

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

**МІЩЕНКО ОЛЕКСАНДР СЕРГІЙОВИЧ**

УДК 658:512.011: 681.326: 519.713

**Моделі і методи кіберфізичного комп'ютингу  
для цифрового моніторингу та хмарного управління університетом**

05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Харків – 2018

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Харківському національному університеті радіоелектроніки,  
Міністерство освіти і науки

**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  
Дрозд Олександр Валентинович,  
Одеський національний політехнічний університет  
МОН України, професор кафедри інтелектуальних  
комп'ютерних систем та мереж;

доктор технічних наук, професор  
Мірошник Марина Анатоліївна, Український  
державний університет залізничного транспорту  
МОН України, професор кафедри спеціалізованих  
комп'ютерних систем.

Захист відбудеться "27" червня 2018 р. о 13-00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д64.052.01 в Харківському національному університеті радіоелектроніки за адресою: 61166, місто Харків, пр. Науки, 14.

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

Автореферат розісланий "26" травня 2018 року.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради

Є.І. Литвинова

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми дослідження.** Запропоноване дослідження розглядає проблему створення надійних масштабованих комп'ютерних сервісів цифрового моніторингу і хмарного управління кіберфізичними соціальними процесами, що пов'язано із впровадженням точного метричного безпомилкового цифрового human-free комп'ютерингу у всі соціальні процеси та явища з метою підвищення якості життя людей, збереження екології планети і тотального знищення корупції.

Тема дисертаційної роботи націлена на істотне підвищення якості науково-освітніх процесів, зменшення накладних часових і фінансових витрат вишу за рахунок розробки та впровадження кіберфізичного соціального online комп'ютерингу, що включає розумні сервіси цифрового моніторингу і хмарного кіберуправління структурними компонентами університету.

Проблеми кіберфізичного online розумного комп'ютерингу для цифрового моніторингу та метричного хмарного управління фізичними, соціальними, науково-освітніми процесами і об'єктами знаходять відображення у публікаціях вчених: Yervant Zorian, Paolo Prinetto, Раймунд Убар, Andre Ivanov, Migdalas Athanasios, Ismail Leila, Zhang Liren, Das Swagatam, Наталя Тихомирова, Володимир Кухаренко, Людмила Білоусова, Ірина Зимова, Дмитро Сперанський, Анжела Матросова, Вазген Мелікян, Володимир Тарасенко, Михайло Коровай, Олександр Палагін, В'ячеслав Харченко, Рімантас Шейнаускас, Ніна Євтушенко, Геннадій Кривуля, Валентин Філатов, Вадим Аванесов, Сергій Раков.

**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 2009 року, у тому числі: 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.

Автор дисертаційної роботи брав участь у виконанні зазначених договорів і програм як розробник, менеджер і програміст кіберфізичної інфраструктури цифрового моніторингу та метричного хмарного управління науково-освітніми процесами. Автор також брав участь в php, sql, js, python кодуванні програмних модулів кіберфізичної системи цифрового моніторингу та метричного хмарного управління науково-освітніми процесами.

**Науково-практична задача дослідження** – створення масштабованої структури кіберфізичного online комп'ютингу для цифрового моніторингу творчої діяльності кафедр і хмарного управління матеріальними і кадровими ресурсами університету з метою усунення корупції і забезпечення високої якості життя співробітників.

**Сутність дослідження** – масштабована комп'ютингова структура 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.

**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).

**Об'єкт дослідження** – кіберкультура, технології і сервіси кіберфізичного цифрового online моніторингу і хмарного метричного управління соціальними групами і структурними компонентами університету.

**Предмет дослідження** – кіберфізичні і кіберсоціальні моделі науково-освітніх процесів і явищ для цифрового моніторингу і хмарного метричного управління соціальними групами, структурними компонентами університету.

**Мета дослідження** – 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 кіберуправління структурними компонентами університету.

**Задачі дослідження:**

- 1) Розробити структури кіберфізичної системи цифрового моніторингу і хмарного управління науково-освітніми процесами університету.
- 2) Створити метрику оцінювання соціальної активності студента і співробітника для адекватного морального і матеріального стимулювання членів колективу університету.
- 3) Розробити емоційно-логічні примітиви кіберсоціального комп'ютингу для прийняття рішень людиною, соціальною групою і владними структурами.

4) Створити комп'ютерні структури кіберфізичних сервісів для цифрового моніторингу і хмарного управління соціальними групами.

5) Розробити і протестувати хмарні сервіси кіберфізичного комп'ютерного для метричного оцінювання студента, співробітника, соціальної групи і їх подальшого морального і матеріального стимулювання.

#### **Наукова новизна:**

1) *Вперше* запропоновано комп'ютерну 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 кіберсоціального комп'ютерного, 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'ютерні 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 полягає у розробці та тестуванні хмарних сервісів кіберфізичного комп'ютерного 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 достатньою кількістю проведених експериментів, тестуванням і моделюванням реальних фрагментів 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).

**Особистий внесок здобувача.** Всі наукові і практичні результати отримані автором особисто. У роботах, опублікованих зі співавторами, здобувачеві належать: [1] – комп'ютерна структура кіберфізичної системи для цифрового метричного моніторингу і хмарного online управління, метрика оцінювання соціальної активності вченого, CyUni Service – розумний кібе-

руніверситет, моделі і методи аналізу даних; [2] – метрика алгебри векторної логіки для аналізу кібернетичного простору; [3] – модель аналізу інформаційної безпеки кіберпростору; [4] – аналіз великих даних діагностування неконструктивних сповіщень; [5] – модель кіберпростору для формування інформаційної безпеки; [6] – кіберсервіси активного управління університетом, комп'ютерингова структура кіберфізичної системи для цифрового метричного моніторингу і хмарного online управління; [7] – кіберфізичні системи для реалізації технологій кіберуправління; [8] – метрика для аналізу великих даних; [9] – розумний кібер-університет – cloud-mobile сервіси управління науково-освітніми процесами, метрика оцінювання соціальної активності студентів і співробітників, на основі врахування передісторії і реальних поточних досягнень; [10] – кіберсоціальна система – розумний кіберуніверситет, модель кіберфізичної системи для метричного моніторингу і хмарного управління; [11] – емоційно-логічні примітиви і схеми кіберсоціального комп'ютерингу для синтезу цифрових структур, орієнтованих на прийняття рішень співробітником, керівником; [12] – хмарне управління фізичними та кадровими ресурсами, комп'ютерингові структури кіберфізичних сервісів для цифрового моніторингу і хмарного управління соціальними групами; [13] – моделі морального кіберсоціального управління, моделі цифрового моніторингу і хмарного управління соціальними групами; [14] – топ-технології, їх аналіз та застосування в управлінні освітою; [15] – інфраструктура діагностування шкідливих програм в індивідуальному кіберпросторі; [16] – процесорні логічні структури для аналізу великих даних; [17] – метрика для аналізу даних у кіберпросторі; [18] – моделі діагностування спаму в індивідуальному кіберпросторі; [19] – кіберфізична соціальна система, структура і функціональності; [20] – кіберфізичні системи під управлінням великих даних; [21] – CyUni Service – розумний кіберуніверситет, моделі і методи аналізу даних, хмарні сервіси кіберфізичного комп'ютерингу для метричного оцінювання студентів, співробітників структурного підрозділу; [22] – хмарний сервіс для управління університетом, моделі кіберфізичного комп'ютерингу для метричного оцінювання діяльності вчених; [23] – модель розумного кіберуніверситету під керівництвом аналізу великих даних; [24] – структура хмарних сервісів для управління і моніторингу цифрового університету; [25] – моделі морального кіберсоціального комп'ютерингу для управління університетом і державою; [26] – алгебра для аналізу векторно-логічного простору за допомогою мультипроцесора; [27] – Н-метод мінімізації булевих функцій; [28] – векторно-матрична алгебра логіки для паралельних обчислювальних процесів; [29] – моделі хмарних обчислень для вирішення проблем розподілу навантаження в соціальних мережах; [30] – моделі стандартизації кіберпростору; [31] – еволюційна модель кіберпростору; [32] – система захисту індивідуального кіберпростору; [33] – модель дедуктивно-паралельного син-

