

Голові спеціалізованої вченої ради
Д 26.861.05

03110, м. Київ, вул. Солом'янська, 7

ВІДГУК

офіційного опонента

декана факультету інформатики та обчислювальної техніки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», доктора технічних наук, професора Корнаги Ярослава Ігоровича на дисертаційну роботу Ананченка Олексія Євгеновича «Методи та технології забезпечення функціональної стійкості адаптивних корпоративних освітніх інформаційних систем», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

Актуальність теми дисертаційної роботи та зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

У сучасному світі корпоративні освітні інформаційні системи (КОІС) стають ключовими інструментами для забезпечення безперервного навчання, підвищення кваліфікації працівників і адаптації навчального процесу під індивідуальні потреби користувачів.

Основними викликами, які стоять перед КОІС, є зростання обсягу навчального контенту, потреба в обробці великих обсягів даних, а також забезпечення стійкості до зовнішніх і внутрішніх впливів, таких як зміни вимог користувачів, поява нових технологій або кібератаки. Тому розробка методів, які гарантують стабільну роботу системи навіть в умовах нестабільного середовища та різноманітних викликів, стає критично важливою.

Адаптивність таких систем дозволяє ефективно змінювати освітні траєкторії та забезпечувати персоналізований підхід до навчання. Водночас забезпечення їхньої функціональної стійкості є обов'язковою умовою для досягнення високого рівня надійності та якості освітніх послуг. У цьому контексті виникає потреба у впровадженні новітніх методів та технологій, які спрямовані на підвищення функціональної стійкості КОІС, таких як методи машинного навчання, аналіз великих даних та кібербезпека.

Таким чином, тема дисертаційного дослідження, яка пов'язана з вирішенням наукового завдання щодо розробки методів та технологій

Вхідний ДУКТ № 941
24. 10 2024р.

забезпечення функціональної стійкості адаптивних корпоративних освітніх інформаційних систем, є актуальною.

Дисертаційна робота виконана відповідно до планів наукової і науково-технічної діяльності Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій і є частиною досліджень в рамках науково-дослідних робіт: «Підвищення ефективності процесу управління 3D принтером з використанням методів машинного навчання» (Державний реєстраційний номер 0124U001849, ДУІКТ, м. Київ), «Розробка моделі оптимізації транспортної мережі за допомогою нейромережевого аналізу» (Державний реєстраційний номер 0124U001868, ДУІКТ, м. Київ), які виконувалися в Державному університеті інформаційно-комунікаційних технологій у 2022-2024 р.

Ступінь новизни, обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі.

Наукова новизна отриманих результатів обумовлена теоретичним узагальненням і новим рішенням важливого наукового завдання, сутність якого полягає в розробці методів та технологій забезпечення функціональної стійкості адаптивних корпоративних освітніх інформаційних систем.

У дисертаційній роботі Ананченко Олексій Євгенович отримав такі основні науково обґрунтовані результати:

1. Набув подальшого розвитку метод метричного проксимального градієнта, який відрізняється від існуючих використанням моделі попарно-експоненціального марківського випадкового поля та методу вибору діагонального кроку, що дозволяє забезпечити швидшу збіжність та підвищити точність алгоритму машинного навчання. Це дозволяє покращувати процес навчання студентів за рахунок автоматичного визначення індивідуальної освітньої траєкторії та вчасно реагувати на будь-які зміни в адаптивних корпоративних освітніх інформаційних системах.

2. Розроблено методику оцінки рівня інформаційної безпеки освітньої інформаційної системи, наукова новизна якої визначається використанням адаптивних систем алгоритмів машинного навчання та динамічного оновлення моделей безпеки, що дозволяє підвищити ефективність автоматичного виявлення аномалій та оцінювати ризики в реальному часі.

3. Удосконалено інформаційну технологію забезпечення функціональної стійкості освітньої інформаційної системи з використанням технології блокчейн, яка відрізняється від існуючих впровадженням адаптивних інформаційних технологій для моніторингу та оптимізації процесів у реальному часі, що дозволяє підвищити ефективність навчальних процесів та забезпечити безперервне вдосконалення освітньої платформи.

Основні результати досліджень автора достатньою мірою обґрунтовані. Їх наукова достовірність не викликає сумнівів, оскільки вони отримані в результаті синтезу теоретичних та експериментальних досліджень. В основу досліджень покладено сучасні досягнення багатьох розділів математики, штучного інтелекту, кібербезпеки.

