21 столетии»*. – 25-27 апреля 2017. – Украина, Харьков. – С. 48-69.

*Публікації, які додатково відображають наукові результати дисертації:*

17. Обризан В.И. Мультиверсионный параллельный синтез цифровых структур на основе SystemC спецификации [Текст] / В.И. Обризан, Т.И. Соклакова // Радиоэлектроника и информатика. – 2017. – №4. – С. 48-52. (Журнал реферується або індексується міжнародними базами Index Copernicus, Google Scholar, OECSP, OAJI, Scholar Steer, SIS, Cyberleninka, CiteFactor, TIU Hannover, I2OR, Національною бібліотекою України ім. В. І. Вернадського).

18. Obrizan V. Multiversion parallel synthesis of digital structures based on SystemC specification [Text] / V.Obrizan, T. Soklakova // Proc. of the IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS). – 14-17 Oct 2016 – Yerevan, Armenia. – бр. (Входить до міжнародних наукометричних баз Scopus, IEEE Xplore).

### АНОТАЦІЯ

Соклакова Т.І. Моделі і методи кіберфізичного комп'ютингу для моніторингу та управління соціальними процесами. – Кваліфікаційна наукова робота на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.13.05 «Комп'ютерні системи та компоненти». – Харківський національний університет радіоелектроніки, Міністерство освіти і науки України, Харків, 2018.

Мета дослідження – розробка архітектур кіберфізичного комп'ютингу, що використовує кубітні логічні моделі і методи аналізу великих даних, отриманих шляхом метричного моніторингу активності громадян, для морального цифрового управління соціальними процесами, забезпечення якості життя і збереження екології планети.

Основні результати, що визначають наукову новизну: 1) Вперше запропоновано кубітний метод синтезу логічних схем, який характеризується унітарним кодуванням значень багатозначних змінних для паралельного моделювання кіберсоціальних процесів. 2) Вперше запропоновано кубітний метод паралельного аналізу кіберсоціальних процесів, який характеризується унітарним кодуванням багатозначних змінних, використовуваних в еталонних логічних елементах комбінаційних схем. 3) Вперше запропоновано кубітно-регістровий метод аналізу, який характеризується використанням логічних елементів з векторною формою унітарних кодів багатозначних змінних для паралельного моделювання кіберсоціальних процесів. 4) Удосконалено архітектуру memory-driven кіберфізичного комп'ютингу, яка відрізняється паралелізмом процедур синтезу та аналізу логічних секвенсорів, призначених для моделювання соціальних процесів і явищ з метою моніторингу та управління. 5) Удосконалено кубітно-векторні моделі цифрових комбінаційних схем, які відрізняються унітарним кодуванням багато-

значних логічних змінних для синтезу секвенсорів з метою паралельного аналізу кіберсоціальних процесів.

Практичне значення одержаних результатів досліджень полягає у розробці кубітних моделей, структур даних, методів синтезу та аналізу логічних схем фрагментів соціальних процесів, що дозволяють моделювати реакцію системи від прийняття конструктивних і деструктивних рішень людини, керівника, чиновника, завдяки кубітному опису еталонів поведінки, що дає можливість актуаторно управляти громадянами, щоб уникнути деструктивних наслідків. Створено сервіс додаток SoQuaSim, виконано його тестування і верифікація в частині кубітних моделей і методів кіберфізичного комп'ютингу на прикладах соціальних процесів, пов'язаних з наукою, освітою і поведінкою громадян. Окремі сервіси синтезу та аналізу кубітних моделей соціальних процесів реалізовані у вигляді програмного додатка SoQuaSim і пройшли достатню апробацію в процесі виконання проекту "Smart Cyber University". Середовище проектування: SWIFT, платформа: Macintosh OS X.

Результати дисертаційної роботи відображені у 18 друкованих працях: 3 розділи у монографії (з них 3 входять до наукометричної бази Scopus), 7 статей у наукових фахових виданнях України (з них 6 статей входять до міжнародних наукометричних баз), 2 статті у міжнародних наукових журналах за кордоном, 8 міжнародних наукових конференцій (з них 2 за кордоном і 6 входять до наукометричної бази Scopus). Здобувач має 9 публікацій у наукометричній базі Scopus та індекс Хірша  $h = 1$ .

