

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Козлова Олексія Сергійовича

на тему **«Моделі та методи інтеграції інформаційно-комунікаційних систем
на базі інформаційної платформи»,**

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 12 – Інформаційні технології

за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки

Актуальність теми дисертації.

Для забезпечення збору різноманітних даних, що швидко змінюються, мобільності, підвищення рівня живучості та витривалості, здатності до оперативного розгортання та негайного застосування сил і засобів в умовах бойових дій побудова інформаційно-комунікаційних систем (ІКС) тактичної ланки є важливою науково-практичною задачею.

Актуальність теми дисертаційного дослідження зумовлена розвитком сучасних підходів до створення інформаційних платформ з використанням принципово нових технологічних рішень, що дозволяє забезпечити надійність обладнання, резервування елементів основного обладнання та використанням сучасної елементної бази при забезпеченні відмовостійкості, яка стосується захисту не тільки структурних елементів систем, але й рівня якості обслуговування.

ІКС тактичної ланки забезпечують єдиний цикл процесу управління шляхом отримання та збору інформації, її аналізу й зберігання та можливостей оцінки та прогнозування ситуацій на основі прийнятих рішень. ІКС дозволить в автоматизованій системі управління забезпечити: збір, аналіз, зберігання та обмін інформації; оцінку й прогнозування обстановки та прийнятих рішень; планування бойових дій; постановку та доведення завдань; організацію управління, взаємодії та всебічного забезпечення; здійснення контролю виконання завдань

Також актуальність дослідження полягає в забезпеченні автоматизації управлінських процесів ІКС спеціального призначення шляхом інтеграції ІКС

на базі інформаційної платформи і дозволяє вирішити науково-прикладну задачу інтеграції ІКС на базі інформаційної платформи, що забезпечує автоматизацію управлінських процесів ІКС систем спеціального призначення C4ISR.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

У дисертаційній роботі отримано результати, що характеризуються науковою новизною та розвивають сучасні підходи до побудови єдиної інформаційної платформи, що забезпечує побудову сучасної інфраструктури на основі конвергенції ІКС для розв'язання задач підвищення ефективності функціонування систем спеціального призначення, що надає можливість забезпечити якісний і повсюдний доступ клієнтів до ІТ-сервісів та служб.

В процесі дисертаційного дослідження вперше розроблено:

1) математичну модель інтеграції ІКС спеціального призначення, що складається із чотирьох рівнів: управлінських процесів; сервісів; інформаційного й інтеграційного та базується на п'яти основних принципах, а саме: загальна інформаційна модель; загальна комунікаційна модель; визначені інтерфейси; незалежність управлінських процесів від сервісів; розподілена система з адаптивними інтерфейсами між її елементами;

2) метод інтеграції мереж з гетерогенними властивостями, що забезпечує надання послуг спеціальному користувачу на п'яти рівнях надання послуг. Метод базується на запропонованій моделі системи польового зв'язку тактичної ланки і дозволяє реалізувати принцип самокерованості та адаптованості мереж та забезпечує отримання телекомунікаційних послуг з гарантованою якістю QoS;

3) наступні моделі: інформаційної платформи ІКС спеціального призначення; системи польового зв'язку тактичної ланки, побудованої за принципом гетерогенних клієнтів; побудови автоматизованої системи управління для тактичної ланки; стеку технологій, що враховує використання самокерованих адаптованих мереж.

Набула подальшого розвитку модель інформаційної платформи ІКС спеціального призначення рівня C4ISR, що забезпечує створення інформаційно-управляючого простору для комплексної системи, яка об'єднує різні технології

для забезпечення ефективного командування, управління, зв'язку, комп'ютеризації, розвідки, спостереження та рекогносрування.

Удосконалено метод оптимізації послідовних процесів між сервісами різних ІКС декомпозиційної природи, що відрізняється від інших введенням оригінальної цільової функції, яка змінюється в залежності від сценарію управлінських процесів та дозволяє поєднувати ІКС в єдиний обчислювальний процес знаходження оптимального рішення для розподіленої системи з нежорсткими зв'язками між її компонентами.