хронного аналізу вразливостей; [34] – моделі якості оцінювання бінарних відношень; [35] – інфраструктура сервісного обслуговування індивідуального кібернетичного простору; [36] – модель логічного обчислювача на основі асоціативних таблиць; [37] – моделі взаємодії активних сенсорів у структурі на основі IoT; [38] – метод для визначення середньої вартості міжз'єднань обчислювальної архітектури; [39] – модель для оптимізації розміщення планарних компонентів; [40] – адаптація параметрів нечіткого регулятора на основі штучних імунних систем; [41] – метод діагностування дефектів на основі асоціативних таблиць.

**Апробація результатів дисертації.** Результати роботи були представлені та обговорені на таких конференціях: IEEE East-West Design and Test Symposium 2010 (Saint Petersburg, Russia), 2011 (Sevastopol, Ukraine), 2012 (Kharkiv, Ukraine), 2013 (Rostov-on-Don, Russia), 2014 (Kyiv, Ukraine), 2015 (Batumi, Georgia), 2016 (Yerevan, Armenia), 2017 (Novi Sad, Serbia); Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті» 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 (Харків, Україна); the 11th IEEE International Conference TCSET 2016 (Slavsk, Ukraine); the 13th International Conference «The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics», CADSM 2015 (Lviv, Ukraine); "Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту" 2010 (Євпаторія, Україна); Міжнародна студентська конференція та конкурс наукових робіт з питань інформаційної безпеки «CyberSecurity for the Next Generation», Kaspersky Office, 2011 (Москва, Росія); "Сучасні інформаційні технології на транспорті", MINTT 2010 (Херсон, Україна); "Стратегія якості в промисловості та освіті" 2010 (Варна, Болгарія); "Наука і соціальні проблеми суспільства: інформатизація та інформаційні технології", 2014 (Харків, Україна); "Фізика, електроніка, електротехніка", 2013 (Суми, Україна); IEEE World Congress on Services, 2016 (San-Francisco, USA).

Автор також брав участь у інноваційних проектах та розробках, презентації їх на виставках з отриманням призових місць, серед яких Міжнародна студентська конференція і конкурс наукових робіт з питань інформаційної безпеки «CyberSecurity for the Next Generation», 2011, Kaspersky Office, Москва, Росія (1 місце).

**Публікації.** Результати дисертаційної роботи відображені у 41 друкованій праці, серед яких 1 зарубіжна монографія видавництва Springer (входить до наукометричної бази Scopus); 15 статей (з них 14 – у міжнародних наукометричних базах): 3 статті в міжнародних наукових журналах за кордоном, 12 – у наукових журналах, включених до «Переліку наукових фахових видань України»; а також 25 матеріалів міжнародних наукових конференцій (з них 11 входять до наукометричної бази Scopus). Здобувач має 11 публікацій у наукометричній базі Scopus та індекс Хірша  $h=2$ .

Дисертаційна робота має 292 сторінки (з них 218 представляють основний текст) і містить: 5 розділів, 55 рисунків, 2 таблиці, список джерел з 205 назв (на 25 с.), 4 додатки (на 16 с.), анотації на 33 с.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність завдань, які вирішуються в дисертаційній роботі, сформульована мета дослідження, а також викладені наукова новизна і практична цінність отриманих результатів.

У **першому розділі** показані сучасні кіберфізичні моделі, методи і хмарні технології 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; social computing 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.

*Функція мети* визначається виразом, пов'язаним зі створенням хмарних online сервісів метричного управління соціальною групою на основі цифрового моніторингу в рамках функціонування розумного кіберуніверситету шляхом зменшення часу  $T$  між отриманням даних і human-free формуванням актуаторних впливів, що дає можливість істотно (у кілька разів) підвищити якість науково-освітніх процесів, завдяки справедливому матеріальному стимулюванню  $S$  вчених і співробітників, в точній відповідності з соціальною метричною значущістю  $S_m$  їх професійної діяльності:

$$Q = \min \left[ \sum_{i=1}^n \frac{T_i^{c'} + T_i^{e'}}{T_i^c + T_i^e} + \sum_{j=1}^m \frac{|S_j^m - S_j^r|}{\max\{S_j^m, S_j^r\}} \right]$$

Формула направлена на істотне зменшення часу створення і виконання мінімально необхідного і достатнього числа наказів, а також на зменшення відмінностей до нуля між метрично визначеними і реальними зарплатами вчених або співробітників.



Таким чином, вирішення проблеми автоматичного вироблення актуаторних 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.

У **другому розділі** розглядаються логічні структури кіберсоціального комп'ютингу як компоненти хмарних технологій для точного моніторингу та морального управління суспільством. Пропонуються нові емоційно-логічні примітиви і схеми кіберсоціального комп'ютингу, які характеризуються створенням функціонального базису для синтезу цифрових структур прийняття рішень людиною, керівником, що дає можливість моделювати наслідки від дій, які управляють.

Емоції і логіка пов'язані з функціонуванням двох співпроцесорів: правої і лівої півкулі головного мозку, які беруть участь у моніторингу ситуації та / або навколишньої дійсності для прийняття рішення в напрямку руху до наперед заданої мети. Півкулі головного мозку є два взаємно-доповнюючих альтернативних співпроцесори, до яких має доступ сама людина і / або інші люди. Взаємодія півкуль для вироблення рішення укладесться в чотири форми, представлені на рис. 1. Типи емоційно-логічного комп'ютингу можна позначати символами алфавіту Кантора:  $\{0, 1, X, \emptyset\}$ . Тут фігурують дві півкулі  $\{0,1\}$  головного мозку, які створюють такі типи емоційно-логічного комп'ютингу (EL-computing).

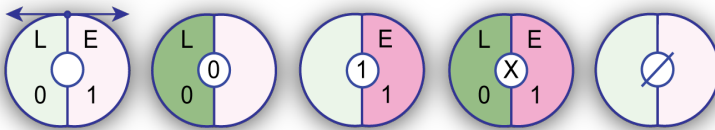


Рис. 1. Типи емоційно-логічного комп'ютингу

Emotional logical (psychological) computing. Емоційно-логічний (психологічний) комп'ютинг є метричне управління емоційним і логічним співпроцесорами головного мозку на основі цифрового моніторингу кіберсоціального середовища для вибору оптимального рішення на шляху досягнення поставленої мети (рис. 2).

