

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Горбачика Сергія Олеговича

на тему «Розробка методології та процедури аналізу критеріїв успіху в імовірнісному аналізі ядерної захищеності»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 14 «Електрична інженерія»
за спеціальністю 143 «Атомна енергетика»

Актуальність теми дисертації.

Сучасні реалії наочно засвідчили потребу в підвищенні рівня безпеки ядерних установок як з точки зору їхньої експлуатації, так і з огляду на фізичний захист.

На сучасному етапі розвитку атомної енергетики діяльність, яка пов'язана з використанням ядерних матеріалів, дедалі більше викликає занепокоєння в суспільстві. Зростає усвідомлення ризику незаконного вилучення ядерних матеріалів з метою їхнього використання у злочинних цілях, зокрема для створення ядерного вибухового пристрою або так званої «брудної бомби».

Основним засобом захисту ядерних установок є система фізичного захисту. Із розвитком сучасних технологій зростає ризик обходу або виведення з ладу елементів системи фізичного захисту, що може призвести до несанкціонованого доступу до територій ядерних об'єктів та, як наслідок, до порушення загального рівня ядерної безпеки.

У зв'язку з цим набуває актуальності питання вдосконалення фізичного захисту: модернізації інженерно-технічних засобів, оновлення методик аналізу ризиків і прогнозування наслідків потенційних загроз. Одним із дієвих напрямів підвищення ефективності системи фізичного захисту є розроблення та впровадження інструментів оцінки ризиків і прогнозування розвитку небажаних подій, що дозволяє зміцнити захищеність при оптимальному використанні ресурсів.

Традиційний інструмент аналізу безпеки, що застосовується на АЕС, може стати основою для створення такого аналітичного підходу. Проте через специфіку функцій безпеки системи фізичного захисту його впровадження у

сферу фізичного захисту потребує адаптації, розробки відповідних методик і процедур.

У межах цієї роботи запропоновано методологію та процедуру аналізу критеріїв успіху функцій безпеки системи фізичного захисту як складової перспективного інструмента аналізу фізичного захисту — фізичного імовірнісного аналізу.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному: вдосконалено методи та процедури виконання методології традиційного імовірнісного аналізу безпеки АЕС для оцінки стану фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання, шляхом розроблення методів визначення та процедури виконання аналізу критеріїв успіху функцій безпеки системи фізичного захисту для фізичного імовірнісного аналізу.

В роботі надається визначення поняттям функцій безпеки, критеріїв успіху, критеріїв прийнятності по відношенню до фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання при виконанні фізичного імовірнісного аналізу. Розроблено рекомендації щодо врахування специфіки фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання при виконанні фізичного імовірнісного аналізу. Наведено алгоритм дій для збору даних, щоб провести характеристику системи фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання при виконанні фізичного імовірнісного аналізу. Розроблено процедуру залучення та методологію визначення критеріїв успіху функцій безпеки системи фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання при виконанні фізичного імовірнісного аналізу. Запропоновано підхід до оцінки критеріїв успіху функцій безпеки системи фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання при виконанні фізичного імовірнісного аналізу.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі атомної енергетики КПІ ім. Ігоря Сікорського під керівництвом професора кафедри атомної енергетики, д.т.н., доц. Кондратюка Вадима Анатолійовича.

Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій дисертаційної роботи забезпечується ретельним аналізом численних джерел законодавчої, наукової та науково-технічної літератури з фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання, наведено перелік проблемних питань, поставлено мету та завдання дисертаційної роботи й запропоновано шляхи їх вирішення.

Аналіз положень та висновків дисертації довів, що запропонована методологія та алгоритм аналізу критеріїв успіху функцій безпеки системи фізичного захисту є цілком коректними, а отримані результати і висновки є достатньо обґрунтованими.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання з розробки методології та алгоритму аналізу критеріїв успіху функцій безпеки системи фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання 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 Горбачика Сергія Олеговича повністю відповідає напрямку досліджень відповідно до освітньо-наукової програми «Атомна енергетика» третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти за спеціальністю 143 «Атомна енергетика».

