

РЕЦЕНЗІЯ

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.

Актуальність теми дисертаційного дослідження обумовлена потребою підвищення стабільності та безпеки оптичних систем передачі даних, що використовуються у квантових комунікаціях. У реальних умовах робота таких систем ускладнюється впливом шумів, втратами потужності, фазовими зсувами та техногенними перешкодами, які можуть спричиняти аномальні стани каналу та зниження достовірності переданої інформації. Це зумовлює необхідність створення інтелектуальних засобів контролю, здатних у режимі реального часу аналізувати параметри каналу, своєчасно виявляти відхилення та адаптивно реагувати на зміни середовища. Запропонована в роботі інформаційна технологія забезпечує комплексний моніторинг і класифікацію станів каналу, поєднуючи статистичний аналіз із машинним навчанням, що підвищує ефективність використання оптичної лінії.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Вперше розроблена інформаційна технологія підтримки прийняття рішень у системах квантової передачі інформації, яка, на відміну від відомих підходів, інтегрує статистичний аналіз, кластеризацію та класифікацію на основі багат шарової нейронної мережі. Це забезпечує автоматичне виявлення аномалій у роботі каналу зв'язку та підвищує надійність передавання інформації.

2. Розроблено математичні та інформаційні моделі оцінювання стану квантового каналу з урахуванням шумів, втрат потужності та атак, що забезпечує адекватність опису реальних процесів у системах квантового розподілу ключів.

3. Запропоновано підхід до інтеграції алгоритмів машинного навчання в процес контролю станів каналу, що дозволяє формувати адаптивні рішення в реальному часі та підвищує ефективність класифікації режимів.

4. Верифікація та валідація запропонованих методів проведена на основі статистичного аналізу показників точності (Accuracy, F1, ROC), що підтверджує достовірність і практичну придатність результатів.

Наукові дослідження були виконані здобувачем в Інституті телекомунікацій і глобального інформаційного простору, під керівництвом доктор технічних наук, Лифара Володимира Олексійовича.

Отже, у дисертаційній роботі поставлене наукове завдання - розроблення та наукове обґрунтування інформаційної технології контролю та класифікації станів в оптичних лініях передачі даних, яка забезпечує своєчасне виявлення аномалій, підвищення достовірності та надійності процесу квантової передачі інформації, - повністю виконано, 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 технічних наук.

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, має чіткий науковий стиль та логічну структуру.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 173 сторінок.

У вступі дисертаційної роботи обґрунтовано актуальність дослідження, спрямованого на підвищення ефективності та безпеки процесів передавання інформації в оптичних лініях зв'язку, які є фізичною основою квантових комунікацій. Підкреслено необхідність створення інтелектуальних інформаційних технологій, здатних у режимі реального часу здійснювати контроль параметрів каналу, виявляти аномальні стани та виконувати класифікацію режимів роботи з метою запобігання критичним відмовам. У

роботі визначено мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, сформульовано наукову новизну та практичне значення одержаних результатів. Запропонована інформаційна технологія підтримки прийняття рішень інтегрує методи математичного моделювання, статистичного аналізу, кластеризації та машинного навчання, що забезпечило створення адаптивної системи моніторингу станів квантових каналів зв'язку. Достовірність отриманих результатів підтверджується проведенням симуляційного моделювання віртуального каналу, статистичною перевіркою достовірності моделей та оцінкою ефективності за показниками точності, повноти й F1-метрики, що свідчить про обґрунтованість підходів і практичну значущість виконаного дослідження.

У першому розділі дисертаційної роботи проведено огляд проблеми та сучасного стану досліджень у сфері захищеної квантової передачі інформації. Проаналізовано етапи розвитку квантової криптографії, від початкових експериментальних реалізацій до створення прототипів мережесистем, розглянуто основні квантові протоколи - BB84, B92 та їх модифікації. Визначено переваги цих підходів і виявлено обмеження, пов'язані з дальністю передавання, впливом шумів, втратами потужності та вразливістю до атак на джерела й детектори. Особливу увагу приділено чинникам, що впливають на стабільність і достовірність роботи квантових каналів, а також існуючим технічним рішенням і контрзаходам щодо компенсації похибок. На основі аналізу вітчизняних і зарубіжних публікацій визначено актуальні науково-технічні проблеми — зокрема відсутність комплексних систем моніторингу стану каналу та механізмів автоматизованого виявлення відхилень у процесі передавання квантових даних. Сформульовано висновок про необхідність розроблення нових підходів до оцінювання стану каналу та підвищення надійності процесів

