

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу Міщенко Олександра Сергійовича «Моделі і методи кіберфізичного комп'ютингу для цифрового моніторингу та хмарного управління університетом», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти

Актуальність роботи. Запропоноване дослідження частково вирішує проблему створення надійних масштабованих комп'ютингових сервісів цифрового моніторингу і хмарного управління кіберфізичними соціальними процесами, що пов'язано із впровадженням точного метричного безпомилкового цифрового human-free комп'ютингу у всі соціальні процеси та явища з метою підвищення якості життя людей, збереження екології планети і тотального усунення корумпованих відносин. Тематика дисертаційної роботи орієнтована на істотне підвищення якості науково-освітніх процесів, зменшення накладних часових і фінансових витрат вишу за рахунок розробки та впровадження кіберфізичного соціального online комп'ютингу, що включає розумні сервіси цифрового моніторингу і хмарного кіберуправління структурними компонентами університету. Вирішення проблеми автоматичного вироблення актюаторних впливів без участі чиновників на основі інтелектуального аналізу даних, отриманих в результаті моніторингу соціальних і фізичних процесів і явищ, є *актуальним дослідженням*, спрямованим на підвищення якості життя, забезпечення соціальної справедливості та збереження екології планети. Проблеми кіберфізичного online розумного комп'ютингу для цифрового моніторингу та метричного хмарного управління фізичними, соціальними, науково-освітніми процесами і об'єктами знаходять відображення у сучасних публікаціях багатьох вчених.

Метою дослідження є істотне підвищення якості науково-освітніх процесів, зменшення накладних часових і матеріальних витрат вишу за рахунок розробки та впровадження кіберфізичного соціального online комп'ютингу, ро-



зумних сервісів цифрового моніторингу і хмарного кібер-управління структурними компонентами університету.

Для досягнення поставленої мети автором вирішено такі задачі, пов'язані з **розробкою та створенням**: 1) структур кіберфізичної системи цифрового моніторингу і хмарного управління науково-освітніми процесами університету; 2) метрики оцінювання соціальної активності студента і співробітника для адекватного морального і матеріального стимулювання членів колективу університету; 3) емоційно-логічних примітивів кіберсоціального комп'ютингу для прийняття рішень людиною, соціальною групою і владними структурами; 4) комп'ютерингової структури кіберфізичних сервісів для цифрового моніторингу і хмарного управління соціальними групами; а також **здійсненням практичної реалізації і тестуванням** хмарних сервісів кіберфізичного комп'ютингу для метричного оцінювання студента, співробітника, соціальної групи і їх подальшого морального і матеріального стимулювання.

В дисертації зазначено, що розробка основних положень дисертації здійснювалась відповідно до планів НДР та договорів, що виконуються на кафедрі АПОТ Харківського національного університету радіоелектроніки: 1) Договір про дружбу і співробітництво між ХНУРЕ та компанією «Aldec Inc.» (USA), № 04 від 01.11.2011. 2) Держбюджетна фундаментальна НДР № 269 «Мультипроцесорна система пошуку, розпізнавання та прийняття рішень для інформаційної комп'ютерної екосистеми» (2011-2013), №ДР 0111U002956. 3) Держбюджетна фундаментальна НДР № 258 «Персональний віртуальний кіберкомп'ютер та інфраструктура аналізу кіберпростору» (2012-2014), № ДР 0112U000209. 4) SEIDA BAITSE "Baltic Academic IT Security Exchange", Blekinge Institute of Technology, Sweden (2011-2014). 5) Curricula Development for New Specialization: Master of Engineering in Microsystems Design 530785-TEMPUS-1-2012-1-PL-TEMPUS-JPCR MastMST (2012-2016). 6) Фундаментальна держбюджетна НДР "Cyber Physical System – Smart Cloud Traffic Control" (2015-2017), № ДР 0115U-000712. 7) Держбюджетна фундаментальна НДР "Cyber Physical System – Smart Cyber University" (2017-2019), № ДР 0117U0002524.

Характеристика роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, 5 розділів, 48 підрозділів, висновків, списку використаних джерел з 205 назв, що подані наприкінці кожного розділу, 4 додатків.