Дисертаційна робота виконувалась згідно з планом наукових досліджень відділу комплексних досліджень Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України та Інституту прикладних систем управління Національної академії наук України.

Усі теоретичні розробки дисертації автором доведені до конкретних технологій, конструкторської документації, інженерних методик й методологій та впроваджені на підприємстві ТОВ «Телекарт-прилад» і підтверджені актом впровадження на цьому підприємстві.

Розроблені в дисертаційній роботі моделі впроваджені в навчальний процес кафедри Інформаційних систем та технологій Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій та використовуються в навчальній дисципліні «Моделювання інформаційних систем», що викладається для студентів освітнього рівня «Бакалавр» на четвертому рівні навчання.

Отримані здобувачем наукові результати є обґрунтованими й достовірними та забезпечуються коректним застосуванням методів динамічного програмування, теорії побудови інформаційних систем, теорії складних багаторівневих ієрархічних систем, теорії графів, основи теорії математичного моделювання, автоматизованого проектування інформаційних систем і технології сховищ даних.

Дисертаційна робота Козлова О.С. є завершеним науковим дослідженням і відповідає меті та визначенням у роботі задачам дослідження. Здобувач Козлов О.С. опанував методологію наукової діяльності.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання підвищення ефективності функціонування ІКС спеціального призначення за рахунок надання їм властивості інформаційної платформи, забезпечуючи створення інформаційно-управляючого простору для комплексної системи, що об'єднує

різні технології для ефективного командування, управління, зв'язку, комп'ютеризації, розвідки, спостереження та рекогносрування (C4ISR).

Наукова новизна й практичне значення результатів спрямовані на створення технологій підвищення ефективності функціонування ІКС спеціального призначення за рахунок надання їм властивості інформаційної платформи.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Козлова О.С. повністю відповідає стандарту вищої освіти зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям інтеграції інформаційно-комунікаційних систем. При підготовці дисертаційної роботи здобувач дотримався принципів академічної доброчесності

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Козлова О.С. є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело..

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 200 сторінок.

У **вступі** обґрунтована актуальність дослідження, сформульовано наукову новизну й практичне значення результатів, що спрямовані на створення інформаційної технології для підвищення ефективності функціонування ІКС спеціального призначення за рахунок надання їм властивості інформаційної платформи. Запропонована в роботі інформаційна платформа буде забезпечувати автоматизацію управлінських процесів ІКС спеціального призначення.

У **першому розділі** проведено аналіз існуючих моделей та засобів побудови комунікаційних систем тактичної ланки, детально проаналізовані

приклади реалізації системи зв'язку тактичної ланки управління військами в США та в Республіці Польща, а також проаналізовано досвід ТОВ «Телекарт прилад» щодо забезпечення зв'язком підрозділів тактичної ланки ЗСУ з урахуванням можливості виконувати функцію гетерогенного клієнта і розроблені схеми систем зв'язку для усіх підрозділів тактичної ланки.

У **другому розділі** роботи розв'язана задача невизначеності, що пов'язана із впливом завад різноманітного походження, а також можливим втручанням зловмисників з метою несанкціонованого перехоплення інформації в умовах динамічно змінюваних завад (як ненавмисних, так і навмисних). Для систем передачі інформації спеціального призначення, що функціонують в умовах впливу навмисних завад, для підвищення достовірності передачі інформації застосовуються методи розширення спектра сигналу, частотне рознесення символів (системи MIMO), ортогональне та неортогональне частотне мультиплексування (OFDM, N-OFDM).

Визначено, що для розвитку систем зв'язку та автоматизації ЗСУ необхідний поступовий перехід до цифрової передачі й обробки усіх видів повідомлень і ведення переговорів, автоматизації процесів встановлення зв'язку й інтеграції основних процесів інформаційного обміну в багатофункціональних абонентських терміналах, а також формування єдиного інформаційного простору управління військами та зброєю.