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 Горбачика Сергія Олеговича 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 доступною для сприйняття мовою, логічно та послідовно, із дотриманням загальноприйнятої термінології та інших характеристик.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, загальних висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 144 сторінки.

У вступі наведено обґрунтування актуальності роботи, визначено мету, об'єкт, предмет та методи дослідження. Вказано наукову новизну отриманих результатів та надано інформацію про особистий внесок здобувача, цінність та практичне значення роботи. Також зазначено інформацію про апробацію результатів та список публікацій по темі наукової роботи, описано структуру роботи.

У першому розділі представлено оглядовий аналіз наукової літератури та нормативно-правових документів, що стосуються фізичного захисту ядерних установок. Особливу увагу приділено аналізу чинної в Україні нормативно-правової бази у сфері безпеки ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів та інших джерел іонізуючого випромінювання. Також розглянуто законодавчі акти, що регламентують фізичний захист, із врахуванням рекомендацій і вимог Міжнародного агентства з атомної енергії та інших міжнародних організацій, які працюють у цій галузі. Проведено порівняльний аналіз ключових особливостей і відмінностей між національними та міжнародними підходами.

У другому розділі охарактеризовано ключові особливості фізичного імовірнісного аналізу та визначено аспекти, притаманні саме цьому виду аналізу, які не є характерними для традиційного імовірнісного аналізу безпеки АЕС. Проведено аналіз викликів* і обмежень, пов'язаних із використанням традиційного імовірнісного аналізу безпеки АЕС для потреб фізичного імовірнісного аналізу.

У ході дослідження специфіки фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів та інших джерел іонізуючого випромінювання було розроблено рекомендації щодо адаптації цих особливостей до фізичного імовірнісного аналізу. Результати цього етапу дослідження стали підґрунтям для формулювання основних цілей, завдань і проблематики, які розглядаються у дисертаційній роботі.

У третьому розділі розроблено авторську методологію та процедуру аналізу критеріїв успіху функцій безпеки системи фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів та інших джерел іонізуючого випромінювання.

За допомогою аналітичного підходу в роботі встановлено, що основні функції безпеки системи фізичного захисту корелюють із функціональним призначенням системи фізичного захисту, яке полягає у запобіганні

виникненню та реалізації ядерних загроз. Ці функції розглядаються як узагальнені, оскільки охоплюють як організаційно-правові, так і інженерно-технічні заходи, спрямовані на протидію злочинним посяганням по відношенню до ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання.

Беручи до уваги, що ефективність системи фізичного захисту визначається реалізацією функцій безпеки, вона в ієрархічному порядку поділяється на сукупність підсистем, технічних засобів, обладнання та інших елементів, кожен із яких виконує власні функції безпеки. Для цих елементів також розроблено відповідні критерії успіху функцій безпеки.

У межах розділу запропоновано алгоритм реалізації методології аналізу критеріїв успіху функцій безпеки, проведено аналіз можливих цілей правопорушників, визначено основні й додаткові функції безпеки системи фізичного захисту та встановлено відповідні критерії їх успішності. Сформульовано як первинні (основні) критерії успіху функцій безпеки, так і вторинні, що залежать від конкретної конфігурації системи фізичного захисту і сценарію дій потенційного зловмисника, з урахуванням специфічних умов.

Виконання третього розділу дозволило повною мірою сформулювати цілі, завдання та проблематику, що розглядаються у дисертації.

У четвертому розділі розглянуто підхід до оцінювання критеріїв успіху функцій безпеки системи фізичного захисту, зокрема процедуру встановлення критеріїв прийнятності для відповідних критеріїв успіху. Розроблено методологічні засади формування критеріїв прийнятності для критеріїв успіху функцій безпеки системи фізичного захисту.

У межах дослідження представлено підхід до визначення критеріїв прийнятності для критеріїв успіху функцій безпеки системи фізичного захисту, сформульовано вимоги, принципи та основні етапи встановлення й формування критеріїв прийнятності. У результаті визначено конкретні критерії прийнятності для основних критеріїв успіху функцій безпеки системи фізичного захисту.