У **вступній частині** описано мотивацію виконання дослідження, актуальність науково-практичної задачі, що розв'язується; сформульовано мету, об'єкт і задачі дослідження; сукупність наукових результатів, що виносяться на захист; визначено наукову новизну та практичну значущість отриманих результатів; наведено відомості про їх апробацію та реалізацію, характеристику публікацій.

У **першому розділі** дисертації викладено розвиток сучасних кіберфізичних моделей, методів і хмарних технологій для створення цифрових комп'ютерних систем управління університетською наукою та освітою. Визначено переваги і недоліки існуючих технологій моніторингу та управління науково-освітніми процесами. Виконано огляд і аналіз публікацій, що охоплюють технологічний інструментарій для цифровізації науки і освіти; інфраструктуру і метрики цифрового університету; метрики науково-освітнього простору; правила і комунікаційні засоби нового покоління; управління та моніторинг освітнього процесу; соціальний комп'ютинг у цифровому університеті. На основі проведеного аналізу сформульовано мету і задачі дослідження, орієнтовані на усунення проблемних місць вищої школи шляхом використання найбільш ефективних комп'ютерних технологічних рішень для створення кіберфізичної архітектури цифрового моніторингу і хмарного управління науково-освітніми процесами.

Сформульовано сутність дослідження як створення масштабованої комп'ютерної структури кіберфізичної online взаємодії засобів цифрового моніторингу творчої діяльності кафедр і хмарних сервісів управління матеріальними і кадровими ресурсами університету з метою усунення корупції і забезпечення високої якості життя співробітників.

У **другому розділі** запропоновано логічні структури кібер-соціального комп'ютингу, які розглядаються як компоненти хмарних технологій для точного моніторингу та морального управління суспільством. Наведено аналітичний огляд кіберфізичних технологій, задекларованих у Gartner's Hype Cycle 2017, а

також деякі роз'яснення, пов'язані з їх застосуванням в науці, освіті, транспорті, промисловості та державних структурах. Показано окремі напрямки, які не увійшли до циклу ринково привабливих технологій, що стосуються кіберсоціального моніторингу та управління суспільством. Запропоновано розширити значення технологій, пов'язаних з розумним цифровим світом, зеленими містами і 5G-телекомунікаціями. Запропоновано рекомендації до використання топ 10 компонентів супер-циклу 2017 у бізнесі і науково-освітньому процесі університетів. Сформульовано D-метрику вимірювання відстаней між процесами і явищами у кіберфізичному просторі у вигляді універсальної формули для точного визначення дуги зворотного транзитивного замикання за двома відомими відстанями, що доповнює замикання до конволюційного циклу. Сформульовано типи емоційно-логічного комп'ютингу, метрику і алгоритми вимірювання соціальних відносин за горизонтальними і вертикальними зв'язками, правила поведінки людини, орієнтовані на створення емоційної логіки для моделювання поведінки людей і передбачення їх можливих рішень. Впроваджено кіберфізичну модель державності для метричного управління ресурсами і громадянами на основі цифрового моніторингу та оцінювання потреб громадян, що включає компоненти соціального комп'ютингу (відносини, цілі, кадри, управління, інфраструктура, ресурси), впорядковані за ступенем їх впливу на ринковий успіх.

Третій розділ присвячено розвитку кіберкультури комп'ютингу, як системи "the Union of a Binary", спрямована на моральне метричне хмарне управління соціальними групами шляхом використання цифрового моніторингу та експертного оцінювання суспільних процесів і явищ. Сформульовано закон адитивності інтелекту соціальної групи, який визначається метричною відстанню між членами спільноти. Розглянуто перспективні напрямки створення розумних e-інфраструктур, держав, міст, університетів, компаній і будинків, що мають високий рівень капіталізації на біржі NASDAQ. Запропоновано електронні технології безпаперового документообігу, що зберігають сотні мільйонів доларів і чисту екологію в масштабах держави. Розглядаються технології human-free управління соціальними групами на основі створення Cyber Democracy, Cyber Governance і Cyber Parliament. В даний час спостерігається

стійке домінування інноваційної кіберкультури, що включає нано-адитивні, біо-інформаційні, кіберфізичні, соціально-когнітивні технології на ринку науки, освіти, індустрії, транспорту і забезпечення якості життя. Комп'ютерна система завжди складається з двох взаємодіючих компонентів, що виконують функції управління і виконання для досягнення заданої мети функціонування у кіберфізичному просторі.