Дисертаційна робота Ананченка Олексія Євгеновича є оригінальною науковою працею, яка виконана на належному теоретичному і прикладному рівні. Вона має послідовну та виважену структуру і за своєю будовою є комплексним та завершеним науковим дослідженням. Зміст роботи та багатогранність вирішення висвітленої наукової проблеми свідчать про різносторонню і, водночас, комплексну наукову компетентність її автора.

Вищевикладене свідчить про обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які викладено у дисертаційній роботі Ананченка Олексія Євгеновича.

Практичне значення наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Практичне значення удосконаленого методу метричного проксимального градієнта полягає в підвищенні точності та швидкості алгоритмів машинного навчання, що дозволяє автоматизувати процес визначення індивідуальних освітніх траєкторій студентів. Це забезпечує адаптивне навчання та вчасне реагування на зміни в навчальному процесі, що підвищує ефективність освітньої системи в цілому.

Методика оцінки рівня інформаційної безпеки надає інструменти для комплексного аналізу економічних показників, ризиків та динамічних аспектів безпеки, що сприяє прийняттю більш обґрунтованих управлінських рішень та ефективному використанню ресурсів для забезпечення надійної захищеності освітньої інформаційної системи.

Удосконалена технологія забезпечення функціональної стійкості освітніх інформаційних систем завдяки використанню адаптивних інформаційних технологій і алгоритмів машинного навчання дозволяє автоматично оптимізувати процеси, покращувати управління інформаційними потоками та своєчасно реагувати на зміни, забезпечуючи стабільну роботу освітніх платформ навіть у динамічних умовах.

Таким чином, в порівнянні з існуючими підходами, запропонована в роботі методика та розроблена на основі неї інформаційна технологія дозволяє автоматизувати процес управління, істотно підвищити точність і забезпечити стабільну роботу освітньої платформи в будь-якій ситуації.

Результати досліджень прийняті до впровадження ТОВ «УКР-ОН» (акт впровадження від 07.06.2024), ТОВ «АДЕЛІНА АУТСОРСИНГ» (довідка

про впровадження №1-19 від 23.09.2024 р.), Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій (акт впровадження від 13.09.2024), Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України (акт впровадження від 20.08.2024), Київський столичний університет імені Бориса Грінченка (акт впровадження від 5.08.2024).

Повнота викладення наукових і прикладних результатів дисертації в опублікованих роботах.

Результати досліджень опубліковані в 13 наукових працях, з яких 7 статей надруковані в наукових фахових виданнях. За матеріалами виступів на науково-технічних конференціях опубліковано 6 тез доповідей. Авторський внесок у роботах, написаних у співавторстві здобувачем, розкрито у списку опублікованих праць за темою дисертації.

Відповідність дисертаційної роботи спеціальності.

Стиль дисертації відповідає вимогам, що висуваються до наукових праць такого рівня, а також відзначається логічністю, структурованістю та обґрунтованістю. Структура дисертації цілком узгоджується з її темою, метою і задачами дослідження. Зміст та результати роботи відповідають спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології, зокрема пунктам:

- розроблення моделей і методів автоматизації виконання функцій і завдань виробничого й організаційного управління у звичайних і багаторівневих структурах на основі створення та використання нових інформаційних технологій;

- розроблення та дослідження моделей і методів оцінювання якості та підвищення надійності, функціональної безпеки та живучості інформаційних та інформаційно-управляючих систем, а також інформаційних технологій для створення гарантоздатних автоматизованих систем переробки інформації й управління критичного застосування.

Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації.

Зміст автореферату повністю відповідає змісту дисертації і достатньо повно відображає її основні положення.

Рекомендації щодо використання результатів дисертації.

Впровадження отриманих у дисертаційній роботі нових методів та технологій забезпечення функціональної стійкості адаптивних корпоративних освітніх інформаційних систем дозволить підвищити стабільність і надійність роботи таких систем у мінливих умовах. Це сприятиме зменшенню ризику збоїв та підвищенню безперервності навчального процесу за рахунок автоматизації управління та адаптації до змін зовнішнього середовища.

Результати роботи можуть бути реалізовані при розробці адаптивних освітніх платформ та систем дистанційного навчання для забезпечення їх ефективної роботи та стійкості до змін.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності й оформлення.