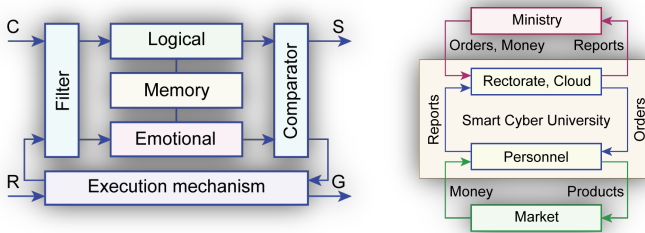


Рис. 2. Моделі логічного комп'ютингу

Об'єктивно слід розглядати, що такий комп'ютинг є доступним як з боку власника мозку, так і з боку оточуючих його людей, з позитивними і негативними цілями. Якщо логічні процесори прийняття рішень достатньо описані в сучасній науковій літературі, то створення адекватних емоційних процесорів перебуває на стадії розробки і верифікації. Однак звертає увагу на себе одна знаменна подія – присудження Нобелівської премії за 2017 Річарду Талеру (Richard Thaler), вченому, який працює в області фінансово-економічної поведінки громадян. Він створив «теорію підштовхування або керованого вибору», заснованого на поступовому переході від емоцій до логіки прийняття рішення.

В **третьому розділі** пропонується кіберкультура 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. Формулюється Д-метрика 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.

Розглядаються відносини між одним, двома, трьома, ..., n соціальними суб'єктами у суспільстві і/або державі, які формують сигнатуру комп'ютингової моделі соціуму. Відносини підкоряються універсальній метриці, яка встановлює конволюційне циклічне замикання відстаней:

$$D = \sum_{i=1}^n d_i = 0$$

між ненульовим кінцевим числом замкнутих компонентів:  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ . На рис. 3 представлена графова інтерпретація метрики для вимірювання відносин у кіберфізичному (-соціальному) світі, яка заснована на циклічному замиканні відстаней  $D$  між кінцевим числом об'єктів.

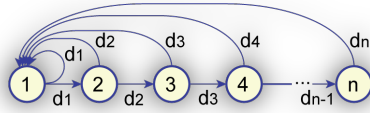


Рис. 3. Метрика вимірювання відносин

При цьому відстань між двома компонентами в евклідовому метричному просторі визначається різницею відповідних координат, що створюють образи кінцевої і початкової точок геометричного вектора:

$$d(a, b) = b - a = (b_i - a_i)_{i=1}^n;$$

b =	1	2	3	1	0	5	3	1
a =	0	1	2	3	4	5	2	1
d =	1	1	1	-2	-4	0	1	0

У двійковому булевому кіберпросторі відмінність між двома компонентами визначається хог-сумою кодів вихідних об'єктів:

$$d(a, b) = a \oplus b = a_i \oplus b_i;_{i=1}^n$$

a =	1	0	0	1	0	1	1	1
b =	0	1	1	1	0	1	1	0
d =	1	1	1	0	0	0	0	1

У багатозначному булевому кіберпросторі відмінність між двома компонентами визначається симетричною різницею кодів вихідних об'єктів, заданих символами замкнутого алфавіту:

$$d(a, b) = a \Delta b = a_i \Delta b_i; A = \{0, 1, X = \{0, 1\}, \emptyset\};_{i=1}^n$$

a =	1	X	0	X	0	1	X	1
b =	0	X	1	0	X	1	1	X
d = aΔb	X	∅	X	X	X	∅	0	0

Δ	0	1	X	∅
0	∅	X	1	0
1	X	∅	0	1
X	1	0	∅	X
∅	0	1	X	∅

З урахуванням формул обчислення відстаней (відносин) між кіберфізичними (-соціальними) процесами і явищами пропонується реалізація універсальної метрики циклічного замикання в метричному евклідовому (E), двійковому булевому (B) і багатозначному (M) кіберпросторі. При цьому D-метрика нульової суми відстаней циклічного конволюційного замикання трансформується до прийнятого в науковому світі формату трьох аксіом: рефлексивності, симетричності і (зворотної) транзитивності:

$$D(E) = \sum_{i=1}^n d_i = 0 \rightarrow \begin{array}{l} n = 1 \rightarrow d(a, a) = 0; \\ n = 2 \rightarrow d(a, b) + d(b, a) = 0; \\ n = 3 \rightarrow d(a, b) + d(b, c) + d(c, a) = 0. \end{array}$$

$$D(B) = \bigoplus_{i=1}^n d_i = 0 \rightarrow \begin{array}{|l} n = 1 \rightarrow d(a,a) = 0; \\ n = 2 \rightarrow d(a,b) \oplus d(b,a) = 0; \\ n = 3 \rightarrow d(a,b) \oplus d(b,c) \oplus d(c,a) = 0. \end{array}$$

$$D(M) = \Delta_{i=1}^n d_i = \emptyset \rightarrow \begin{array}{|l} n = 1 \rightarrow d(a,a) = \emptyset; \\ n = 2 \rightarrow d(a,b) \Delta d(b,a) = \emptyset; \\ n = 3 \rightarrow d(a,b) \Delta d(b,c) \Delta d(c,a) = \emptyset. \end{array}$$

Відмітна перевага D-метрики полягає в єдиності формули для обчислення відстаней між процесами і явищами в згаданих просторах, а також в можливості точного визначення дуги зворотного транзитивного замикання за двома відомими відстанями, що доповнює замикання до циклу:

$$D(E) \rightarrow d(c, a) = -[d(a, b) + d(b, c)];$$

$$D(B) \rightarrow d(c, a) = d(a, b) \oplus d(b, c);$$

$$D(M) \rightarrow d(c, a) = d(a, b) \Delta d(b, c).$$

Розглянуто перспективні напрямки створення розумних: e-інфраструктур, держав, міст, університетів, компаній і будинків, що мають високий рівень капіталізації в світі. Запропоновано електронні технології безпаперового документообігу, що зберігають сотні мільйонів доларів і чисту екологію в масштабах держави. Кіберфізична система електронного документообігу (рис. 4) містить:

1) Хмарний сервіс моніторингу, зберігання та інтелектуального аналізу документів з метою управління соціальними групами, завдяки online генеруванню

документів за запитом користувачів. 2) Кінцеві

гаджети інтерфейсного зв'язку користувачів з хмарними сервісами, які надають електронні документи. 3) Комплексні засоби первинної аутентифікації захисту хмарної системи від несанкціонованого доступу і підробки електронних документів на основі довірчої ідентифікації користувача. 4) Масштабовану соціальну групу, яка створюється у межах підприємства, університету, організації, території, держави, що одержує хмарні сервіси, які забезпечують високу якість життя кожного користувача.

У **четвертому розділі** запропоновано комп'ютерну структуру кіберфізичної системи, яка характеризується цифровим метричним моніторингом і хмарним online управлінням, що дає можливість підвищити якість науково-освітнього процесу та зменшити накладні витрати

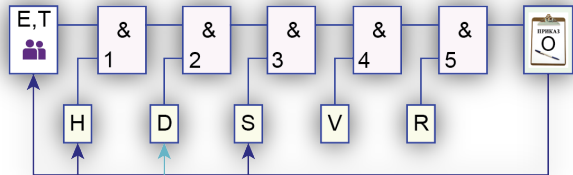


Рис. 4. Структура електронного документообігу

університету; *нові* комп'ютерні 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.