У четвертому розділі вирішено задачі розробки кіберфізичної системи Smart Cyber University (SCU) для інтелектуального цифрового моніторингу і human-free управління науково-освітніми процесами і ресурсами університету на основі впровадження існуючих світових стандартів навчання та ефективного використання інфраструктури, кадрів, відносин і управління, що забезпечує європейський рівень якості наукових досліджень, освітніх сервісів, випускників і життя співробітників. В рамках даної SCU представлена технологія human-free кіберуправління соціальними ресурсами (кадри і фінанси), яка включає хмарні сервіси розподілу державних замовлень і фінансів між структурними підрозділами на основі змагання матриць їх компетенцій за заданими метриками, а також розподіл кадрових вакансій шляхом порівняння інтегральних матриць компетенцій претендентів. Запропоновано метрику компетенцій як спосіб вимірювання відстані між об'єктами або процесами на основі вектора параметрів, формує простір – матрицю компетенцій людини або соціальної групи в реальному часі. Матриця компетенцій розглядається як модель інтегральної діяльності і умінь людини або соціальної групи на заданій метриці і часовому інтервалі. Як варіант реалізації розумного кіберуніверситету запропонована кіберфізична система управління кадровими і фінансовими ресурсами для масштабованих соціальних груп Cyber Physical Resources Systems (CPRS). Хмарний кіберсервіс, що надається соціальним групам, державним структурам, університетам, приватним компаніям і окремим індивідам забезпечує довічний моніторинг компетенцій відповідних суб'єктів в реальному часі для кіберуправління персоналом (ресурсами) шляхом його адекватного кар'єрного, морального і матеріального стимулювання за результатами конструктивної діяльності. Запропоновано деталізація функціональної структури розумного кіберуніверситету, яка пов'язана з оцифровуванням кіберфізичного простору, метричних відносин і регулятор-

них правил для точного моніторингу та активного кіберуправління адресованими компонентами структурних підрозділів та науково-освітніх процесів, з метою прийняття кібер-рішень з управління фінансовими та кадровими ресурсами. Впроваджено метричні відношення для цифрового вимірювання всіх компонентів університету: інфраструктура, кадри, студенти, управління, напрямки руху і ресурси, наука та освіта, які мають відображення в кіберпросторі для виконання науково-освітніх процесів з метою хмарно-мобільного управління. Запропоновано інноваційні моделі вимірювання та оцінювання всіх процесів і явищ розумного кіберуніверситету на основі розроблених метрик і матриць компетенцій для прийняття точних і адекватних управлінських рішень, які масштабуються на глобальний науково-освітній кібер-простір. Кіберсистема заснована на використанні технологій: Internet of Things, Smart Everything, Big Data, паралельних віртуальних процесорів. Для кожного класу суб'єктів генерується унікальна метрика компетенцій з еталонними показниками по кожній номінації професійної діяльності, а також реальна матриця компетенцій всіх суб'єктів, стовпці якої ранжуються шляхом метричного порівняння результатів конструктивної активності з еталонними значеннями.

У **п'ятому розділі** виконано розробку і тестування компонентів інфраструктури Smart Cyber University для практичної реалізації електронного документообігу й рейтингового оцінювання вчених, студентів та підрозділів, яка характеризується цифровими метриками керування освітою та наукою, що забезпечує істотне зменшення часу створення документів та підвищення якості науково-освітніх процесів. Smart Cyber University як технологія кіберсоціального комп'ютингу має всі необхідні ознаки, де hardware можна описати через реалізацію на IoT-пристроях, fog- і cloud-технологіях; software – через додатки та розподілену хмарну сервіс-орієнтовану архітектуру; оператор, частина завдань якого буде брати на себе зростаючий ринок IoT-пристроїв; експертну складову, яка дозволяє вносити до системи чинники, що визначають розвиток. Визначено ефект від впровадження електронного документообігу. вимоги до розробки ПЗ інфраструктури Smart Cyber University. Виконано програмну реалізацію та візуалізацію модуля хмарного сервісу рейтингу кафедри та викладачів для системи

моніторингу діяльності кафедри, де для оцінки діяльності кожного викладача були покладені відповідні критерії.

