

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Зінченка Володимира Леонідовича на тему «Інформаційна технологія контролю та класифікації станів в оптичних лініях передачі даних», представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

Актуальність теми дисертації.

Дисертаційна робота Зінченка Володимира Леонідовича присвячена актуальній проблемі підвищення надійності та безпеки оптичних ліній передачі даних шляхом створення інформаційної технології контролю та класифікації їхніх станів. З огляду на те, що сучасні телекомунікаційні мережі характеризуються високою швидкістю, складністю фізичного середовища та зростанням впливу зовнішніх факторів, традиційні порогові методи моніторингу вже не забезпечують достатньої чутливості до складних аномалій. У роботі справедливо підкреслено, що зміни параметрів каналу часто мають корельований і динамічний характер, що потребує застосування методів глибшого аналізу на основі математичного моделювання, кластеризації та машинного навчання.

Автор послідовно обґрунтовує необхідність переходу від класичних підходів до інтелектуальних систем підтримки рішень, здатних автоматично виявляти відхилення, інтерпретувати їхню природу та прогнозувати можливі відмови. Наукова новизна полягає в інтеграції статистичних методів, моделей класифікації та нейронних мереж у єдину технологію, орієнтовану на роботу в реальному часі. Важливо й те, що розробка супроводжується моделюванням віртуального каналу та побудовою архітектури програмної реалізації, що підтверджує практичну спрямованість дослідження.

Таким чином, дисертаційна робота не лише відповідає сучасним викликам функціонування оптичних систем зв'язку, а й пропонує комплексне рішення, здатне підвищити стійкість комунікаційних мереж. Результати дослідження мають наукову та прикладну цінність, а обрана тематика є своєчасною та значущою для розвитку комп'ютерних.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Вперше розроблено інформаційну технологія підтримки прийняття рішень у сфері надійності передачі інформації, що базується, на відміну від існуючих методів інтерпретації станів поточкових даних параметрів каналу, методами кластерного аналізу та класифікації яка реалізується з використанням багатошарової нейронної мережі. Це дозволяє забезпечити можливість автоматичного виявлення аномалій в процесі роботи каналу зв'язку та гарантує доведення надійності передачі інформацій до прийнятного рівня.

2. Удосконалено метод оцінювання стану каналу зв'язку, що включає використання багатокритеріального аналізу фізичних параметрів квантових елементів з урахуванням їхніх кореляційних залежностей. Це дозволяє виявляти ймовірні потенційні аномалії.

3. Удосконалено методи інтеграції машинного навчання з квантовими криптографічними протоколами, що дозволяє реєструвати параметри, виконувати інтелектуальний аналіз у режимі реального часу, виконати процедури машинного навчання, здатних до адаптації в умовах динамічних загроз.

4. Дістав подальший розвиток метод формалізації процедур підтримки прийняття рішень при управлінні каналами передачі інформації із застосуванням принципів потокової обробки багатовимірних статистичних даних, отриманих під час роботи каналу. Це забезпечує адаптацію налаштування протоколів розподілу ключів відповідно до поточного стану каналу.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Зінченка Володимира Леонідовича повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Інформаційні технології.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям інформаційні технології.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Зінченка Володимира Леонідовича 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 з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 173 сторінок.

У вступі дисертаційної роботи автор переконливо підкреслює актуальність дослідження, обумовлену зростанням навантаження на оптичні канали зв'язку та підвищеними вимогами до їх стійкості й оперативного реагування на порушення. Зазначено наукову проблему - обмеженість традиційних методів контролю, які не забезпечують своєчасного виявлення складних відхилень у роботі каналу, що потребує розроблення нових підходів до аналізу його станів. Автор чітко визначає об'єкт дослідження як процес функціонування оптичної лінії передачі даних та окреслює предмет дослідження, зосереджуючи увагу на методах оцінювання й опису її режимів. Сформульовано мету роботи, яка полягає у створенні обґрунтованої інформаційної технології аналізу станів каналу, та поставлено комплекс завдань, логічно пов'язаних з її досягненням. Представлені результати мають як теоретичне значення, збагачуючи наукове розуміння процесів у оптичних системах, так і практичну цінність, оскільки сприяють підвищенню точності виявлення аномалій та забезпеченню надійності передачі даних.

У першому розділі дисертаційної роботи здійснено всебічний теоретичний аналіз сучасних проблем безпеки квантових каналів зв'язку. Слід відзначити, що автор не обмежується загальним оглядом літератури, а критично підходить до оцінки сучасних протоколів квантового розподілу ключів, підкреслюючи, що навіть при їх активному розвитку питання практичної захищеності залишаються нерозв'язаними. Важливим є те, що у роботі наведено приклади реалізаційних атак (розділення числа фотонів, засліплення детектора, «троянський кінь»), які доводять, що квантові системи у реальних умовах можуть бути скомпрометовані, а отже існує потреба у поглибленому аналізі їх надійності.

Автор обґрунтовано робить висновок, що традиційні методи контролю стану каналу, що спираються на порогові чи усереднені статистичні показники, мають обмежену чутливість і часто не здатні виявляти складні приховані аномалії. Слід підкреслити, що у роботі приділено увагу сучасним аналітичним підходам, зокрема методам кластеризації та машинного навчання, які розглядаються як більш перспективні інструменти для глибшого аналізу багатовимірних даних та підвищення точності класифікації режимів роботи квантового каналу. Таким чином, розділ логічно підводить до необхідності створення нових інформаційних технологій моніторингу, здатних адаптивно реагувати на змінні умови функціонування каналу та ефективно виявляти аномальні стани.