Оцифрування фізичних і віртуальних компонентів науково-освітніх процесів є необхідною умовою кіберфізичного моніторингу та управління університетом. Для цього слід згенерувати метрики компетенцій з метою вимірювання якості системоутворюючих структурних і процесуальних компонентів університету: відносини; Roadmap; управління; інфраструктура; кадри; ресурси; продукція – освітні послуги, випускники і наукові досягнення; наука; освіта. Кожна метрика повинна оперувати змінними, що формують простір вимірювання, які можуть бути як булевими (лінгвістичними), так і чисельними, нормованими в інтервалі (0,1). Багатозначність градації інтервалу існування параметру метрики між нулем і одиницею залежить від сервісів, що надаються споживачеві кіберфізичних систем: 1) Прийняття рішення – (так чи ні). 2) Оцінки процесів або об'єктів для керівника (добре, погано, відмінно, задовільно) завжди потребують коментаря. 3) Безперервний інтервал дійсних чисел від 0 до 1 точно визначає якість однотипних процесів або явищ і ранжирує їх відповідно до заданої метрики компетенцій. Недоліком скалярної інтегральної оцінки є неможливість дешифрування значень всіх складових параметрів метрики за критерієм якості. Тому поряд з інтегральним показником необхідно зберігати всі значення структурних змінних, які використовуються для адекватного аналізу системних процесів і явищ.

Ефективність соціальної системи, зокрема університету, визначається трьома виключно економічними оцінками рівнів: споживання, експорту та інвестицій (рис. 5).

Кіберфізична система CyUni – розумний кіберуніверситет (рис. 6) є human-free структура online моніторингу і cloud-driven управління науковими та освітніми оцифрованими процесами на основі метрикопридатних законодавчих актів держави, статуту, положень і наказів університету, стимулюючих залучення інвестицій шляхом виконання актуальних наукових досліджень і підготовки затребуваних ринком фахівців з академічними і науковими ступенями для досягнення високої якості життя співробітників.

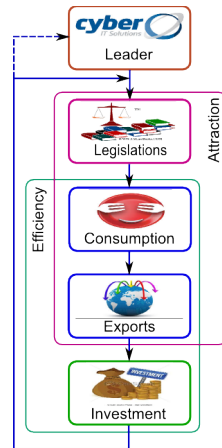


Рис. 5. Ефективність соціальної системи

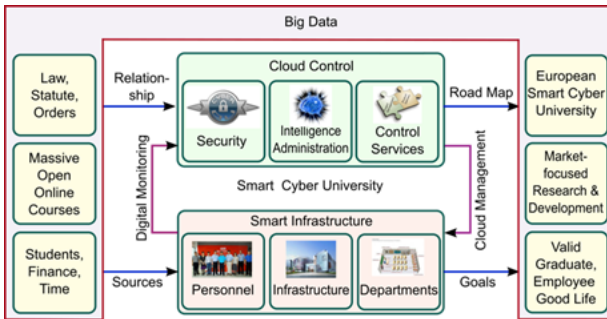


Рис. 6. Cyber Physical System – Smart Cyber University (CyUni)

Хмарні сервіси (функціональності) CyUni. Перехід людства від кам'яного носія інформації до паперу, як і перехід від паперового носія до електронного (далі – і до квантового), є невідворотнім. Хмарні сервіси моніторингу та управління CyUni повинні: виключати паперові носії, активно управляти оцифрованими процесами, пов'язаними з наукою і освітою, а також з виробничою діяльністю основних і допоміжних структурних підрозділів університету. Сервіси кіберфізичної системи CyUni в рамках технологічної культури IoT, що створює вертикаль ієрархії Cloud - Fog Networks - Mobile: 1) електронне online (onsite) голосування; 2) опитування громадської думки; 3) інтерактивне online формування метрик компетенцій; 4) вибір керівника шляхом інтегрального оцінювання; 5) розподіл бюджетного фінансування НДР; 6) розподіл премій і надбавок; 7) розподіл кафедрального навантаження; 8) активний online моніторинг та управління науково-освітньою діяльністю студента; 9) online моніторинг та управління науково-освітньою діяльністю співробітника; 10) online моніторинг та управління науково-освітньою діяльністю кафедри; 11) електронний (криптозахисений) документообіг; 12) супровід захистів дисертацій в спеціалізованих радах; 13) оперативне і стратегічне управління; 14) кібербезпека, що забезпечує санкціонований доступ студентів і співробітників до хмарних сервісів і інфраструктурних об'єктів університету; 15) "Business Travel" для online супроводу співробітника або студента під час відрядження; 16) генерування електронних атестаційних сертифікатів з цифровими підписами; 17) генерування пакета електронних документів; 18) MOOC-сервіс інтерактивного вивчення курсів і тестування знань; 19) оптимальний вибір спеціальності для абітурієнта.

Для оцінювання науково-освітньої діяльності пропонується зважений і нормований в інтервалі (0-1) критерій якості  $Q$  інтегральної діяльності структурного підрозділу за поточний рік, з урахуванням середньої активності колективу за останні  $p$  років, що має  $n$  штатних співробітників, за  $m$  параметрами  $P_i$ , де кожен з них приведений до максимального або

еталонного значення  $P_i(\max)$  в структурі університету і має при кожному параметрі експертний коефіцієнт

$$P_i = k_i \times p_i; P_i(\max) = k_i \times p_i(\max)$$

науково-освітньої і соціальної значущості, що затверджується на раді експертів-науковців:

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

Цей критерій якості може бути також використаний у вигляді інтегральної метрики оцінювання результативності науково-освітньої діяльності вченого-професора щодо кращих досягнень у кожному виді творчості, в якому виключений параметр числа співробітників у підрозділі:

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

*Інтегральна метрика оцінки діяльності університету.* Метою цифрового моніторингу процесів, структурних підрозділів та співробітників є адекватна моральна і/або матеріальна винагорода відповідно до прийнятої метрики оцінювання соціальної значущості науково-освітніх результатів. Організаційна і технологічна тривіальність розподілу моральних стимулів і матеріальних ресурсів, як правило, компенсується відсутністю політичної волі керівників для впровадження кіберсоціального комп'ютерного хмарного управління фінансами на основі цифрового моніторингу діяльності вчених зі зрозумілих причин відсутності підтримки даної інновації з боку більшості співробітників кожного університету.

Формула метричного управління моральними і матеріальними ресурсами на основі цифрового моніторингу діяльності вченого (підрозділу) оперує такими параметрами:

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

де  $M_i$  – грошова винагорода співробітника (структурного підрозділу), що відповідає якості та кількості результатів  $P_i$ ;  $M$  – бюджет, що виділяється для матеріального заохочення всіх співробітників (структурних підрозділів);  $P$  – сукупна кількість балів, отримана всіма вченими (підрозділами) університету за всіма видами конструктивної науково-освітньої діяльності:

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

$P_{ij}$  – кількість балів, отриманих  $i$ -м вченим (підрозділом) за  $j$ -м видом діяльності (одним з видів може бути облік історії досягнень у минулому);  $m$  – число параметрів або видів діяльності вченого (підрозділу);  $n$  – кількість вчених (підрозділів) в університеті.

Процесор для метричного управління матеріальними ресурсами на основі цифрового моніторингу співробітників/підрозділів представлений на рис. 7.