Таким чином, дисертаційне дослідження містить компоненти у вигляді моделей, методів і алгоритмів: 1) нову комп'ютеризовану структуру кіберфізичної системи; 2) удосконалену метрику оцінювання соціальної активності студентів та співробітників; 3) нові емоційно-логічні примітиви і схеми кіберсоціального комп'ютеризованого; 4) нові комп'ютеризовані структури кіберфізичних сервісів.

Практична значущість отриманих результатів полягає в розробці та тестуванні хмарних сервісів кіберфізичного комп'ютеризованого для метричного оцінювання студентів, співробітників структурного підрозділу з метою їх подальшого адекватного морального і матеріального стимулювання. Отримані в процесі виконання досліджень наукові висновки і практичні результати є достовірними, що підтверджується проведеними експериментами, тестуванням і моделюванням реальних фрагментів науково-освітніх процесів. Практична значущість наукових досліджень підтверджується інтеграцією існуючих баз даних з хмарними сервісами метричного оцінювання активності співробітників і студентів. Результати дисертації в складі моделей, методів та інфраструктури впроваджені в навчальний процес Харківського національного університету радіоелектроніки (акт про впровадження від 27.02.2018); в науково-виробничу діяльність ТОВ «Перший інститут надійного програмного забезпечення» (довідка від 27.02.2018).

На основі викладеного вище можна зробити такі висновки.

Наукову новизну роботи визначають:

1) Вперше запропоновано комп'ютеризовану структуру кіберфізичної системи, яка характеризується цифровим метричним моніторингом і хмарним online управлінням, що дає можливість підвищити якість науково-освітнього процесу та зменшити накладні витрати університету.

2) Удосконалено метрику оцінювання соціальної активності студентів та співробітників, яка відрізняється від аналогів урахуванням передісторії і реальних поточних досягнень, що дає можливість здійснювати адекватне моральне і матеріальне стимулювання членів колективу університету.

3) Вперше запропоновано емоційно-логічні примітиви і схеми кібер-соціального комп'ютингу, які характеризуються створенням функціонального базису для синтезу цифрових структур прийняття рішень людиною, керівником, що дає можливість моделювати наслідки від дій, які управляють.

4) Вперше запропоновано комп'ютингові структури кіберфізичних сервісів, які характеризуються інтерактивною online взаємодією між підсистемами цифрового моніторингу і хмарного управління соціальними групами, що дає можливість зменшити непродуктивні витрати часу університету.

Практичне значення отриманих результатів. Практична значимість наукових досліджень підтверджується достатньою кількістю проведених експериментів, тестуванням і моделюванням реальних фрагментів освітніх процесів, інтеграцією існуючих баз даних з хмарними сервісами метричного оцінювання активності співробітників і студентів. Практична реалізація результатів дослідження дозволить: 1) Поліпшити соціальні відносини між людьми шляхом впровадження кіберсистеми (кіберуправління) людством, коли вперше за всю його історію державні структури можуть зрівнятися за ефективністю менеджменту, а отже, і виробництва, з приватними підприємствами. 2) Перезавантажити корпус керівників на професійних менеджерів шляхом використання компетентнісних сервісів кіберсистеми, яка далі повинна брати участь в управлінні фінансами і кадрами. 3) Впровадити в технологію управління державних організацій і приватних підприємств хмарний кіберсервіс компетентнісного розподілу моральних, матеріальних стимулів і кар'єрного зростання, що забезпечить молоде покоління фахівців надією на європейське майбутнє, де кожен з них буде гідно оцінений кіберсистемою за компетенціями. 4) Створити кіберсервіс ринку або біржі праці на основі порівняння реальних і ідеальних матриць компетенцій.

Ринкова привабливість дослідження полягає у істотному зменшенні часових і матеріальних витрат на одиницю продукції, що випускається при одночасному збереженні і поліпшенні екологічної культури планети, шляхом адекватного кібермоніторингу і оптимального кіберуправління людськими ресурсами в реальному часі протягом життєвого циклу громадян і соціальних структур (підприємство, організація, місто, країна, планета).

Отримані наукові висновки та положення дисертації є обґрунтованими і достовірними. Достовірність наукових висновків підтверджується проведеними експериментами, тестуванням і верифікацією запропонованих моделей і методів моніторингу та управління на основі реальних фрагментів освітніх процесів. Практична значущість наукових досліджень підтверджується інтеграцією існуючих баз даних з хмарними сервісами метричного оцінювання активності співробітників і студентів. Результати дисертації у складі моделей, методів та інфраструктури впроваджені в навчальний процес Харківського національного університету радіоелектроніки (акт про впровадження від 27.02.2018); в науково-виробничу діяльність ТОВ «Перший інститут надійного програмного забезпечення» (довідка від 27.02.2018).

