

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Самсоненко Альони Вікторівни

на тему «Удосконалення заходів фізичної ядерної безпеки об'єктів атомної енергетики шляхом застосування методології ймовірнісного аналізу безпеки»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 14 «Електрична інженерія»

за спеціальністю 143 «Атомна енергетика»

Актуальність теми дисертації.

Упродовж останніх тридцяти років у світі спостерігається стрімке зростання терористичної активності як у межах окремих країн, так і на глобальному рівні. Все частіше фіксуються випадки незаконного використання ядерних та інших радіоактивних матеріалів. Теракти, що сталися 11 вересня 2001 року в США, продемонстрували реальність загрози використання зброї масового ураження терористичними угрупованнями.

На тлі сучасних викликів особливо актуальним стає питання забезпечення надійності ядерних об'єктів є критично важливою як під час їхньої експлуатації, так і з точки зору їхньої фізичної ядерної безпеки.

Фізичний захист ядерної інфраструктури відіграє ключову роль у протидії подібним загрозам. Однак стрімкий технологічний розвиток породжує нові ризики, які можуть спричинити збої в роботі окремих елементів системи безпеки або навіть їх нейтралізацію.

З розвитком атомної енергетики зростає і занепокоєння суспільства щодо обігу ядерних матеріалів, адже виникає ризик їхнього несанкціонованого застосування — зокрема для створення вибухових пристроїв чи ядерної зброї.

Фізичний захист відіграє ключову роль у запобіганні подібним загрозам. Водночас технологічний прогрес відкриває нові можливості для злочинців, оскільки деякі елементи систем безпеки можуть бути вразливими до атак або виведення з ладу, що створює небезпеку несанкціонованого доступу до об'єктів та зниження загального рівня захищеності.

У цьому контексті удосконалення та модернізація фізичного захисту набуває особливої актуальності. Його зміцнення можливе завдяки впровадженню новітніх технічних рішень, використанню сучасних методів аналізу загроз і моделюванню можливих інцидентів.

У межах проведеного дослідження було запропоновано методичний підхід до оцінювання ефективності реалізації функцій безпеки в межах фізичного

захисту. Цей підхід є базою для формування нового напрямку — ймовірнісного аналізу фізичного захисту.

У дисертаційній роботі вперше реалізовано підхід до ідентифікації вихідних подій загроз, уперше проведено їх систематизацію та класифікацію щодо об'єктів, які здійснюють поводження з радіоактивними матеріалами та відповідними установками. Крім того, уперше здійснено моделювання сценаріїв дій правопорушника із застосуванням програмного коду SAPHIRE.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному: запропоновано адаптувати підходи традиційного ймовірнісного аналізу безпеки (ЙАБ) до фізичної ядерної безпеки, шляхом виділення елементів ЙАБ АЕС, методів і процедур виконання яких потребує адаптації або розробку нових методів та процедур виконання ймовірнісного аналізу ФЯБ ядерних установок.

У роботі запропоновано розробка методу і процедури елементу ймовірнісного аналізу ФЯБ ядерної установки – «Ідентифікація і групування вихідних подій загроз», через формування розширеного переліку вихідних подій загроз, категоризація вихідних подій загроз, групування вихідних подій загроз.

У процесі дослідження були визначені нові терміни: «вихідна подія загрози», «зовнішня вихідна подія загрози» та «внутрішня вихідна подія загрози». Розроблено практичні рекомендації щодо адаптації традиційних методів ймовірнісного аналізу безпеки, які використовуються на атомних електростанціях, до особливостей фізичної ядерної безпеки.

Також у дисертаційному дослідженні проведено апробацію методики і процедури «Ідентифікації і групування вихідних подій загроз» на прикладі одного з сценаріїв дій правопорушника вихідної події загрози.

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 Самсоненко А.В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 143 Атомна енергетика напрямкам досліджень відповідно до освітньо-наукової програми «Атомна енергетика» третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Енергетика та енергоефективність».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Самсоненко Альони Вікторівни 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.

Матеріал викладено доступно для сприйняття мовою, логічно та послідовно, із дотриманням загальноприйнятої термінології та інших характеристик.

Дисертація складається з вступу, 3 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 194 сторінок.

У вступі обґрунтовано вибір теми дослідження, що полягає в підвищенні рівня фізичної ядерної безпеки шляхом впровадження елементів методології ймовірнісного аналізу безпеки (ЙАБ). Сформульовано мету роботи — адаптація підходів, методик і процедур традиційного ЙАБ, що застосовуються для АЕС, до задач оцінювання рівня фізичного захисту радіоактивних матеріалів та пов'язаних з ними ядерних установок. Визначено **об'єкт дослідження**: оцінка рівня фізичної ядерної безпеки радіоактивних матеріалів і пов'язаних з ними ядерних установок. А також **предмет дослідження**: методики і процедури ідентифікації і групування вихідних подій аварій традиційного ЙАБ АЕС до імовірнісного аналізу ФЯБ.

Перший розділ присвячено аналізу наукових джерел, дотичних до тематики дослідження. Вивчено міжнародні підходи до поняття «правопорушник», розмежовано внутрішніх і зовнішніх загроз. Проаналізовано приклади загроз, реалізованих у різних країнах, зокрема щодо ядерних установок, відходів та джерел іонізуючого випромінювання. Також здійснено порівняльний аналіз методик ЙАБ і ФЯБ, з акцентом на можливості їх адаптації.

Сформульовані завдання дослідження, зокрема: дослідити можливість застосування ЙАБ 1-го рівня для аналізу внутрішніх загроз у системах ФЯБ; визначити компоненти традиційного ЙАБ, які потребують адаптації для ФЯБ; розробити процедуру ідентифікації та групування вихідних подій загроз (ВПЗ), включаючи формування переліку, категоризацію й узагальнення; запропонувати нові терміни і визначення для ВПЗ у контексті ФЯБ; провести

апробацію розробленої методики на конкретному сценарії; надати практичні рекомендації для підвищення ефективності ФЯБ.