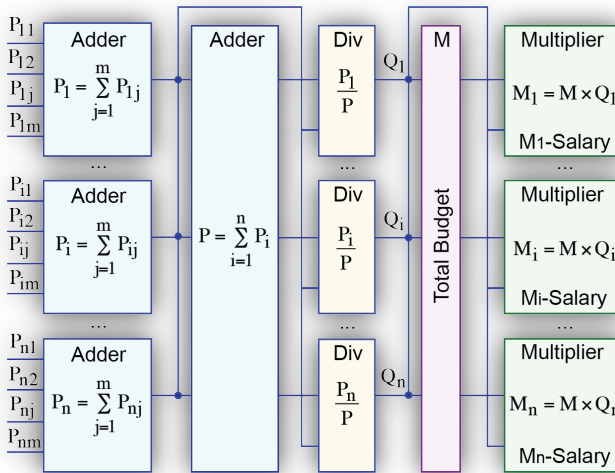


Рис. 7. Процесор метричного управління ресурсами

Тут представлені такі обчислювальні рівні процесора метричного управління фінансами: 1) Суматори для визначення інтегральної суми балів кожного окремого співробітника (підрозділу). 2) Суматор для обчислення абсолютної оцінки загальної кількості балів, зароблених університетом. 3) Подільники для обчислення частки ( $Q_i$ ) кожного вченого (підрозділу), отриманої шляхом розподілу чисельної оцінки його досягнень на загальну кількість балів університету. 4) Загальний бюджет університету, виділений для матеріального заохочування вчених (підрозділів). 5) Мультиплексори для визначення грошового еквівалента з метою стимулювання кожного співробітника (підрозділу), відповідного частці ( $Q$ ) кожного вченого, що вноситься до інтегральної оцінки діяльності університету.

У **п'ятому розділі** у межах практичної реалізації виконана розробка і тестування компонентів інфраструктури Smart Cyber University для 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.

Ефект від впровадження електронного документообігу (рис. 8) визначається формулою, яка оперує параметрами:  $U$  – кількість університетів;  $p$  – середнє число наказів, що видаються за рік в кожному університеті;  $M$  – вартість однієї години проходження документа в процесі підписання;  $(T_b - T_n)$  – кількість годин для підписання документа в базовому і електронному документообігу;  $D$  – середня кількість структурних підрозділів в університеті;  $P$  – число паперових А4-пачок, що витрачаються на рік підрозділом;  $C$  – вартість однієї пачки паперу:

$$Q = U \times [p \times M \times (T_b - T_n) + (D \times P \times C)],$$

$$Q = 450 \times [300 \times 100 \times (4 - 1) + 50 \times 10 \times 100] = 63000000.$$

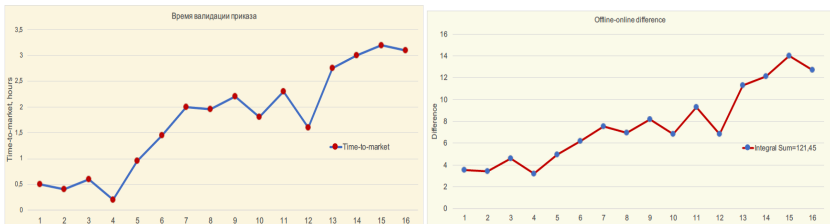


Рис. 8. Ефект від впровадження електронного документообігу

Оскільки один і той же образ мікросервісу може бути запущений у великій кількості копій (для обробки великого завдання, більш швидкого доступу за територіальною ознакою, несподіваного або очікуваного сплеску запитів у певний час), необхідний механізм оркестрації, завдяки якому ноди будуть вчасно запущені і вимкнені, а їх стан і дані розподілені на інші компоненти системи з найбільшою економією для всієї інфраструктури. Така система оркестрації потрібна для управління нодами в межах сервера, кластера серверів, хмари. Таким чином, можна скласти такі контури інфраструктури: територіальний або реальний розподіл системи; віртуальний і логічний розподіл системи та інфраструктури в цілому; сховище даних; маршрутизація і питання мережевої доступності; забезпечення актуальної взаємодії; безпека.

Вимоги до розробки ПЗ інфраструктури Smart Cyber University. Окремо слід вказати на складність розробки розподіленої системи, створення механізму включення вже створених і робочих компонентів і їх версій в різні системи. Для успішної реалізації такого контуру використовуються

інструменти: Continuous provision; Continuous build; Dependency management; Continuous testing; Continuous deploy; Monitoring and logging.

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 <http://www.cyuni.org/metric/attributes>.

## ВИСНОВКИ

Проведені науково-технологічні дослідження в рамках дисертаційної роботи вирішують науково-практичну задачу – створення масштабованої структури кіберфізичного online комп'ютингу для цифрового моніторингу творчої діяльності кафедр і хмарного управління матеріальними і кадровими ресурсами університету з метою усунення корупції і забезпечення високої якості життя співробітників.

Автором одержано такі *наукові та практичні результати*:

1) *Нова* комп'ютингова структура 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) *Удосконалена* метрика 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) *Нові* емоційно-логічні примітиви і схеми кіберсоціального 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) *Нові* 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.

*Практична реалізація* результатів досліджень полягає в розробці та тестуванні хмарних сервісів кіберфізичного комп'ютингу 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). *Ринкова привабливість* кіберфізичної системи – істотне зменшення 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).

Економічне обґрунтування ринкової привабливості – мільярд жителів планети, які хочуть знайти гідне місце роботи, що задовольняє їх за оплатою, близькістю до житла, компетенціями, кар'єрним зростанням, соціальним захистом, дружніми відносинами. Платити за оренду хмарного сервісу готові обидві сторони: 60% від 350 мільйонів компаній по \$1000, щоб знайти працівника, а індивідууми (\$10), щоб працевлаштуватися. Ефект від хмарного сервісу для власників акцій складає  $10 \times 1\,000\,000\,000 + 1000 \times 350\,000\,000 \times 0,6 = \$11\,000\,000\,000$ . Тут, можливо, більш значущим буде соціальний і морально-етичний ефект від безконфліктного, але конкурентного або змагального вирішення проблем працевлаштування, звільнення і кар'єрного зростання, завдяки усуненню «тіньових відносин» при здійсненні електронних посередницьких угод між працівниками і роботодавцями. Наприклад, оренда тільки корпоративних кіберсервісів управління в Україні потенційно принесе прибуток власникам акцій CPRS-компанії в розмірі  $120\,000 \text{ фірм} \times \$1000 = \$120\,000\,000$ .

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

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

1. Vladimir Nahanov, *Oleksandr Mishchenko* at all. *Cyber Physical Computing for IoT-driven Services*. – New York. USA. – Springer, 2018. 279p. [Part 9. Cloud Service Computing: The “Smart Cyber University” [Text] / V. Nahanov, *O. Mishchenko*, E. Litvinova. P. 183-200] (Springer, Scopus).

2. Хаханов В.И. Метрика алгебры векторной логики для кибернетического пространства [Текст] / В.И. Хаханов, *А.С. Мищенко*, В.В. Варца // Радиоэлектроника и информатика. – 2010. – №3. – С. 39-42. (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).

3. Хаханов В.И. Инфраструктура анализа и информационной безопасности киберпространства [Текст] / В.И. Хаханов, С.В. Чумаченко, Е.И. Литвинова, А.С. Мищенко, А.С. Адамов // Радиоэлектроника и информатика. – 2011. – №2 (53). – С. 40-60. (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).

4. Hahanov V. Testing and Diagnosis of Bad Messages in Individual Cyberspace [Text] / V. Hahanov, S. Chumachenko, O. Mishchenko // Радиоэлектроника и информатика. – 2012. – №1. – С. 9-16. (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. Хаханов В.И. Развитие киберпространства и информационная безопасность [Текст] / В.И. Хаханов, С.В. Чумаченко, Е.И. Литвинова, А.С. Мищенко // Радиоэлектроника, информатика, управління. – 2013. – № 1. – С. 151-157. (Журнал реферується або індексується міжнародними базами INSPEC, Index Copernicus, INIS, EBSCO, РИНЦ, Національною бібліотекою України ім. В. І. Вернадського, ВІНТІ, Джерело).