У другому розділі дисертаційної роботи автор переходить від теоретичних положень до формальної побудови інформаційної технології контролю станів оптичного каналу, запропонувавши математичну та імітаційну моделі, що узгоджено описують процеси в каналі передачі даних. Слід відзначити, що розділ починається з концептуальної постановки задачі імітаційного моделювання, що дозволяє формалізувати причинно-наслідкові зв'язки між параметрами сигналу, квантовими ефектами та можливими атаками. Важливим є те, що канал розглядається як множина підсистем, здатних перебувати як у штатному, так і в аномальному режимі, що забезпечує реалістичну інтерпретацію його роботи. Автор обґрунтовано застосовує інтелектуальні методи аналізу, зокрема класифікацію та кластеризацію, інтегруючи їх в архітектуру нейронної мережі для автоматичного розпізнавання станів. Математична модель оцінювання відмов подана у вигляді кортежу параметрів, реєстрів та функцій переходу, що дозволяє описати динаміку каналу з урахуванням детермінованих і стохастичних процесів. На основі цієї моделі створено імітаційну систему контролю та функціональну схему інтелектуального аналізу на базі багатосарової нейронної мережі, що забезпечує класифікацію станів і формує наукове підґрунтя для розроблення програмних засобів діагностики та підвищення надійності й безпеки квантових систем передачі даних.

У третьому розділі дисертаційної роботи автор проводить систематичний аналіз методів статистичного та інтелектуального опрацювання даних, які інтегруються в інформаційну технологію класифікації режимів роботи оптичного каналу. Виходячи з того, що навіть у квантових комунікаціях безпека не є абсолютною, а канал може зазнавати як природних флуктуацій, так і цілеспрямованих атак, автор обґрунтовує потребу у методах, здатних своєчасно виявляти зміни параметрів сигналу та визначати поточний стан системи. На початковому етапі застосовується статистичний аналіз, який дозволяє описати розподіл багатовимірних часових даних, оцінити стабільність каналу на основі середніх значень, стандартних відхилень і коефіцієнтів варіації, а також виявити особливості поведінки параметрів у різних режимах. Важливим є використання кореляційного аналізу (за коефіцієнтом Пірсона), що дає змогу фіксувати взаємозв'язки між параметрами: у стаціонарному режимі вони практично відсутні, тоді як в умовах аномалій стають суттєвими, що підтверджується графічними методами - тепловими картами та гістограмами. На основі отриманої статистичної бази автор переходить до інтелектуальних підходів: метод кластеризації k-means забезпечує автоматичне групування даних і розмежування стаціонарного та аномальних режимів без попереднього маркування, тоді як використання багатосарової нейронної мережі дозволяє виконувати точну класифікацію станів каналу в реальному часі та підвищувати

стійкість системи до шумів. Таким чином, розділ демонструє логічний перехід від базових статистичних методів до сучасних алгоритмів машинного навчання, які формують інтелектуальне підґрунтя для побудови ефективної технології аналізу каналів зв'язку.

У четвертому розділі дисертаційної роботи автор переходить до практичної реалізації запропонованих підходів та розробляє імітаційні моделі разом із віртуальним каналом передачі даних, що слугують основою для впровадження інтелектуальних методів машинного навчання з метою діагностики станів системи. Слід відзначити, що на відміну від суто статистичних підходів, які лише описують поведінку параметрів каналу, нейронні мережі дозволяють виявляти приховані нелінійні залежності та фіксувати критичні відхилення на ранніх етапах, що робить їх логічним етапом розвитку сучасних інформаційних технологій. Підготовка даних передбачає перетворення часових вимірювань у вектори ознак, придатних для навчання моделей, що забезпечує коректність подальшої обробки. Вибір багатосарової нейронної мережі обґрунтовано її здатністю апроксимувати складні залежності у багатовимірному просторі та здійснювати інтелектуальну діагностику станів каналу. Оцінювання якості роботи моделі за метриками accuracy, precision, recall та F1 дозволяє досягти балансу між чутливістю до аномалій і мінімізацією хибних спрацьовувань. Завершальним етапом є інтеграція нейронної мережі у структурно-функціональну схему каналу, де локальні прогнози об'єднуються у глобальне рішення, що підтверджує практичну ефективність поєднання статистичних та інтелектуальних підходів і демонструє готовність технології до застосування в системах діагностики та забезпечення безпеки оптичних комунікацій.

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 трьох наукових публікаціях здобувача, серед яких: 2 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 1 стаття у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Scopus.

Також результати дисертації були апробовані на 2 наукових фахових конференціях.

Порушень принципів академічної доброчесності у публікацій не виявлено, що свідчить про належну апробацію результатів

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1) В тексті роботи мають місце окремі описки та інколи використовуються терміни і позначення, які не є загальновідомими або загальноприйнятими.

2) У висновку до розділу 2 зазначено «...у межах даного дослідження обґрунтовано та запропоновано модель інформаційної технології підтримки прийняття рішень для квантових систем передачі інформації, яка поєднує методи імітаційного моделювання, формальні математичні підходи та інструменти інтелектуального аналізу даних...». За змістом дисертації зазначена модель підтримки прийняття рішень відсутня.

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 Зінченка Володимира Леонідовича на тему «Інформаційна технологія контролю та класифікації станів в оптичних лініях передачі даних» 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 Зінченко Володимир Леонідович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

Офіційний опонент:

Провідний науковий співробітник
Інституту прикладних систем
управління НАН України, доктор
технічних наук, доцент



Віктор СЕМКО