

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора
Ярового Андрія Анатолійовича

на дисертаційну роботу **Станко Петра Олександровича**

**«Методи оптимізації дисципліни обслуговування
в операційних системах реального часу»**,

що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти

Актуальність теми дисертації.

Сучасні технології комп'ютерних мереж активно розвиваються і застосовуються для виконання широкого кола задач. При цьому інформаційна підтримка функціонування організацій, установ, крупних промислових підприємств займає все більше місце у глобальній інформаційній інфраструктурі держави.

В сучасних гетерогенних комп'ютерних мережах великого промислового підприємства з множиною філій і регіональних відділень використовуються операційні системи реального часу (ОС РЧ), канали передавання даних з різними фізичними принципами, різною швидкістю та пропускну здатністю передавання, різноманітне устаткування із досить значним розкидом технічних і експлуатаційних характеристик. Специфічними особливостями задач обміну даними, що здійснюється через гетерогенні комп'ютерні мережі, є вимоги їх реалізації в реальному часі, а також забезпечення цілісності та конфіденційності даних, що передаються для керування розгалуженими виробничими процесами. Такого роду інформаційно-комунікаційні системи особливо чутливі до ризиків затримки або втрати даних при передаванні.

Використання апробованих підходів з управління якістю розробки і впровадження крупних виробничих програмних систем, узгоджених за ключовими параметрами із мережними комп'ютерними технологіями для обміну даних, значно підвищує ефективність проєктів, знижує фінансові та ресурсні витрати, а головне ризики порушення ритму роботи підприємства.

Особливу роль у виробничому програмному забезпеченні відіграють операційні системи. Адже за своїм призначенням вони повинні працювати у реальному часі, зокрема, це операційні системи жорсткого реального часу. Проте, зважаючи на гетерогенність комп'ютерних мереж великого промислового підприємства та розрізненість їх програмно-апаратних засобів, і досі існує потреба у розвитку та удосконаленні методів і засобів оптимізації дисципліни обслуговування в ОС РЧ.

Обрана тема та мета дисертації, що спрямовані на удосконалення апаратно-програмних засобів швидкого доступу, опитування та керування ОС РЧ, безпечного обміну даними у комп'ютерних мережах із використанням комбінованої системи виявлення та розпізнавання збоїв, а також оптимізації дисципліни обслуговування в ОС РЧ, виявляють свою актуальність та перспективність.

Таким чином, тематика дисертаційної роботи є актуальною та важливою для сучасного рівня науки й техніки.

Зв'язок роботи з науковими програмами, темами, планами.

Тема дисертаційної роботи відповідає науковому кафедрі комп'ютерних інформаційних технологій Національного авіаційного університету.

Дисертація виконувалася в межах 5-ти науково-дослідних робіт, що виконувались у період із 2008 по 2021 р.р. у Національному авіаційному університеті.

Ступінь обґрунтованості наукових положень і достовірність результатів.

Наукові положення, результати і висновки дисертації, отримані автором, в цілому є достатньо доказовими та обґрунтованими.

В роботі використані сучасні математичні методи, що також обґрунтовано досвідом їх застосування для створення моделей, методів та програмних засобів оптимізації дисципліни обслуговування в операційних системах реального часу. Основні наукові положення дисертаційної роботи представлено математичними моделями. Наведені в роботі теоретичні положення та твердження викладено у логічній послідовності та в достатній мірі аргументовано.

Наукова новизна отриманих результатів.

До найсуттєвіших нових наукових результатів, отриманих дисертантом особисто, можна віднести:

1. Вперше розроблено метод виявлення аномалій у роботі ОС РЧ з урахуванням раніше накопичених даних як апріорних відомостей у задачі перевірки статистичних гіпотез, що дозволяє із прийнятними похибками виявляти нові аномальні явища у роботі ОС РЧ.

2. Вдосконалено метод оптимізації дисципліни опитування ОС РЧ та розподілу даних, який на відміну від існуючих враховує специфіку зашумлених мереж з великим розкидом пропускових спроможностей, що

забезпечило зниження відносних втрат запитів на переривання на 7% – 10%, а також зниження часових витрат.

3. Отримав подальший розвиток метод порівняльного оцінювання ключових параметрів програмного забезпечення (ПЗ), який на відміну від існуючих враховує специфіку та стійкість виробничого ПЗ до збоїв та затримок у роботі, що забезпечило уточнення вимог до порівняльних характеристик ПЗ та їх відносної важливості.

Практичні результати роботи, їх рівень та ступінь впровадження.

Практичне значення отриманих результатів полягає у тому, що використання запропонованих моделей після нескладних модифікацій може бути використано на стадії проектування операційних систем м'якого та жорсткого реального часу для комп'ютеризованих диспетчерських систем різного масштабу та призначення. Також, результати досліджень методів комплексного аналізу та виявлення аномалій ПЗ доведені до виразів у замкненій формі, використовуючи які, можна побудувати практичні засоби виявлення аномалій у апаратній та/або програмній реалізації.