Побудова дисертації відповідає прийнятим для наукового дослідження нормам. Обсяг дисертаційної роботи відповідає нормам, встановленим для кандидатських дисертацій з технічних наук. Усі положення, винесені на захист, висвітлені в тексті дисертації. Зміст дисертаційної роботи відповідає її назві.

Дисертація написана грамотною науковою мовою та оформлена відповідно до існуючих нормативних документів, текст і графічний матеріал виконані акуратно з використанням комп'ютерної техніки.

У **вступі** зазначено актуальність теми дисертації, сформульовано мету і задачі досліджень, заявлено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, представлено зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами, особистий внесок здобувача, перелік публікацій і апробації результатів.

У **першому розділі** «Теоретико-практичні основи функціональної стійкості адаптивних корпоративних освітніх інформаційних систем» розглядаються концептуальні підходи до забезпечення надійної роботи освітніх інформаційних систем в умовах змінних зовнішніх і внутрішніх факторів. Особлива увага приділяється визначенню поняття функціональної стійкості, яке охоплює здатність систем зберігати працездатність та виконувати свої завдання навіть у разі змін середовища. Розділ досліджує важливість цієї теми, що пов'язана з необхідністю підвищення рівня надійності та безпеки освітніх інформаційних ресурсів для забезпечення ефективного навчального процесу.

Також у розділі розглядаються сучасні методи забезпечення стійкості, зокрема управління ризиками, резервування даних та захист від кібератак. Значну увагу приділено адаптивним підходам, які дозволяють системам реагувати на зміни середовища та внутрішні збої, що знижує ймовірність простоїв та підвищує загальну стійкість. Розглядаються методи оцінки функціональної стійкості, що включають моделі ризиків, прогнозування збоїв та інтеграцію заходів інформаційної безпеки у загальну архітектуру системи. Ці аспекти є ключовими для розробки більш стійких та адаптивних освітніх інформаційних систем, які можуть ефективно реагувати на постійні зміни технологічного середовища та вимог.

Другий розділ дисертації «Розробка моделей та методів машинного навчання для удосконалення адаптивних корпоративних освітніх інформаційних систем» присвячено вдосконаленню підходів, які дозволяють покращити ефективність та безпеку адаптивних освітніх систем у корпоративному середовищі. Основний акцент зроблено на використанні

машинного навчання для створення персоналізованих навчальних траєкторій, автоматизованого аналізу потреб та результатів студентів, а також прогнозування та запобігання потенційним проблемам. Це забезпечує адаптивність системи до змінних умов та покращує загальну продуктивність і безпеку організації.

Розділ також розглядає використання попарно-експоненціального марківського випадкового поля для моделювання складних взаємодій у системах та алгоритмів проксимального градієнта з діагональною метрикою. Такий підхід дозволяє ефективніше враховувати індивідуальні особливості студентів і швидко адаптувати рекомендації щодо їхнього навчання. Використання методу Барзілая-Борвейна для вибору діагонального кроку сприяє швидкій збіжності алгоритмів і більш точному моделюванню освітніх траєкторій. Запропоновані методики забезпечують надійність і точність роботи освітніх інформаційних систем, що є важливим для ефективного навчання та безпеки даних у сучасних освітніх установах.

У **третьому розділі** «Удосконалення методів та технологій забезпечення кіберзахисту в освітній галузі» детально розглядаються особливості оцінки загроз інформаційній безпеці вищих навчальних закладів (ВНЗ). Акцент робиться на необхідності комплексного підходу до вирішення питань інформаційної безпеки, що передбачає оцінку різноманітних факторів та індикаторів з метою інтегрального аналізу їх впливу на фінансово-економічний стан вузу. В освітній сфері відсутня єдина методика для комплексної оцінки інформаційної безпеки, що вимагає врахування специфіки науково-педагогічної діяльності закладів та організаційно-технічних умов їх роботи. Особливу увагу приділено своєчасному виявленню та нейтралізації техніко-технологічних, інформаційних та економічних загроз, що забезпечує стабільне функціонування освітніх систем.

У розробленій моделі оцінки рівня інформаційної безпеки для ВНЗ використано сучасні алгоритми машинного навчання, що дозволяють проводити аналіз даних із різних джерел, таких як логи систем, системи моніторингу та дані про зовнішні загрози. На етапі обробки дані очищуються від дублікатів та перевіряються на актуальність, що забезпечує високу точність аналізу. Подальший аналіз включає виявлення аномалій за допомогою класифікації та кластеризації, а оцінка ризиків враховує ймовірність виникнення загроз та їх можливий вплив. Запропонована модель відзначається адаптивністю, що дозволяє системі в режимі реального часу адаптуватися до нових загроз та автоматично активувати заходи безпеки при перевищенні порогових значень ризиків. Завдяки цьому досягається підвищення ефективності кіберзахисту та зменшення кількості помилкових спрацювань.