Ключові слова: кіберфізичний комп'ютинг, кіберсоціальний комп'ютинг, кіберсоціальні процеси, кубітно-верторні моделі, кубітні методи, цифрова система на кристалі, memory-driven архітектура, логічні секвенсори.

## АННОТАЦІЯ

Соклакова Т.И. Модели и методы киберфизического компьютеринга для мониторинга и управления социальными процессами. – Квалификационная научная работа на правах рукописи. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук (доктора философии) по специальности 05.13.05 «Компьютерные системы и компоненты». – Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Министерство образования и науки Украины, Харьков, 2018.

Цель исследования – разработка архитектур киберфизического компьютеринга, что использует кубитные логические модели и методы анализа больших данных, полученных путем метрического мониторинга активности граждан, для нравственного цифрового управления социальными процессами, обеспечение качества жизни и сохранения экологии планеты.

Предложенное исследование направлено на решение научно-практической задачи – разработка киберсоциального логического процессора для кубитного моделирования больших данных, полученных путем метрического мониторинга активности граждан, для нравственного цифрового

управления социальными процессами и предотвращения неконструктивных (противоправных) действий.

Объект исследования – киберсоциальные процессы и явления, автоматически управляемые компьютерными сервисами на основе метрического мониторинга активности граждан путем использования логических схем описания эталонов поведения человека.

Предмет исследования – кубитные логические структуры описания социальных процессов для синтеза архитектуры киберфизического компьютеринга, направленного на метрический мониторинг, моделирование и цифровое управление поведением граждан.

Основные результаты, определяющие научную новизну: 1) Впервые предложен кубитный метод синтеза логических схем, характеризующийся унитарным кодированием значений многозначных переменных для параллельного моделирования киберсоциальных процессов. 2) Впервые предложен кубитный метод параллельного анализа киберсоциальных процессов, характеризующийся унитарным кодированием многозначных переменных, используемых в эталонных логических элементах комбинационных схем. 3) Впервые предложен кубитно-регистровый метод анализа, который характеризуется использованием логических элементов с векторной формой унитарных кодов многозначных переменных для параллельного моделирования киберсоциальных процессов. 4) Усовершенствована архитектура memory-driven киберфизического компьютеринга, которая отличается параллелизмом процедур синтеза и анализа логических секвенсоров, предназначенных для моделирования социальных процессов и явлений с целью мониторинга и управления. 5) Усовершенствованы кубитно-векторные модели цифровых комбинационных схем, которые отличаются унитарным кодированием многозначных логических переменных для синтеза секвенсоров с целью параллельного анализа киберсоциальных процессов.

Практическое значение полученных результатов исследований состоит в разработке кубитных моделей, структур данных, методов синтеза и анализа логических схем фрагментов социальных процессов, позволяющих моделировать реакцию системы от принятия конструктивных и деструктивных решений человека, руководителя, чиновника, благодаря кубитному описанию эталонов поведения, дает возможность актуально управлять гражданами, чтобы избежать деструктивных последствий. Создано сервис-приложение SoQuaSim, выполнено его тестирование и верификация в части кубитных моделей и методов киберфизического компьютеринга на примерах социальных процессов, связанных с наукой, образованием и поведением граждан. Отдельные сервисы синтеза и анализа кубитных моделей социальных процессов реализованы в виде программного приложения SoQuaSim и прошли достаточную апробацию в процессе выполнения проекта "Smart Cyber University".  
Среда проектирования: SWIFT, платформа: Macintosh OS X.



Результаты диссертационной работы отражены в 18 печатных трудах: 3 раздела в монографии (из них 3 входят в наукометричной базы Scopus), 7 статей в научных изданиях Украины (из них 6 статей входящих в международные наукометрические базы), 2 статьи в международных научных печатных журналах за рубежом, 8 международных научных конференций (из них 2 за рубежом и 6 входят в наукометрическую базу Scopus). Соискатель имеет 9 публикаций в наукометрической базе Scopus и индекс Хирша  $h = 1$ .

Ключевые слова: киберфизический компьютеринг, киберсоциальный компьютеринг, киберсоциальные процессы, кубитно-векторные модели, кубитные методы, цифровая система на кристалле, memory-driven архитектура, логические секвенсоры.