Повнота викладення основних результатів у наукових виданнях та апробація. Автором опубліковано 41 друкована праця: розділ у зарубіжній монографії видавництва Springer (входить до наукометричної бази Scopus); 15 статей, з них 3 – в міжнародних наукових журналах за кордоном, 12 – у наукових журналах, включених до «Переліку наукових фахових видань України»; 25 матеріалів міжнародних наукових конференцій, з них 11 входять до наукометричної бази Scopus. Здобувач має 11 публікацій у наукометричній базі Scopus та індекс Хірша $h=2$.

Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації. Оформлення автореферату за своїм обсягом, структурою та змістом відповідає чинним вимогам. Зміст автореферату ідентичний змісту дисертаційної роботи та містить опис основних наукових і практичних результатів, отриманих автором.

Зауваження по дисертаційній роботі Міщенко Олександра Сергійовича:

1) У роботі фігурують кілька визначень університету, такі як розумний, цифровий, кіберфізичний. Бажано було б уточнити, чим вони відрізняються один від одного.

2) Автор вводить поняття кіберфізичного університету, як майбутнього вищої школи, але хотілося б знати які переваги отримають студенти і вчені від нової парадигми вищої освіти?

3) Існує в роботі термін «цифровизація» (простору, процесів і явищ), який вимагає пояснення для його подальшого використання.

4) Недостатньо місця в огляді приділено інноваціям в галузі управління наукою і освітою на пострадянському просторі і в кращих університетах світу. Хто тут є лідером?

5) Неясно, як забезпечується в рамках розумного кіберуніверситету ефективність і привабливість вишу, а саме, якими заходами.

6) Не зовсім зрозуміло чим відрізняються автоматизовані системи управління, запропоновані в минулому столітті, від кібер-фізичного комп'ютингу або IoT-framework, як моделі для моніторингу та управління університетом.

7) Неясно, як використовується структура Хасе процесора, орієнтована на рішення задачі покриття, для управління університетом.

8) У роботі представлено 12 сервісів розумного університету. Незрозуміло, які з них вже реалізовані і що вони можуть принести університету.

9) Зустрічаються поодинокі неточності українського перекладу або друкарські помилки, як то: «комп'ютингові» замість «комп'ютингові» (с. 2 анотації дисертації), а також на рівні з англійською мовою надписи в рисунках виконано російською, доцільно було б уніфікувати англійською або українською.

Незважаючи на зазначені зауваження, дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, в якому поставлено за мету істотне підвищення якості науково-освітніх процесів, зменшення накладних часових і матеріальних витрат вишу за рахунок розробки та впровадження кіберфізичного соціального online комп'ютингу, розумних сервісів цифрового моніторингу і хмарного кібер-управління структурними компонентами університету.

Загальні висновки по дисертаційній роботі. Роботу виконано на високому теоретичному рівні з використанням математичних методів і сучасних засобів обчислювальної техніки. Дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти: пункту 1 «Теоретичні основи створення і вдосконалення високоефективних технічних і програмних компонентів комп'ютерних систем та мереж загального та спеціального при-

значення, розподілених систем та їх компонентів відповідно до різних ієрархічних рівнів їх організації та умов експлуатації»; пункту 4 «Дослідження та розробки нових високоефективних архітектур комп'ютерних систем і мереж загального і спеціального призначення, топологічної організації розподілених систем та комунікаційних технологій в них».

Актуальність вибраної теми, достовірність і обґрунтованість висновків, новизна досліджень, значення отриманих результатів для науки і практики свідчать про те, що дисертаційна робота «Моделі і методи кіберфізичного комп'ютингу для цифрового моніторингу та хмарного управління університетом» задовольняє вимогам пп. 9, 11-14 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 19 серпня 2015 № 656, а Міщенко Олександр Сергійович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Офіційний опонент:

професор кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем
Українського державного університету залізничного транспорту

доктор технічних наук, професор

Мірошник М.А.



Особистий підпис
свідчую _____ 20__ р.
Завідуючий канцелярією
УкрДУЗТ

Мірошник М.А.