

Голові разової спеціалізованої вченої
ради в Національному університеті
«Одеська політехніка» доктору
технічних наук, професору, завідувачу
кафедри комп'ютерних систем
Навчально-наукового інституту
комп'ютерних систем
Валерію СИТНИКОВУ

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, доктора технічних наук, професора, професора кафедри
інформаційних систем Навчально-наукового інституту комп'ютерних систем

Національного університету «Одеська політехніка»

Щербакової Галини Юріївни

на дисертаційну роботу здобувача

Штільмана Павла Романовича

«Багаторівнева онтологія аналізу ризиків у бездротових сенсорних мережах»,
що подана до захисту в разову спеціалізовану вчену раду Національного
університету «Одеська політехніка» Міністерства освіти і науки України на
здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 – Комп'ютерна
інженерія, галузь знань 12 – Інформаційні технології

1. Актуальність теми дисертації

Дисертацію присвячено розробленню багаторівневої онтології аналізу ризиків у бездротових сенсорних мережах (БСМ). Актуальність роботи зумовлена необхідністю своєчасного виявлення деградації вузлів і каналів зв'язку, аналізу вразливостей та оцінювання ризиків в умовах невизначеності, завад і обмежених ресурсів. Запропоновані моделі та методи забезпечують формалізований опис станів

БСМ, побудову карти ризиків і підтримку прийняття рішень, що відповідає завданням спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія».

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі, є достатньо обґрунтованими та логічно впливають із поставленої мети й завдань дослідження. Автором проаналізовано суперечність між необхідністю своєчасного аналізу станів бездротових сенсорних мереж і обмеженими можливостями традиційних підходів щодо комплексного врахування невизначеності, контексту функціонування, вразливостей і ризиків.

Обґрунтованість отриманих результатів забезпечується критичним аналізом сучасних досліджень у галузі БСМ, нечіткого моделювання, онтологічного подання знань та ризик-орієнтованого управління. У роботі коректно сформульовано мету, об'єкт, предмет і задачі дослідження, що дозволило розробити нечіткі моделі сенсорного вузла та каналу зв'язку, багаторівневу онтологічну модель аналізу ризиків, а також методи семантичного визначення і логування станів, аналізу вразливостей та оцінювання ризику. Достовірність висновків підтверджується формалізацією моделей, узгодженістю запропонованих методів і результатами імітаційного дослідження тестової БСМ.

3. Наукова новизна одержаних результатів

Наукові результати дисертації мають теоретичну та прикладну значущість і характеризуються такими елементами новизни:

- *отримала подальший розвиток* спеціальна нечітка модель сенсорного вузла та каналу зв'язку БСМ, яка ґрунтується на графово-атрибутивному поданні структури мережі та нечітких оцінках станів її компонентів. Модель забезпечує перетворення параметричних характеристик у лінгвістично та семантично інтерпретовані стани та підвищує придатність специфікації БСМ до аналізу вразливостей і ризиків;

- *уперше розроблено* інтегровану багаторівневу онтологічну модель аналізу БСМ, яка поєднує графово-атрибутивні моделі, нечіткі оцінки станів компонентів, формалізовані вразливості, ризикові фактори та елементи адаптивного керування. Модель забезпечує цілісність семантичної специфікації стану БСМ і створює основу для підтримки прийняття рішень;

- *отримав подальший розвиток* метод семантичного визначення та логування станів компонентів БСМ, який забезпечує поетапне узгодження телеметричних, топологічних і нечітко інтерпретованих характеристик та формування онтологічного подання поточного стану мережі;

- *удосконалено* метод аналізу вразливостей БСМ на основі формальних правил нечіткого логічного висновку, онтологічних залежностей і контекстних ознак функціонування компонентів мережі, що дає змогу виявляти критичні стани та слабкі місця мережі;

- *отримав подальший розвиток* узагальнений метод оцінки ризику в БСМ, який забезпечує семантичне інтегрування результатів аналізу вразливостей, контексту поточного стану мережі, факторів середовища, зовнішніх впливів і структурної ролі компонентів, а також створює основу для побудови карти ризиків і вибору доцільних контрзаходів.

Дисертаційне дослідження доведено до логічного завершення: поставлені завдання виконано, а отримані результати підтверджують наукову новизну та практичну спрямованість роботи.

4. Оцінка змісту дисертації, її завершеність, повнота викладення результатів в опублікованих працях та дотримання принципів академічної доброчесності

Дисертація є цілісним і завершеним науковим дослідженням, що відповідає кваліфікаційним вимогам до здобувачів ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія». У роботі послідовно розкрито теоретичні засади аналізу ризиків у бездротових сенсорних мережах, розроблено нечіткі моделі вузла та

каналу зв'язку, інтегровану багаторівневу онтологічну модель, а також методи логування станів, аналізу вразливостей і оцінювання ризику..

Публікаційна активність здобувача охоплює 12 праць, виданих протягом 2022–2025 років. Структура наукового доробку виглядає наступним чином:

- статті: загалом 5 публікацій у фахових виданнях, дві з яких індексується у базі Scopus.

- апробація результатів: 7 публікацій.

Зазначені публікації висвітлюють основні результати дисертаційного дослідження, зокрема нечітке моделювання компонентів БСМ, побудову багаторівневої онтологічної моделі, семантичне логування станів, аналіз вразливостей та оцінювання ризиків. Опубліковані праці підтверджують апробацію положень, винесених на захист. Перевірка на дотримання принципів академічної доброчесності порушень не виявила; результати є самостійним науковим доробком здобувача.

5. Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційну роботу написано українською мовою з використанням фахової науково-технічної термінології, характерної для галузі комп'ютерної інженерії. Виклад матеріалу є послідовним і логічно структурованим: від аналізу сучасного стану досліджень та формування математичного апарату до розроблення багаторівневої онтологічної моделі, методів аналізу вразливостей, оцінювання ризиків і їх імітаційної перевірки.

Структура роботи охоплює вступ, чотири розділи, загальні висновки, бібліографічний список та додатки. Основний текст дисертації займає 153 сторінок із загального обсягу 217 сторінки. Оформлення виконано відповідно до вимог МОН України, регламентованих наказом № 40 від 12.01.2017 р.

6. Значення роботи для науки та практики

Розроблені здобувачем моделі та методи мають наукове і прикладне значення, оскільки розширюють теоретичний базис аналізу ризиків у бездротових сенсорних мережах в умовах невизначеності, динамічної зміни параметрів і впливу зовнішніх чинників. Запропоноване поєднання нечіткого моделювання, графово-атрибутивного

подання структури мережі та багаторівневої онтологічної моделі дозволяє формалізувати стани компонентів БСМ, виявляти вразливості та оцінювати ризики на основі семантично узгоджених даних.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх використання для:

- моніторингу стану вузлів, каналів зв'язку та маршрутів БСМ;
- виявлення критичних станів і слабких місць мережі;
- побудови карти ризиків компонентів і сегментів БСМ;
- підтримки прийняття рішень щодо реагування на позаштатні ситуації.

Таким чином, результати дисертації створюють підґрунтя для розроблення інтелектуальних засобів аналізу, моніторингу та ризик-орієнтованого управління бездротовими сенсорними мережами.

7. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

Дисертаційне дослідження базується на результатах, отриманих здобувачем самостійно. Аналіз матеріалів роботи підтверджує коректне використання наукових джерел, методичного апарату та результатів попередніх досліджень. Запозичені положення, підходи й ідеї супроводжуються відповідними посиланнями на першоджерела. Порушень принципів академічної доброчесності у представленій дисертаційній роботі не виявлено.

8. Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації

1. У тексті дисертаційної роботи приведені кількісні результати дослідження мережі, яка складається з двох сенсорних вузлів, ретранслятора та шлюзу (с.163). З тексту роботи не зрозуміло, як визначались та яким чином моделювались для Сценарію 2 – деградація компонентів значення для перевантаження ретранслятора (N3), погіршення характеристик каналу (L3) (табл.4.3, с. 165), які, як стверджує автор, сприяли «зростанню затримок, погіршенню якості зв'язку, збільшенню втрат пакетів, підвищенню небезпечності станів мережі».

2. З тексту дисертаційної роботи не зрозуміло, яким чином і в порівнянні з чим були отримані деякі кількісні результати. Так у розділі «Висновки», на с. 184 – 185 вказано для методу семантичного визначення та логування станів компонентів БСМ,

що «метод дозволяє з обчислювальною точністю до 100 % формувати деталізоване подання стану БСМ, а також отримувати узагальнене подання поточного стану за зменшений обчислювальний час на 15 %», для методу аналізу вразливостей БСМ – «Метод забезпечує виявлення критичних станів і слабких місць мережі за менший обчислювальний час на 20 %», для узагальненого методу оцінки ризику в БСМ – «Його застосування забезпечує побудову карти ризиків за менший обчислювальний час на 22 %».

3. Тези доповідей на конференціях мають бути перелічені серед апробаційних робіт, а не в списку робіт, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації (Див. п.4. Shtilman. P, Tishin. P., Martynyuk. O., Nesterenko. S. and Mileiko. I., "Fuzzy Modeling of Sensor Node and Communication Channel in Wireless Sensor Networks," 2025 IEEE 13th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS), Gliwice, Poland, 2025, pp. 1-10, doi: 10.1109/IDAACS68557.2025.11321991. *Видання проіндексовано у базі даних Scopus.* <https://ieeexplore.ieee.org/document/11321991/authors#authors>))

4. У тексті дисертаційної роботи є певні дефекти представлення ілюстративного матеріалу: порушено правила переносу таблиць (відсутні вказівки на їхнє продовження)» (с.38, с.113, с.128, с.143), зустрічаються синтаксичні та стилістичні неточності. Зазначені недоліки мають суто редакційний характер і не стосуються змісту наукових результатів.

Вказані зауваження мають рекомендаційний характер, не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи та не знижують наукової і практичної цінності отриманих результатів.

9. Загальний висновок про відповідність роботи встановленим вимогам

Дисертаційна робота Штільмана Павла Романовича на тему «Багаторівнева онтологія аналізу ризиків у бездротових сенсорних мережах» є завершеним, самостійним науковим дослідженням. Робота має теоретичне та практичне значення для галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 123 «Комп'ютерна

інженерія», оскільки спрямована на вирішення актуального науково-прикладного завдання аналізу ризиків у бездротових сенсорних мережах в умовах невизначеності.

Враховуючи вищевикладене, можна зробити висновок, що дисертаційна робота відповідає вимогам «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 № 44 від 12 січня 2022 р.

З огляду на науковий доробок, самостійність виконаного дослідження та особистий внесок здобувача у розроблення моделей і методів аналізу ризиків у бездротових сенсорних мережах, вважаю, що Штільман Павло Романович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія».

Офіційний рецензент,
докт. техн. наук, професор,
професор кафедри інформаційних систем
Навчально-наукового інституту
комп'ютерних систем
Національного університету
«Одеська політехніка»

Галина ЩЕРБАКОВА