Четвертий розділ дисертації «Розробка адаптивної корпоративної освітньої інформаційної системи з використанням методів машинного навчання» зосереджений на методиці забезпечення функціональної стійкості такої системи. Запропонована математична модель включає ключові компоненти, такі як функціональність, безпека, рівень ризиків та адаптивність навчальних траєкторій. Цільова функція моделі спрямована на максимізацію ефективності навчального процесу, мінімізуючи при цьому ризики та забезпечуючи безпеку. Розроблена модель дозволяє системі адаптуватися до потреб користувачів, зокрема шляхом індивідуалізації освітніх траєкторій і збереження стабільної роботи в умовах змін та загроз.

На основі математичної моделі була створена інформаційна технологія, що забезпечує моніторинг і адаптацію освітнього процесу в реальному часі. Це досягається через використання алгоритмів машинного навчання для аналізу поведінки користувачів та прогнозування змін. Технологія автоматично коригує навчальні траєкторії студентів та оптимізує інформаційні потоки за допомогою лінійного програмування. Крім того, застосовується аналіз ризиків та системна динаміка для довгострокових прогнозів. Інтелектуальні функції, такі як індивідуальні рекомендації для студентів, забезпечують більш ефективний навчальний процес. Технічне забезпечення включає використання Docker-контейнерів та посиленних мережевих заходів для підвищення безпеки і швидкої реакції на загрози.

Зуваження до дисертаційної роботи та автореферату.

1. В процесі обґрунтування постановки наукового завдання щодо розробки методів та технологій забезпечення функціональної стійкості адаптивних корпоративних освітніх інформаційних систем автору необхідно було більш чітко описати протиріччя, які виникають між необхідністю сталого функціонування адаптивної корпоративної освітньої системи та можливостями існуючих методів та моделей забезпечити обробку запитів, виявлення загроз та побудову індивідуальної освітньої траєкторії.

2. В дисертаційній роботі запропонований метод, методику та технологію детально описано алгоритмами та блок-схемами алгоритмів, проте доцільно виділити та детально подати саме ті модулі, для яких було проведено певну модифікацію з точки зору запропонованих в дисертації моделей та метода.

3. В авторефераті доцільно було б навести порівняльні характеристики адаптивних корпоративних освітніх інформаційних систем, що дозволило б наочно продемонструвати переваги запропонованих методів та технологій, підкреслити їх ефективність у забезпеченні функціональної стійкості, а також оцінити рівень адаптивності, безпеки та продуктивності в порівнянні з аналогами.

4. У четвертому розділі наведено розроблену на основі запропонованих в роботі наукових результатів інформаційну систему та наведено графічне представлення порівняння інформаційних систем, проте значну частину графічного матеріалу недостатньо прокоментовано.

Відповідність дисертації встановленим вимогам і загальні висновки.

Вищевказані недоліки та зауваження не зменшують важливості результатів, що були досягнуті у дисертаційній роботі Ананченка Олексія Євгеновича «Методи та технології забезпечення функціональної стійкості адаптивних корпоративних освітніх інформаційних систем».

Дисертаційна робота є цілісним, структурованим і завершеним науковим дослідженням, в якому отримані нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують конкретне наукове завдання розробки методів та технологій забезпечення функціональної стійкості адаптивних корпоративних освітніх інформаційних систем, що дозволяє підвищити ефективність навчального процесу, забезпечити безперервність роботи системи в умовах змінних зовнішніх факторів та загроз, а також адаптувати освітні траєкторії до індивідуальних потреб користувачів, створюючи стійку та безпечну платформу для навчання.

Розглянута дисертаційна робота відповідає вимогам, що ставляться до кандидатських дисертацій згідно пп. 9, 11, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 (із змінами від 27.07.2016), а її автор, Ананченко Олексій Євгенович, заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент
декан факультету інформатики та
обчислювальної техніки
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»,
доктор технічних наук, професор
“ 23 ” жовтня 2024 р.

Ярослав КОРНАГА

Підпис Корнаги Я.І. засвідчено.
Вчений секретар КПІ ім. Ігоря Сікорського



Валерія ХОЛЯВКО