У другому розділі дисертаційної роботи представлено моделі та методи інформаційної технології підтримки прийняття рішень, орієнтованої на аналіз процесів роботи квантового каналу зв'язку. Визначено загальні положення та концептуальну постановку задачі дослідження, розроблено інформаційну модель інтелектуального аналізу стану системи квантової передачі інформації. Побудовано математичну модель оцінювання ймовірності відмов у надійній роботі системи квантового розподілу ключів, а також створено імітаційну модель контролю квантового каналу зв'язку. Запропоновано функціональну схему інтелектуального аналізу каналу інформації на основі нейронної мережі, яка забезпечує можливість оцінювання параметрів у різних режимах функціонування системи. Розділ має прикладний характер і створює основу для подальшої реалізації інформаційної технології підтримки прийняття рішень у захищених системах квантової передачі даних.

У третьому розділі дисертаційної роботи розглянуто методи статистичного та інтелектуального аналізу даних, що використовуються в інформаційній технології підтримки рішень для захищеної системи квантової передачі інформації. Проведено інтеграцію експериментальних даних та параметричне обґрунтування безпеки процесів квантового розподілу ключів. Виконано оцінку статистичних характеристик основних параметрів каналу та досліджено можливість виявлення критичних станів за допомогою нормованих показників — зокрема, методу Z-score. Визначено взаємозв'язки між параметрами квантового каналу за коефіцієнтом Пірсона, здійснено порівняльний аналіз розподілів за гістограмами у різних режимах роботи системи. Проведено кластеризацію експериментальних даних для виявлення груп станів із подібними характеристиками та обґрунтовано використання методів машинного навчання для підвищення точності класифікації. Отримані результати підтверджують доцільність поєднання статистичних і інтелектуальних підходів у задачах моніторингу стану квантового каналу.

У четвертому розділі дисертаційної роботи представлено інтелектуальні методи класифікації станів квантового каналу на основі багатоваріованої нейронної мережі. Викладено процес підготовки даних для навчання, описано архітектуру моделі та проведено тренування з використанням оптимальних параметрів і гіперпараметрів. Наведено результати оцінювання ефективності нейромережевої моделі за метриками точності, повноти, F1-показника та ROC-кривої. Виконано інтерпретацію отриманих результатів і проведено порівняння з іншими підходами класифікації. Розроблено структурно-функціональну імітаційну модель управління каналом зв'язку з підсистемою моніторингу стану, а також реалізовано інформаційну технологію контролю та класифікації станів в оптичних лініях передачі даних. Розділ завершується узагальненням результатів моделювання, які підтверджують ефективність запропонованої технології для підвищення достовірності та надійності квантових систем передачі інформації.

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. Опис практичної реалізації технології подано занадто стисло, без достатнього розкриття механізмів інтеграції системи в реальні мережі.

2. У роботі відсутній порівняльний аналіз із сучасними аналогами, що ускладнює оцінку переваг запропонованої технології. Було б доцільно навести порівняльну таблицю або аналіз переваг запропонованої технології відносно сучасних підходів у QKD-системах.

3. У третьому розділі розглядаються статистичні та кластерні методи, однак недостатньо представлено графічних або табличних матеріалів для порівняння ефективності статистичних і кластерних методів.

4. У практичній частині не продемонстровано роботу технології в режимі реального часу чи через прикладний інтерфейс.

5. Було б корисно додати розгляд потенційних сценаріїв атак на канал із моделюванням їх впливу на основні параметри та стійкість запропонованої моделі.

6. Критерії переходу між режимами роботи каналу сформульовано нечітко, без алгоритмічного пояснення.

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.

Рецензент:

Завідувача відділу досліджень
навколишнього середовища,
Інститут телекомунікацій і
глобального інформаційного
простору НАНУ, доктор технічних
наук, професор



Василь ТРИСНЮК

Власноручний підпис доктора технічних наук, професора Василя ТРИСНЮКА
завіряю:

Начальник відділу кадрів



Олена РАДЧУК



« 21 » жовтня 20 25 року