Результати дисертаційного дослідження впроваджено у навчальний процес кафедри комп'ютерних інформаційних технологій Національного авіаційного університету.

Впровадження результатів досліджень та використання матеріалів дисертаційної роботи підтверджено відповідним актом.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

За матеріалами дисертації опубліковано 8 друкованих праць, а саме: 4 статті у наукових фахових виданнях, що входять до наукометричних баз даних (із них 1 статтю опубліковано у виданні, що входить до наукометричної бази Scopus), 4 публікації у збірниках матеріалів конференцій.

Рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації розкривають основний зміст дисертації.

Оцінка основного змісту дисертації та її структури.

Дисертація є завершеною науковою працею. Її структура логічна, містить вступ, чотири розділи, висновки, перелік літературних джерел та додатки.

Можна відзначити, що у ній в достатньому обсязі наведено графічні та ілюстративні матеріали (17 рисунків та 8 таблиць), чітко зображені формули,

акуратно оформлені додатки. В додатках є документи, які підтверджують впровадження наукових розробок здобувача. За структурою та стилем викладення дисертація відповідає вимогам МОН України.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, визначено мету та задачі дослідження, що потребують розв'язання, показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, охарактеризовано наукову новизну та практичне значення одержаних результатів. Наведено дані про особистий внесок здобувача, апробацію результатів, основні праці, опубліковані за темою дисертації, структуру та обсяг роботи.

У **першому розділі** здійснено аналіз сучасного стану проблеми проектування, впровадження та застосування ОС РЧ, перспектив реалізації єдиного інформаційного простору на будь-якому об'єкті, контрольованому за допомогою комп'ютерної мережі. Розглянуто ключові параметри та загальний функціонал, пов'язаний із ефективністю ОС РЧ, встановлено основні параметри та послідовність етапів оптимізації. За результатами здійсненого аналізу визначено основні задачі дисертаційного дослідження.

У **другому розділі** запропоновано узагальнену модель та методи моніторингу програмного забезпечення, розглянуто аспекти якості: функціональність, надійність, практичність, ефективність, здатність до супроводження та перенесення за стандартом ISO 9126. Наведено порівняльний аналіз методів моніторингу ОС загального призначення та ОС РЧ для виробничого програмного забезпечення. Досліджено методи виявлення аномалій ПЗ та намічено способи їх подолання. Запропоновано новий варіант політики й методів управління дисциплінами обслуговування в ОС РЧ.

Третій розділ присвячено статистико-лексичному підходу до виміру характеристик виробничого ПЗ, зокрема, розробленні модифікованих метрик Холстеда. У порівнянні з традиційними метриками Холстеда у дисертаційній роботі запропоновано використання імовірнісних оцінок та статистико-лексичних метрик. Поставлено та розв'язано завдання комплексного управління надійністю та захищеністю ОС, яке полягає в створенні монолітної структури ядра ОС РЧ, використання концепції віртуальної машини, мультисерверного підходу та застосуванні спеціалізованих мов програмування.

Досліджено найбільш небезпечні мережні аномалії, які впливають на роботу мережного ПЗ, зокрема, ОС РЧ. Систематизовані параметри коректного та аномального мережного трафіку. Розглянуті основні статистичні показники ПЗ, до яких відносяться імовірності помилок першого та другого роду, перший та другий моменти розподілу параметрів мережного трафіку.

У четвертому розділі запропоновано метод аналізу впливу мережних аномалій на надійність та захищеність ОС. Підґрунтям цьому стали результати досліджень статистичних оцінок ключових показників ефективності ПЗ. Для цього застосовано метод покрокової множинної регресії. За умов стаціонарності ключових показників ефективності сформовано матрицю їх коефіцієнтів кореляції.

У роботі використано диференціально-ентропійний підхід до оцінювання статистичних метрик мережного трафіку. На основі такого підходу розроблено рекурентний метод виявлення аномалій, з використанням якого апостеріорні ймовірності переходу системи на поточному кроці із одного стану до іншого, використовуються у якості апіорних на наступному кроці аналізу. Завдяки цьому апостеріорний ризик при аналізі даних спостереження знижується, а також підвищується достовірність результатів виявлення аномалій.

Запропоновано метод динамічного опитування елементів операційної системи з різною глибиною переривань, кратність якої збігається з кількістю рівнів пріоритетів.

Сформульовано задачу оптимізації дисципліни обслуговування за критерієм мінімуму зваженої суми часу очікування. Для ОС РЧ з пріоритетами розроблено метод оптимізації дисципліни обслуговування.