Запропонована автоматизована система управління на тактичному рівні буде побудована на методі інтеграції мереж і забезпечуватиме автоматизацію наступних завдань:

- надання постійно поновлюваної інформації про бойову обстановку, стан і дії своїх військ і противника, фільтрованої по ланці управління, ешелону і розташуванню станом на поточний час;
- автоматичне визначення географічного положення об'єктів динамічної обстановки;
- відображення на екрані монітора карти тактичної обстановки;
- складання і поширення в автоматизованому режимі й електронному форматі формалізованих повідомлень і підтверджень про отримання повідомлень, наказів і розпоряджень, заявок на вогневу підтримку, цілевказань і наказів на ведення вогню, сигналів-попереджень, оперативних доповідей;

- формування і накладення на електронну карту бойової обстановки, даних розвідки, оперативних нормативів, геометричних даних, схем - додатків до бойових наказів;

- обмін між компонентами з іншими АСУ.

Показано, що використання методу інтеграції мереж забезпечує гетерогенні властивості та надання послуг спеціальному користувачу на п'яти рівнях. Такий метод базується на запропонованій моделі і дозволяє реалізувати принцип самокерованості та адаптованості мереж і забезпечує отримання телекомунікаційних послуг з гарантованою якістю (QoS).

У **третьому розділі** розроблені основні принципи побудови автоматизованої системи управління тактичної ланки (АСУ ТЛ) у вигляді складової частини єдиної автоматизованої системи управління ЗСУ, що забезпечує автоматизацію процесів управління підрозділами тактичної ланки Сухопутних військ ЗС України.

В такій АСУ ТЛ буде реалізовано єдиний цикл процесу управління, що забезпечує: здобування, збір, аналіз, зберігання та обмін інформацією; оцінку та прогнозування обстановки (ситуацій) та прийнятих рішень; планування операцій (бойових дій); постановку (доведення) завдань; організацію управління, взаємодії та всебічного забезпечення; здійснення контролю виконання завдань.

Структурно АСУ ТЛ представляє собою набір ІКС різного призначення. Розв'язана задача об'єднання таких систем АСУ ТЛ на базі інформаційної платформи, що в такому випадку набуває максимальної ефективності при використанні чотирьох рівнів: управлінських процесів; сервісів; інформаційних; інтеграційних.

Для використання інтеграційних засобів інформаційної платформи необхідно враховувати п'ять принципів: загальна інформаційна модель; загальна комунікаційна модель; визначені інтерфейси; незалежність управлінських процесів від сервісів; розподілена система з адаптивними інтерфейсами між її елементами.

Для побудови інформаційної платформи АСУ ТЛ необхідно застосувати математичну модель архітектури системи в цілому у вигляді елементів онтології та 5 принципів побудови інформаційної платформи, а також метод

оптимізації послідовних процесів між підсистемами різних ІКС декомпозиційної природи.

Представлено розв'язок задачі об'єднання ІКС АСУ ТЛ на базі інформаційної платформи. Розроблено математичну модель інтеграції ІКС спеціального призначення, що складається із чотирьох вищезазначених рівнів та базується на п'яти приведених основних принципах.

Розроблено моделі: інформаційної платформи ІКС спеціального призначення рівня С4ISR, побудови автоматизованої системи управління для тактичної ланки, стеку технологій для використання самокерованих адаптованих мереж.

В розділі удосконалено метод оптимізації послідовних процесів між сервісами різних ІКС, що мають декомпозиційну природу.

У четвертому розділі розглянута можливість використання SDR для передачі сигналів з використанням різних типів модуляції. Проаналізовано та розглянуто основні переваги та недоліки різних модуляцій, таких як NBFM та OFDM. Зокрема, була досліджена багатофазна модуляція для реалізації системи FHSS. Розглянуті аспекти, що включають вибір частотної полоси та можливість адаптації до різних умов передачі.