6. Хаханов В.И. Киберсервисы активного управления университетом [Текст] / В.И. Хаханов, А.С. Мищенко, С.В. Чумаченко, С.А. Зайченко // Радиоэлектроника и информатика. – 2014. – №4. – С. 56-61. (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).

7. Хаханов В.И. Киберфизические системы как технологии киберуправления (аналитический обзор) / В.И. Хаханов, В.И. Обризан, А.С. Мищенко, И.В. Филиппенко // Радиоэлектроника и информатика. – 2014. – №1. – С. 39-45. (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).

8. Хаханов В.И. Метрика для анализа BIG DATA [Текст] / В.И. Хаханов, А.С. Мищенко, В. И. Обризан, Tamer, Van Amer // Радиоэлектроника и информатика. – 2014. – №2. – С. 26-29. (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).

9. Хаханов В.І. Розумний кіберуніверситет – cloud-mobile сервіси управління науково-освітніми процесами [Текст] / В.І. Хаханов, С.В. Чумаченко, Є.І. Литвинова, О.С. Мищенко // Радиоэлектроника и

інформатика. – 2015. – №3. – С. 39-44. (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).

10. Хаханов В.И. Киберсоциальная система – умный киберуниверситет [Текст] / В.И. Хаханов, Е.И. Литвинова, С.В. Чумаченко, А.С. Мищенко // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2016. – №5(79). – С. 187-194. (Включений в міжнародні бібліометричні і наукометричні бази даних: наукової електронної бібліотеки eLIBRARY.RU (Російська Федерація); Index Copernicus (Польща); INSPEC IDEAS (Institution of Engineering and Technology, Великобританія); CiteFactor; Academic Keys; Infobase Index; Google Scholar).

11. Хаханов В.И. Логические модели киберсоциального компьютеринга [Текст] / В.И. Хаханов, А.С. Мищенко, Т.И. Соклакова, С.В. Чумаченко, Е.И. Литвинова // Радиоэлектроника 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).

12. Hahanov V. Cloud-driven Cyber Managing Resources [Text] / V. Hahanov, S. Chumachenko, E. Litvinova, O. Mishchenko, I. Yemelyanov, Bani Amer Tamer // Australian Journal of Scientific Research. – №1(5). – 2014. – P. 202-217.

13. Hahanov V. Moral cyber-social governance [Text] / V.I. Hahanov, A.S. Mishchenko, T.I. Soklakova // 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).

14. 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).

15. Хаханов В.И. Инфраструктура диагностирования вредоносных программ в индивидуальном кибернетическом пространстве [Текст] / В.И. Хаханов, С.В. Чумаченко, А.С. Мищенко, А.В. Зацарный, Ю.В. Хаханова // АСУ и приборы автоматики. – Харьков, 2010. – Вып. 153. – С. 19–32. (Входить до міжнародних наукометричних баз Google Scholar, Cyberleninka).

16. Хаханов В.И. Процессорные логические структуры для анализа BIG DATA [Текст] / В.И. Хаханов, С.А. Зайченко, А.С. Мищенко, И.В. Хаханов // АСУ и приборы автоматики. – Харьков, 2014. – Вып. 169. – С. 4–15. (Входит до міжнародних наукометричних баз Google Scholar, Cyberleninka).

*Результати, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:*

17. Hahanov V. Metrics of vector logic algebra for cyber space [Text] / V. Hahanov, O. Mishchenko, V. Varetsa // Proc. of the East-West Design & Test Symposium (EWDTS 2010). – St. Petersburg, Russia. – 17-20 Sept. 2010. – P. 204-207. (Входит до міжнародних наукометричних баз Scopus, IEEE Xplore).

18. *Mishchenko O.* Spam diagnosis infrastructure for individual cyberspace [Text] / *O. Mishchenko, S. Chumachenko, A. Hahanova, A. Priymak* // Proc. of the East-West Design & Test Symposium (EWDTS 2011). – Sevastopol, Ukraine. – 2011. – P.161-168. (Входит до міжнародних наукометричних баз Scopus, IEEE Xplore).

19. Hahanov V. Cyber Physical Social Systems – Future of Ukraine [Text] / V. Hahanov, Wajeb Gharibi, A.P. Kudin, I., Hahanov, Ngene Christopher (Nigeria), Tiekura Yeve (Côte d'Ivoire), D. Krulevska, A. Yerchenko, *O. Mishchenko, D. Shcherbin, A. Priymak* // Proc. of the East-West Design & Test Symposium (EWDTS 2014). – Kiev, Ukraine. – 2014. – P.67-81. (Входит до міжнародних наукометричних баз Scopus, IEEE Xplore).

20. Miz V. Big Data driven cyber physical systems [Text] / V. Miz, E. Litvinova, *O. Mishchenko, D. Shcherbin* // XIII Міжнародна науково-технічна конференція «Досвід розробки та застосування приладо-технологічних САПР в мікроелектроніці» (CADSM 2015). – Lviv-Polyana, Ukraine. – 2015. – С.149-153. (Входит до міжнародних наукометричних баз Scopus, IEEE Xplore).

21. *Mishchenko O.* CyUni Service – Smart Cyber University [Text] / *O. Mishchenko, M. Abdelrahman, A. Hussein, A. Hahanova, I. Filippenko, V. Hahanov, S. Chumachenko* // Proc. of the East-West Design & Test Symposium (EWDTS 2015). – Batumi, Georgia. – 2015. – P.129-136. (Входит до міжнародних наукометричних баз Scopus, IEEE Xplore).

22. *Mishchenko O.* Cloud service for university E-government [Text] / *O. Mishchenko, V. Abdullayev, E. Litvinova, V. Hahanov, S. Chumachenko, A. Hahanova* // Proc. of the East-West Design & Test Symposium (EWDTS 2016). – Yerevan, Armenia. – 2016. – P.107-116 (Входит до міжнародних наукометричних баз Scopus, IEEE Xplore).

23. Hahanov V. Big Data Driven Smart Cyber University [Text] / V. Hahanov, *O. Mishchenko, E. Litvinova, S. Chumachenko* // Proc. of the 2016 IEEE World Congress on Services (SERVICES 2016). – San-Francisco, USA. – 2016. – P.134-141. (Входит до міжнародних наукометричних баз Scopus, IEEE Xplore).

24. Hahanov V. Cloud services of Smart Cyber University [Text] / V. Hahanov, S. Chumachenko, O. Mishchenko, V. Sergienko, Y. Hahanova // Proc. of the 13th International Conference "Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science" (TCSET 2016). – Ukraine, Lviv-Slavsko. – 2016. – P. 540-544. (Входить до міжнародних наукометричних баз Scopus, IEEE Xplore).

25. *Mishchenko O.S.* Moral Cyber-Social Computing for State and University [Text] / Abdullayev V. H., O.S. *Mishchenko*, Hahanov V.I. // 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).

26. Хаханов В.И. Алгебра для анализа векторно-логического пространства с помощью мультипроцессорного компьютера [Текст] / В.И. Хаханов, С.В. Чумаченко, Тієскура Yves, А.С. Мищенко // Материалы конференции "Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительно-го интеллекта". – Украина, Евпатория. – 2010. – С. 414-418.