У **висновках** наведено основні результати дисертаційної роботи та надано рекомендації щодо практичного застосування теоретичних напрацювань.

Список використаних джерел є достатнім, охоплює сучасні вітчизняні та зарубіжні публікації, містить 85 найменувань.

У **додатках** наведено графічне представлення якості як багатовимірного поняття, механізми переривання в ОС РЧ, а також подано акт впровадження результатів дисертаційного дослідження.

Відповідність дисертації та автореферату встановленим вимогам.

За своєю структурою, обсягом і оформленням дисертація та автореферат загалом відповідають вимогам, встановленим до кандидатських дисертацій, зокрема пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів».

Автореферат за змістом ідентичний основним положенням, що викладені в дисертації, та не містить інформації, яка не відображена в самій роботі. Стиль викладу матеріалів досліджень, наукових положень і рекомендацій забезпечує їх адекватне і належне сприйняття.

Наукова новизна відповідає паспорту спеціальності 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи:

1. При аналітичному огляді та постановці задачі дослідження здобувач за багато уваги приділяє статистичним, зокрема, кореляційно-регресійним методам досліджень виробничого програмного забезпечення. При цьому джерела та обсяги статистичних даних не описані.

2. Вирішення задачі оптимізації дисципліни обслуговування з перериваннями здійснюється за критерієм мінімуму зваженої суми часу очікування. Однак, при цьому не враховуються: час реакції, час запам'ятовування стану поточної програми, час відновлення стану поточної програми.

3. Із виведеної умови дотримання критичного терміну обслуговування помітно, що часові витрати на переходи від одного завдання до іншого при збільшенні кратності переривань лінійно зростають. Проте, у дисертації не вказано чи може виникнути ризик збою завдання та чи не призведе це до негативних наслідків у операційній системі жорсткого реального часу.

4. Оскільки метою дисертаційної роботи є розробка апаратно-програмних методів оптимізації дисциплін обслуговування операційних систем реального часу, то доцільно було б детальніше розкрити у роботі також й апаратну складову.

5. Апробація результатів досліджень в межах наукових конференцій датується 2012-2015 р.р. Доцільно було б додатково оприлюднити результати досліджень на наукових конференціях 2016-2021 р.р.

6. Доцільно було б у змісті дисертації виділити окремим пунктом заявлений у науковій новизні «вперше розроблений метод виявлення аномалій у роботі операційної системи реального часу з урахуванням раніше накопичених даних як апріорних відомостей у задачі перевірки статистичних гіпотез».

7. Доцільно було б у дисертаційній роботі детальніше зупинитися на експериментальних дослідженнях оптимізації дисципліни обслуговування в операційних системах реального часу.

8. Перший розділ дещо перевантажений загальновідомою інформацією.

9. У підрозділі 1.1 при наведенні означень і термінів варто було б навести посилання на відповідні літературні джерела.

10. Таблиця 4.3 повністю дублює таблицю 3.1.

11. В дисертаційній роботі наявні граматичні, стилістичні, термінологічні помилки та неточності, а також русизми.

Відмічені зауваження не вплинули на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи та можуть розглядатися як рекомендації до подальших наукових досліджень та впроваджень отриманих результатів.

ВИСНОВКИ

1. Дисертаційна робота Станко П.О. “Методи оптимізації дисципліни обслуговування в операційних системах реального часу” є завершеною науковою працею, яка розв’язує актуальне наукове завдання – розроблення методів оптимізації дисциплін обслуговування операційних систем реального часу, захищеної обробки подій у розподілених операційних системах комп’ютерних мереж з різними фізичними каналами передачі.

2. Дисертаційна робота та її автореферат за змістом та оформленням загалом відповідають встановленим вимогам. Результати дисертації опубліковані у фахових наукових виданнях та апробовані на наукових конференціях.

3. За змістом дана дисертаційна робота відповідає вимогам паспорту спеціальності 05.13.05 – комп’ютерні системи та компоненти. Автореферат дисертації з необхідною повнотою та об’єктивно відображає основні положення дисертації.

4. Вищенаведені зауваження не ставлять під сумнів значимість головних положень роботи і не знижують загальної позитивної оцінки дисертації.

5. За актуальністю, науковою новизною та практичним значенням, обґрунтованістю та достовірністю наукових положень отриманих результатів дисертаційна робота “Методи оптимізації дисципліни обслуговування в операційних системах реального часу” задовольняє вимогам пп. 9, 11, 12 чинного «Порядку присудження наукових ступенів» (постанови Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року), а її автор Станко Петро Олександрович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп’ютерні системи та компоненти.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри комп’ютерних наук
Вінницького національного
технічного університету,
доктор технічних наук, професор



А. А. Яровий

Підпис *Ярового А.А.*
ПОСВІДЧУЮ
Зав. канцелярією *[Signature]*