Другий розділ містить огляд підходів МАГАТЕ до оцінки загроз. Обґрунтовано потребу вдосконалення процедур аналізу даних, що використовуються при розробці об'єктових проектних загроз. Встановлено аналогії між методологіями ЙАБ і ФЯБ. Уведено поняття «вихідна подія загрози» як будь-яка неправомірна дія, яка потребує виконання відповідних функцій системою фізичного захисту об'єкта, на якому здійснюється поводження з радіоактивним матеріалом і становить небезпеку для ядерної установки, ядерним або іншим радіоактивним матеріалам. Запропоновано класифікацію ВПЗ на внутрішні (від осіб, які мають санкціонований допуск на об'єкт) та зовнішні (від осіб, які не мають санкціонованого допуску на об'єкт).

На основі аналізу відкритих джерел виокремлено 208 унікальних ВПЗ. Процедура ідентифікації включає - збір інформації та формування переліку подій, врахування типів загроз (диверсії, крадіжки тощо), категоризацію за намірами порушника, типом матеріалів та можливими наслідками.

У третьому розділі наведено практичне застосування методики — моделювання сценарію зовнішньої вихідної події загрози: «Група осіб (2 і більше) - мають наміри здійснити диверсію на ЯУ». Для аналізу використано три програмні продукти - EASI — аналітична модель перевірки ефективності системи фізичного захисту на рівні маршруту пересування правопорушника до цілі правопорушника з урахуванням основних функцій СФЗ — виявлення, затримки, реагування, SAVI — Програмний комплекс, що проводить системний аналіз вразливості при проникненні правопорушника на об'єкт, в обрахунок приймаються всі можливі маршрути проникнення на об'єкт. За допомогою вказаної моделі проводиться всебічний аналіз усіх можливих шляхів правопорушника на об'єкті, SAPHIRE — програма використовується для аналізу надійності систем, оцінки ризиків аварій та розробки стратегій мінімізації наслідків

На прикладі гіпотетичного об'єкта — Сіверська АЕС — проведено аналіз ефективності СФЗ, сформовано рекомендації з підвищення рівня захисту. Застосування методики до різних ВПЗ дозволяє сформулювати універсальні пропозиції щодо вдосконалення фізичного захисту.

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 2 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 2 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з

яких 1 стаття у виданнях, віднесених до першого — третього квартилів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports.

Також результати дисертації були апробовані на 3 наукових фахових конференціях.

Публікації здобувача мають високий науковий рівень, проходили рецензування, мають оригінальні висновки, відповідні посилання на запозичені джерела та не містять порушень принципів академічної доброчесності. Всі публікації, зараховані за темою дисертації, виконані у співавторстві з науковим керівником, що свідчить про високий рівень особистого внеску здобувача у проведенні дослідження.

Наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Наукова новизна теми є обґрунтованою та актуальною, однак у дисертації простежується надмірна повторюваність тверджень, що стосуються елементів новизни дослідження. Доцільно оптимізувати структуру подачі цих положень шляхом їх систематизації та уникнення дублювання, що сприятиме підвищенню логічної цілісності та наукової чіткості викладення матеріалу.

Дисертація використовує велику кількість термінів, частина з яких є новоутвореними. Доцільно надати чіткий глосарій з визначенням усіх нових термінів на початку або у додатку, що полегшить сприйняття.

2. У розділі 2 наведено перелік вихідних подій загроз та проведено їх групування. Далі в дисертаційній роботі було запропоновано провести категоризацію ВПЗ і для категоризації використовувати такі фактори - наміри потенційного правопорушника, характер радіоактивної речовини, потенційні наслідки. Зрозуміло, що розробка підходів для категоризації та групування ВПЗ має практичне значення для подальшого використання, але запропоновані підходи до категоризації та групування ВПЗ слід удосконалити шляхом логічного обґрунтування запропонованих категорій, особливо Категорії 5, яка є досить загальною і не достатньо розкритою. Чи є наведений перелік у 208 ВПЗ остаточним і скільки категорій ВПЗ необхідно враховувати для удосконалення фізичної ядерної безпеки?

3. У розділі 3 не зовсім зрозуміла мета порівняння різного програмного забезпечення (EASI, SAVI, SAPHIRE). Бажано більш конкретно висвітлити результати моделювання: які конкретно параметри СФЗ були враховані при моделюванні? Також варто чітко розмежувати: які методики були адаптовані, які — розроблені заново, і які мають суто ілюстративну функцію.

4. Складність створення та адаптації моделі в програмному забезпеченні SAPHIRE, як недолік, зазначено без конкретних прикладів. Варто деталізувати: які саме часові аспекти не враховуються, як це впливає на результати аналізу СФЗ?

5. У деяких місцях дисертаційної роботи порушено узгодженість термінів: наприклад, "вихідна подія загрози" іноді використовується як синонім до "загроза", іноді — як окреме поняття. Потрібна чітка термінологічна стабільність.

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 Самсоненко Альони Вікторівни на тему «Удосконалення заходів фізичної ядерної безпеки об'єктів атомної енергетики шляхом застосування методології ймовірнісного аналізу безпеки», 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 14 «Електрична інженерія». 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 Самсоненко Альона Вікторівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 143 Атомна енергетика.

Офіційний опонент:

завідувач відділу тепломасообміну і гідродинаміки в елементах
теплоенергетичного устаткування
Інституту технічної теплофізики НАН України
Д.т.н. професор

Андрій АВРАМЕНКО

М.П.

« 06 » червня 2025 року