27. Хаханов В.И. Н-метод минимизации булевых функций [Текст] / В.И. Хаханов, С.В. Чумаченко, Е.И. Литвинова, А.С. Мищенко // Друга міжнародна науково-практична конференція "Сучасні інформаційні технології та транспорті MINTT-2010". – Україна, Херсон. – 2010. – С. 251-255.

28. Чумаченко С.В. Векторно-матричная алгебра логики для параллельных вычислительных процессов [Текст] / С.В. Чумаченко, А.С. Мищенко, С.С. Галаган // Сборник трудов VI международной конференции "Стратегия качества в промышленности и образовании". – Варна, Болгария. – 4-11 июня 2010 г. – С. 662-665.

29. *Мищенко А.С.* Использование облачных вычислений для решения проблем распределения нагрузки в социальных сетях [Текст] / А.С. *Мищенко*, Хаханова Ю.В. // Материалы XV молодежного форума «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке». – Украина, Харьков: ХНУРЭ. – 2011. – С. 120-121.

30. *Мищенко А.С.* Стандартизация CyberSpace [Текст] / А.С. *Мищенко* // Материалы XV молодежного форума «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке». – Украина, Харьков: ХНУРЭ. – 2011. – С. 122-123.

31. Хаханов В.И. Эволюционная модель киберпространства [Текст] / В.И. Хаханов, С.В. Чумаченко, А.С. *Мищенко*, Ив Тиекура // VI Международная научно-практическая конференция "Наука и социальные проблемы общества: информатизация и информационные технологии". – Украина, Харьков. – 2011. – С. 383-384.

32. *Мищенко А.С.* Комплексная система защиты индивидуального киберпространства [Текст] / А.С. *Мищенко*, А.В. Зацарный, Е.В. Гончаров // Материалы XVI молодежного форума «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке». – Украина, Харьков: ХНУРЭ. – Ч.5 – 2012. – С. 62-63.

33. Хаханов В.И. Модель дедуктивно-параллельного синхронного анализа уязвимостей [Текст] / В.И. Хаханов, А.С. Мищенко // Материалы научно-технической конференции “Фізика, електроніка, електротехніка: матеріали та програма науково-технічної конференції”. – Україна, Суми. – 22-27 квітня 2013 р. – С. 185.

34. Чумаченко С.В. Критерий качества оценивания бинарных отношений [Текст] / Чумаченко С.В., А.С. Мищенко // Материалы конференции "Информатика, математика, автоматика". – Україна, Суми. – 22-27 квітня 2013 р. – С. 68.

35. Мищенко А.С. Инфраструктура диагностирования спама в индивидуальном кибернетическом пространстве [Текст] / А.С. Мищенко, Ю.А. Хаханова // 3-я Международная студенческая конференция и конкурс научных работ по вопросам информационной безопасности «CyberSecurity for the Next Generation». – 2011. – “Kaspersky Office”, Москва, РФ. – С. 21-22.

36. Мищенко А. Модель логического вычислителя на основе ассоциативных таблиц [Текст] / А. Мищенко // Материалы 14-го международного молодежного форума «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке». – Украина, Харьков. – 18 – 20 марта 2010. – Ч. 2. – С. 36.

*Публікації, які додатково відображають наукові результати дисертації:*

37. Mercaldi M. Internet of Things: A Practical Implementation based on a Wireless Sensor Network Approach [Text] / M. Mercaldi, Andrea D’Oria, D. Murru, Hai-Ning Liang, Ka Lok Man, Eng Gee Lim, V. Hahanov, O. Mishchenko // Proc. of the East-West Design & Test Symposium (EWDTS 2012). – Ukraine, Kharkiv. – P.486-489. (Входить до міжнародних наукометричних баз Scopus, IEEE Xplore).

38. Мищенко А.С. Модификация алгоритма Дейкстры для определения средней стоимости межсоединений вычислительной архитектуры [Текст] / А.С. Мищенко, И.И. Чугуров // Материалы XVII молодежного форума «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке». – Украина, Харьков: ХНУРЭ. – 2013. – С. 19-20.

39. Lim Eng Gee. Design and Optimization of a Planar UWB Antenna [Text] / Lim Eng Gee, Wang Zhao, Juans Gerry, Man Ka Lok, Zhang Nan, V. Hahanov, E. Litvinova, S. Chumachenko, O. Mishchenko, S. Dementiev // Proc. of the East-West Design & Test Symposium (EWDTS 2013). – Russia, Rostov-on-Don. – 2013. – P.67-71. (Входить до міжнародних наукометричних баз Scopus, IEEE Xplore).

40. Мищенко А.С. Адаптация параметров нечеткого регулятора на основе искусственных иммунных систем [Текст] / А. Мищенко // Материалы 13-го международного молодежного форума «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке». – Украина, Харьков: ХНУРЭ. – 30 марта – 1 апреля 2009. – Ч. 2. – С. 18.

41. Мищенко А. Метод диагностирования дефектов на основе ассоциативных таблиц [Текст] / А. Мищенко, А. Бражников // Материалы 14-го международного молодежного форума «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке». – Украина, Харьков: ХНУРЭ. – 18 – 20 марта 2010. – Ч. 2. – С. 10.



## АНОТАЦІЯ

Мищенко О.С. Моделі і методи кіберфізичного комп'ютингу для цифрового моніторингу та хмарного управління університетом. – 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 – 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 та хмарного кіберуправління структурними компонентами університету.

Основні результати: 1) Вперше запропонована комп'ютингова структура 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 кіберсоціального 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 одержаних результатів досліджень полягає у розробці та тестуванні хмарних сервісів кіберфізичного комп'ютингу для метричного оцінювання студентів, співробітників структурного підрозділу з метою їх подальшого адекватного морального і матеріального стимулювання.

Ключові слова: кіберфізична система, кіберфізичний комп'ютинг, кіберсоціальний комп'ютинг, хмарно-керований комп'ютинг, розумний кіберуніверситет, цифровий моніторинг, хмарно-мобільне управління, оцифровані відносини, метрика простору, метрика компетенцій, цифровий світ, інтелектуальна цифрова держава, технології Гайп-циклу, що виникають, емоційно-логічний комп'ютинг.

## АННОТАЦИЯ

Мищенко А. С. Модели и методы киберфизического компьютеринга для цифрового мониторинга и облачного управления университетом. – 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 – существенное повышение качества научно-образовательных процессов, уменьшение накладных временных и материальных затрат вуза за счет разработки и внедрения киберфизического социального online компьютеринга, умных сервисов цифрового мониторинга и облачного киберуправления структурными компонентами университета.

Задачи исследования: 1) Разработать структуры киберфизической системы цифрового мониторинга и облачного управления научно-образовательными процессами университета. 2) Создать метрику оценивания социальной активности студента и сотрудника для адекватного морального и материального стимулирования членов коллектива университета. 3) Разработать эмоционально-логические примитивы киберсоциального компьютеринга для принятия решений человеком, социальной группой и властными структурами. 4) Создать компьютеринговые структуры киберфизических сервисов для цифрового мониторинга и облачного управления социальными группами. 5) Разработать и протестировать облачные сервисы киберфизического компьютеринга для метрического оценивания студента, сотрудника, социальной группы и их последующего морального и материального стимулирования.

Объект исследования – киберкультура, технологии и сервисы киберфизического цифрового online мониторинга и облачного метрического управления социальными группами и структурными компонентами университета.

Предмет исследования – киберфизические и киберсоциальные модели научно-образовательных процессов и явлений для цифрового мониторинга и облачного метрического управления социальными группами, структурными компонентами университета.