Особливу увагу приділено тому, що запропонований підхід дозволяє не лише ідентифікувати вразливі елементи в системі фізичного захисту, а й виявити наявність надлишкового запасу безпеки. Це створює можливості для оптимізації системи фізичного захисту шляхом розробки плану організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження витрат ресурсів — матеріальних, часових, технічних і людських — за умови збереження встановленого рівня фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання.

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 3 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 Web of Science Core Collection та/або Scopus, 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 1 науково фаховій міжнародній конференції.

Наукові публікації здобувача відзначаються високим академічним рівнем, пройшли фахове рецензування, містять оригінальні висновки, належні посилання на використані джерела та не порушують принципів академічної доброчесності. Усі роботи, що зараховані за темою дисертації, підготовлено у співавторстві з науковим керівником чи фахівцями в галузі атомної енергетики, що свідчить про значний особистий внесок здобувача у проведення досліджень.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Перший розділ дисертації присвячений огляду нормативно-правової документації у сфері фізичного захисту ядерних установок. В свою чергу, в дисертації не розглянутий важливий документ з захищеності ядерних установок: Наказ Державної інспекції ядерного регулювання України «Загальні положення захищеності ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання» затверджений 27 вересня 2024 року N 1071.

2. У розділі 2.4 «Основні процедурні кроки групування проєктних загроз для фізичного захисту ядерних установок» здобувач пропонує ввести три функції фізичного захисту: запобігання, виявлення та реагування. Було б доцільно ввести окрему четверту функцію фізичного захисту «затримка», замість того щоб включати її як підфункцію «виявлення».

3. В документі «Загальні положення захищеності ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання» наведено визначення терміну «загроза - наміри особи або групи осіб, які мають мотивацію та можливості вчинити злочинну дію щодо

ядерних установок, радіоактивних матеріалів, об'єктів, призначених для поводження з радіоактивними відходами та іншими джерелами іонізуючого випромінювання, та пов'язаної з цим діяльності». В свою чергу, в розділі 2.5 «Оцінка частоти виникнення проєктних загроз для фізичного захисту ядерних установок» термін «загроза» має значення яке відрізняється від того, що використовується в НПА України. Буде доречним навести визначення цього терміну та навести приклади загроз.

4. В Україні діє нормативно-правовий акт «Проектна загроза», який встановлює рівень загроз проти яких ліцензіат створює та забезпечує безперервне функціонування ефективної системи фізичного захисту конкретної ядерної установки. В свою чергу, в дисертації цей документ не розглядається.

5. У розділі 2.9 «Моделювання дій персоналу та кількісна оцінка імовірності помилок персоналу» розглянутий обмежений перелік помилок персоналу (помилка пропуску правильної дії, помилка виконання правильної дії та помилки оператора у виконанні механічних дій). Таким чином, в дисертації не розглянуті «помилка по незнанню», «помилка порушення порядку/часу дії» та «навмисна помилка».

6. Розділ 3 дисертації присвячений розробленню методології визначення критеріїв успіху функцій безпеки системи фізичного захисту. Запропоновані критерії успіху в цілому можуть бути застосовані при ймовірнісному аналізі систем фізичного захисту. Було б доцільно навести приклади застосування даних критеріїв при оцінці СФЗ гіпотетичного об'єкту.

7. Розділ 4 дисертації присвячений створенню процедури визначення критеріїв прийнятності для критеріїв успіху функцій безпеки системи фізичного захисту ядерних установок. Запропоновані критерії прийнятності в цілому можуть бути застосовані при ймовірнісному аналізі систем фізичного захисту. Було б доцільно навести приклади застосування даних критеріїв при оцінці СФЗ гіпотетичного об'єкту.

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 Горбачика Сергія Олеговича на тему «Розробка методології та процедури аналізу критеріїв успіху в ймовірнісному аналізі ядерної захищеності» 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 галузі знань 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 Горбачик Сергій Олегович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 143 «Атомна енергетика».

Рецензент:

доцент кафедри атомної енергетики
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»,
кандидат технічних наук,
доцент

/  /

Тимофій БІБІК

М.П.

« 03 » червня 2025 року