### ABSTRACT

Soklakova T.G. Models And Methods of Cyberphysical Computing For Monitoring And Management of Social Processes – Qualification scientific work as a manuscript. Thesis for the degree of candidate of technical sciences (Ph.D.) in specialty 05.13.05 "Computer systems and components". – Kharkov National University of Radio Electronics, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkov, 2018.

The purpose of the study is the development of cyber-physics computer architectures using qubit logical models and methods for analyzing large data obtained through metric monitoring of citizen activity, for moral digital management of social processes, quality of life and ecology of the planet.

Tasks of the research: 1) Development of the kubite method of synthesis of logic circuits for modeling of cyber-social processes on the basis of unitary coding values of multivalued variables. 2) Development of the qubit method for analyzing cybersocial processes based on the use of reference logic elements with unitary coding of multivalued variables. 3) Development of a qubit-register method for simulating cyber-social processes on the basis of logical elements with a vector form of unitary codes of multivalued variables. 4) Improve the architecture of memory-driven cyber-physics computing for the synthesis and analysis of logical sequencers that simulate social processes and phenomena for monitoring and management. 5) Improve the qubit-vector models of description of multivalued logical variables for the synthesis of logical sequencers focused on the analysis of cyber-social processes.

The object of research is cyber-social processes and phenomena, which are automatically controlled by computer services on the basis of metric monitoring of the activity of citizens through the use of logical schemes describing the standards of human behavior.

The subject of the study is the qubit logical structure of the description of social processes for the synthesis of the architecture of cyberphysical computing, aimed at metric monitoring, modeling and digital management of the behavior of citizens.

The scientific and practical task is the development of cybersocial logic processor for qubit modeling of large data obtained through metric monitoring of the activity of citizens, for moral digital management of social processes and prevention of nonconventional (illegal) actions.

Scientific novelty of research results:

1) For the first time, a qubit method for the synthesis of logic circuits is proposed, which is characterized by the unitary encoding of values of multivalued variables for the parallel simulation of cybersocial processes.

2) For the first time a qubit method of parallel analysis of cybersocial processes is proposed, which is characterized by unitary coding of multivalued variables used in reference logic elements of combinational schemes.

3) For the first time, the qubit-register method of analysis is proposed, which is characterized by the use of logical elements with the vector form of unitary codes of multivalued variables for the parallel simulation of cyber-social processes.

4) Improved architecture of memory-driven cyber-physics computing, which is characterized by parallelization of procedures for synthesis and analysis of logical sequencers designed to simulate social processes and phenomena for monitoring and management.

5) Improved qubit-vector models of digital combinational schemes that differ in unitary coding of multivalued logical variables for the synthesis of sequencers for the purpose of parallel analysis of cybersocial processes.

The practical significance of the results. The developed qubit models, data structures, methods of synthesis and analysis of logical schemes of fragments of social processes allow to simulate the system's response to the adoption of constructive and destructive decisions of a person, a leader, an official, due to a cubic description of behavior patterns, which enables actuarial management of citizens to avoid destructive consequences. The SoQuaSim application service was created, its testing and verification was carried out in the part of qubit models and methods of cyber-physics computing on examples of social processes related to the science, education and behavior of citizens. Separate services of synthesis and analysis of qubit models of social processes are implemented as a software application SoQuaSim and passed a representative test in the process of implementation of the project "Smart Cyber University". Design Environment: SWIFT Platform: Macintosh OS X.

Publications The results of scientific research are published in 18 publications: 3 sections in the monograph (3 of them are part of the Scopus science-based base), 7 articles (2 articles in international scientific magazines abroad, 6 articles are included in international science-computer databases), as well as 8 international scientific conferences (2 of them abroad, 6 are part of the Scopus Scientific Center). The vendor has 9 publications in the science-based base of Scopus, the Hirsch index  $h = 1$ .

Keywords: cyberphysical computing, cyber social social computing, cyber social processes, qubit-vector models, cubic methods, digital system on a chip, memory-driven architecture, logical sequencers.

Підписано до друку 27.12.2018. Формат 60x84 1/16. Папір друк.; Умов. друк. арк. 0,9  
Облік. вид. арк. 1,0. Зам. № б/н. Тираж 100 прим.  
Надруковано у видавництві ЧП «Степанов В.В.»  
61168, Харків, вул. Акад. Павлова, 311