Научно-практическая задача – создание масштабируемой структуры киберфизического online компьютеринга для цифрового мониторинга творческой деятельности кафедр и облачного управления материальными и кадровыми ресурсами университета в целях устранения коррупции и обеспечения высокого качества жизни сотрудников.

Сущность исследования – масштабируемая компьютеринговая структура киберфизического online взаимодействия средств цифрового мониторинга творческой деятельности кафедр и облачных сервисов управления матери-

альными и кадровыми ресурсами университета в целях устранения коррупции и обеспечения высокого качества жизни сотрудников.

Научная новизна результатов исследований:

1) Впервые предложена компьютеризованная структура киберфизической системы, которая характеризуется цифровым метрическим мониторингом и облачным online управлением, что дает возможность повысить качество научно-образовательного процесса и уменьшить накладные расходы университета.

2) Усовершенствована метрика оценивания социальной активности студентов и сотрудников, которая отличается от аналогов учетом предыстории и реальных текущих достижений, что дает возможность осуществлять адекватное моральное и материальное стимулирование членов коллектива университета.

3) Впервые предложены эмоционально-логические примитивы и схемы киберсоциального компьютеризованного, которые характеризуются созданием функционального базиса для синтеза цифровых структур принятия решений человеком, руководителем, что дает возможность моделировать последствия от управляющих воздействий.

4) Впервые предложены компьютеризованные структуры киберфизических сервисов, которые характеризуются интерактивным online взаимодействием между подсистемами цифрового мониторинга и облачного управления социальными группами, что дает возможность уменьшить непроизводительные временные затраты университета.

Практическая значимость результатов исследований заключается в разработке и тестировании облачных сервисов киберфизического компьютеризованного для метрического оценивания студентов, сотрудников структурного подразделения в целях их последующего адекватного морального и материального стимулирования.

Полученные в процессе выполнения исследований научные выводы и практические результаты являются достоверными, что подтверждается состоятельным числом проведенных экспериментов, тестированием и моделированием реальных фрагментов научно-образовательных процессов. Практическая значимость научных исследований подтверждается интеграцией существующих баз данных с облачными сервисами метрического оценивания активности сотрудников и студентов. Результаты диссертации в составе моделей, методов и инфраструктуры внедрены в учебный процесс Харьковского национального университета радиозлектроники (акт о внедрении от 27.02.2018); в научно-производственную деятельность ТОВ «Перший інститут надійного програмного забезпечення» (довідка від 27.02.2018).

Результаты диссертационной работы отражены в 41 печатных трудах, среди которых 1 зарубежная монография издательства Springer (входит в

наукометрическую базу Scopus); 15 статей (из них 14 – в международных научно-метрических базах); 3 – в международных научных журналах за рубежом, 12 – в научных журналах, включенных в «Перечень научных специализированных изданий Украины»; а также 25 материалов международных научных конференций (из них 11 входят в научно-метрическую базу Scopus). Соискатель имеет 11 публикаций в наукометрической базе Scopus и индекс Хирша  $h=2$ .

*Ключевые слова:* киберфизическая система, киберфизический компьютеринг, киберсоциальный компьютеринг, облачно-управляемый компьютеринг, умный киберуниверситет, цифровой мониторинг, облачно-мобильное управление, оцифрованные отношения, метрика пространства, метрика компетенций, цифровой мир, интеллектуальное цифровое государство, возникающие технологии Хайп-цикла, эмоционально-логический компьютеринг.

## ABSTRACT

Mishchenko Oleksandr Serhiyvych. Models and methods of cyber-physics computing for digital monitoring and cloud management of university. – Qualification scientific work as a manuscript.

Thesis for the degree of candidate of technical sciences (PhD) in specialty 05.13.05 "Computer systems and components". – Kharkov National University of Radioelectronics, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkov, 2018.

The purpose of the research – a significant quality improvement of scientific and educational processes, reduction of time and material costs of university through development and implementation of cyber-physics social computing, intelligent digital monitoring services and cloud management of the structural university components.

The research tasks: 1) To develop the structure of cyber physical system of digital monitoring and cloud management of scientific and educational processes of university. 2) Create a metric for assessing the social activity of a student and an employee for adequate moral and material incentives for university staff. 3) Develop emotional and logical primitives of cyber social computing for decision-making by an individual, a social group and power structures. 4) Create computer-based structures of cyber-physical services for digital monitoring and cloud management of social groups. 5) Develop and test cloud computing services for metric evaluation of a student, an employee, a social group and their subsequent moral and material incentives.

The object of the research is cyber culture, technologies and services of cyber physical digital monitoring and cloud metric management of social groups and structural components of university.

The subject of the research is cyber physical and cybersocial models of scien-

tific and educational processes and phenomena for digital monitoring and cloud metric management of social groups, structural components of university.

The scientific and practical task is to create a scalable structure of cyber physical online computing for digital monitoring of the creative activity of the departments and cloud management of university's material and human resources in order to eliminate corruption and ensure high quality of life for employees.

The essence of the research is a scalable computing structure of cyber-physical online interaction of digital monitoring tools for creative activity of the departments and cloud services for managing material and human resources of university in order to eliminate corruption and ensure a high quality of life for employees.

Scientific novelty of research results:

1) The computer structure of the cyber physical system is proposed for the first time, which is characterized by digital metric monitoring and cloud-based online management, which makes it possible to improve quality of the scientific and educational process and reduce the overhead costs of university.

2) The metrics for assessing the social activity of students and employees have been improved, which differs from analogues by taking into account prehistory and actual current achievements, which makes it possible to provide adequate moral and material incentives for members of university staff.

3) For the first time emotional and logical primitives and schemes of cyber social computing are proposed for the first time, which are characterized by creation of functional basis for the synthesis of digital decision-making structures by an individual, a manager, which makes it possible to model the consequences of control actions.

4) Computer structures of cyber physical services are offered for the first time, which are characterized by online interaction between the subsystems of digital monitoring and cloud management of social groups, which makes it possible to reduce unproductive time costs of university.

The practical significance of the research results lies in the development and testing of cloud services for cyber physical computing for metric evaluation, for students and employees of the structural unit with a view to their subsequent adequate moral and material incentives.

The scientific conclusions and practical results obtained during the research process are reliable, which is confirmed by a good number of conducted experiments, testing and modeling of real fragments of scientific education processes. The practical importance of scientific research is confirmed by the integration of existing databases with cloud services of metric estimation of the activity of employees and students. The results of the dissertation as a part of models, methods and infrastructure are introduced into the educational process of Kharkov National University of Radioelectronics (February 27, 2018); in the scientific and industrial activities of the company "The First Institution of the Higher Software Program" (February 27, 2018).

The results of the dissertation work are reflected in 41 printed works, among which is 1 foreign monograph of the publishing house Springer (part of Scopus science-base); 15 articles (14 articles in the international scientific and metric database); 3 articles in international scientific journals abroad, 12 – in scientific journals included in the "Perelik Naukovykh Fakhovikh Vidany of Ukraine"; as well as 25 materials of international scientific conferences (11 of them are included in Scopus scientific and metric database). The applicant has 11 publications in the science-based Scopus database and the Hirsch index  $h = 2$ .

*Key words:* Cyber Physical System, cyber-physical computing, cyber social computing, cloud-driven computing, Smart Cyber University, Digital Monitoring, Cloud-Mobile Management, Digitized Legislations, metric of spaces, Competence Metric, digital world, smart digital state, hype cycle emerging technologies, emotional-logical computing.