Одним з можливих напрямлень для подальших досліджень є оптимізація параметрів системи та розробка алгоритмів автоматичної настройки для максимізації продуктивності та стійкості, дослідження можливостей використання штучного інтелекту для адаптації системи до змінних умов може виявитися допоміжним фактором в забезпеченні оптимального функціонування.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 14 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 4 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 5 статей у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базі даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких 5 статей у виданнях, віднесених до

першого — третього четвертого кварталів (Q1—Q4) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports.

Характеристика особистого внеску здобувача в наукових працях, опублікованих зі співавторами та зарахованих за темою дисертації:

1. Dovgiy S., Kopiika O., & Kozlov O. Architectures for the information systems, network resources, and network services. Proceedings of the Cybersecurity Providing in Information and Telecommunication Systems, Kyiv, Ukraine, 2021, CEUR Workshop Proceedings, 3187, pp. 293–301. <https://ceur-ws.org/Vol-3187/short9.pdf>, ISSN 16130073. (Scopus, Q4).

Внесок здобувача: модернізація архітектури інформаційних систем, мережевих ресурсів та мережевих послуг на основі інтеграції інформаційно-комунікаційних систем.

2. Globa L., Dovgiy S., Kopiika O., & Kozlov O. Approach to building uniform information platform for the national automated ecological information and analytical system, CEUR Workshop Proceedings, 2021, 3021, pp. 53–65. https://www.researchgate.net/publication/365518000_Approach_to_Uniform_Platform_Development_for_the_Ecology_Digital_Environment_of_Ukraine, ISSN 16130073. (Scopus, Q4).

Внесок здобувача: розроблення математичного опису елементів інформаційної платформи, модифікація методу оптимізації послідовних процесів між підсистемами різних інформаційно-комунікаційних систем на основі декомпозиції.

3. Dovgiy S., Kopiika O., Kozlov O. & Lytvynenko A. Features of Message Transport Service in Automated Special-Purpose Systems. Book: Lecture Notes in Networks and Systems, Volume 809, Information and Communication Technologies and Sustainable Development, 2023, pp. 119-132. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-46880-3_8, ISSN 23673370. (Scopus, Q4).

Внесок здобувача: розроблення структурних схем обміну повідомленнями для різних варіантів побудови радіомережі для автоматизованих систем спеціального призначення та вирішується проблема оптимізації служби транспортування повідомлень.

4. Globa L., Dovgyi S., Kopiika O., Kozlov O. Multi-Criteria Optimisation for Building it Management Model within a Company, Proceedings of International

Conference on Applied Innovation in IT, 2023, 11(1), ICAIT 2023, 188637, С. 161–169, ISSN 21998876. (Scopus, Q3).

Внесок здобувача: розроблення принципів прийняття рішень з використанням алгоритмів або процедур багатокритеріальної оптимізації.

5. Globa L., Dovgiy S., Koriika O. & Kozlov O. Approach to Uniform Platform Development for the Ecology Digital Environment of Ukraine. Book: Lecture Notes in Networks and Systems, Volume 548, Progress in Advanced Information and Communication Technology and Systems, 2023, 83–100 DOI : 10.1007/978-3-031-16368-5_4, ISSN 23673370. (Scopus, Q4).

Внесок здобувача: участь у розробленні математичного опису елементів єдиної екологічної платформи, інструментів, що підтримують принципи її розробки, та методу оптимізації послідовних процесів між підсистемами різних інформаційно-комунікаційних систем.

6. Довгий С.О., Копійка О.В., Козлов О.С. Синтез інформаційно-телекомунікаційних мереж автоматизованих систем екологічної безпеки з метою отримання найбільшої завадостійкості при заданій ефективності, Екологічна безпека, 2021, № 4 (40), С. 5-16, ISSN 2411-4049. (Фахове видання категорії Б).

Внесок здобувача: участь у стандартизації архітектури інформаційно-телекомунікаційних мереж найвищого рівня, що забезпечують створення, обробку, зберігання, видалення та транспортування інформації.

7. Довгий С.О., Копійка О.В., Козлов О.С. , Литвиненко А.О. Інформаційні технології ІТ-сервісів архітектури додатків, Екологічна безпека., 2023, № 3 (47), С. 75-93, ISSN 2411-4049. (Фахове видання категорії Б).

Внесок здобувача: розроблення ІТ-сервісів, спрямованих на підтримання в технічно справному стані таких елементів: мережні пристрої, мережеві служби, служби захисту периметра, служби управління ІТ.

8. Довгий С.О., Копійка О.В., Козлов О.С. Інформаційні технології елементів архітектури управління ІТ-інфраструктурою, Екологічна безпека, 2022, № 4 (44), С. 91-113, ISSN 2411-4049. (Фахове видання категорії Б).

Внесок здобувача: розроблення процесів та інформаційних технологій для виявлення та мінімізації відмов ІТ-сервісів; забезпечення високого ступеня інтеграції інформаційних технологій; забезпечення реагування на зміну параметрів систем і виконання сервісних функцій в режимі реального часу.

9. Довгий С.О., Копійка О.В., Козлов О.С. Передача інформації в автоматизованих системах спеціального призначення, Екологічна безпека, 2023, № 1 (45), С. 76-90. (Фахове видання категорії Б).

Внесок здобувача: розробка основних принципів побудови нових мобільних вузлів та засобів зв'язку для перспективної автоматизованої системи зв'язку тактичного рівня за аналогом американської системи Warfighter Information Network-Tactical (WIN-T).

Також результати дисертації були апробовані на 5 Міжнародних науково-практичних конференціях.

Наукові публікації здобувача мають високий науковий рівень і пройшли відповідне рецензування. У кожную публікацію здобувач зробив вагомий особистий внесок, який був використаний при підготовці дисертаційної роботи. Усі публікації були написані з дотриманням принципів академічної доброчесності та складаються із власних досліджень здобувача та співавторів.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Представлено метод інтеграції мереж, який забезпечує гетерогенні властивості та надання послуг спеціальному користувачу на п'яти рівнях. Але математично представлено інтеграцію тільки трьох мереж (ультракороткохвильового, супутникового та радіорелейного зв'язку) і не вказано, що робити при доступності більшої кількості мереж.

2. Модель роботи посадових осіб автоматизованої системи управління для тактичної ланки при формуванні результуючої інформації (Рис. 3.2) представлена тільки для етапу аналізу завдання

3. Побудова моделі системи польового зв'язку тактичної ланки, яка побудована за принципом гетерогенних клієнтів у вигляді командно-штабних машин, представлена на рисунку 1.22 є актуальним і дуже важливим результатом, але суть цього результату детально не розписано.

4. Приклад системи зв'язку тактичної ланки для батальйону має дуже важливе значення, але на рисунку 2.4 не видно деталей і надписів.

5. В роботі присутні орфографічні помили та опечатки.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Козлова Олексія Сергійовича на тему «Моделі та методи інтеграції інформаційно-комунікаційних систем на базі інформаційної платформи» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для інформаційних технологій. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Козлов Олексій Сергійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

Рецензент:

Д.н.т., доцент, провідний науковий
співробітник Інституту телекомунікацій і
Глобального інформаційного
Простору НАН України



Олександр ТЕРЕНТЬЄВ

М.П. « 21 » вересня 2025 року

Підпис д.т.н., доцента, провідного наукового співробітника ІТГП НАНУ
Олександра ТЕРЕНТЬЄВА засвідчую:

Вчений секретар ІТГП НАНУ;
д.т.н., с.н.с.




Вікторія КЛИМЕНКО