

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Остаповця Андрія Олександровича

на тему «Розробка методів кваліфікації модернізацій стратегії експлуатації систем, важливих для безпеки ядерних енергетичних установок»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 14 «Електрична інженерія»

за спеціальністю 143 «Атомна енергетика»

Актуальність теми дисертації.

Останнім часом у світовій ядерній енергетиці все більше уваги приділяється питанням підвищення безпеки АЕС щодо забезпечення їх стійкості до таких запланованих подій, як спільна дія землетрусу та затоплення АЕС Fukushima-Daiichi або численні довгострокові знеструмлення всіх енергоблоків на промайданчику Запорізької АЕС внаслідок ведення бойових дій на території України. Для протидії таким загрозам необхідне переосмислення підходів до забезпечення безпеки, що вимагає модернізації стратегії експлуатації систем, важливих для безпеки ядерних енергетичних установок.

Враховуючи актуальні наукові дослідження в області атомної енергетики, необхідно відмітити, що підвищення ефективності експлуатації АЕС і основного показника ефективності експлуатації — коефіцієнта використання встановленої потужності — КВВП може бути здійснено шляхом скорочення тривалості планово-попереджувальних ремонтів енергоблоків або збільшення тривалості паливних кампаній реактора і підвищення номінальної потужності реактора в умовах нормальної експлуатації енергоблоку. Реалізація стратегії підвищення номінальної потужності ядерного реактора може бути здійснена шляхом удосконалення нейтронно-фізичних і теплофізичних властивостей ядерного палива або конструктивно-технічних параметрів внутрішньо реакторних пристроїв.

Згідно з правилами і нормами безпеки атомної енергетики України, модернізація систем, важливих для безпеки, має бути доведена на забезпечення умов безпеки в робочих й аварійних режимах ядерних енергетичних установок.

Важливі обмеження відомих підходів до кваліфікації модернізації систем важливих для безпеки ядерних енергетичних установок, заснованих на розрахунковому моделюванні робочих і аварійних режимів детерміністичними кодами, пов'язані з впливом на інтерпретацію результатів кваліфікації негативних ефектів відмінностей детерміністичних кодів або користувачів

детерміністичними кодами, а також з виключенням можливості оптимізації визначальних параметрів стратегії підвищеної номінальної потужності реакторів. Враховуючи вищезазначене актуальною задачею є створення альтернативних методів кваліфікації стратегії підвищеної номінальної потужності, які дозволяють оптимізувати визначальні параметри підвищеної номінальної потужності і виключають ефекти відмінностей детерміністичних кодів або користувачів детерміністичними кодами.

Враховуючи вищезазначене, тема дисертації є досить актуальною, оскільки вона спрямована на вирішення важливих науково-технічних завдань, пов'язаних із забезпеченням та підвищенням безпеки атомних електростанцій, що є пріоритетним напрямком сучасної енергетики в умовах воєнного стану.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- виконано аналіз проєктних і перспективних стратегій експлуатації водо-водяних енергетичних ядерних реакторів на підвищеній номінальній потужності;

- створено детерміністичний метод кваліфікації стратегії експлуатації водо-водяних енергетичних ядерних реакторів на підвищеній номінальній потужності, який дозволяє оптимізувати визначальні параметри стратегії й виключає вплив ефектів відмінностей детерміністичних кодів і користувачів детерміністичними кодами;

- проведено аналіз методів кваліфікації стратегій експлуатаційних випробувань систем безпеки у робочих режимах реактора при нормальній його експлуатації;

- обґрунтовано адаптацію ризик-орієнтованого підходу оптимізації періодичності випробувань систем безпеки в умовах підвищеної номінальної потужності та підвищеної тривалості паливної кампанії ядерних енергетичних установок. Встановлено, що необхідні умови адаптації - ідентичність оптимальної частоти випробувань систем безпеки в режимах проєктної та підвищеної тривалості паливної кампанії а критерій оптимізації - імовірнісний показник максимальної надійності виконання призначених функцій безпеки систем, що відповідає оптимальній періодичності випробувань.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі атомної енергетики КПІ ім. Ігоря Сікорського під керівництвом доцента кафедри атомної енергетики, к.т.н., доц. Коньшина Валерія Івановича.

Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій дисертаційної роботи забезпечується ретельним аналізом

численних джерел наукової та науково-технічної літератури з безпеки ядерних енергетичних установок, наведено перелік проблемних питань, поставлено мету та завдання дисертаційної роботи й запропоновано шляхи їх вирішення.

Результати досліджень взаємоузгоджені, відповідають рівню відомих літературних джерел сучасних іноземних та вітчизняних вчених.

Достовірність отриманих результатів і сформульованих дисертантом висновків підтверджується використанням методу системного аналізу для оцінки причин, техногенних та екологічних наслідків важких аварій ядерних енергетичних установок, що виникли в результаті відносно малоімовірних вихідних аварійних подій, а також для формалізації основних вимог і положень концепції забезпечення безпеки АЕС у цих умовах; методів математичного комп'ютерного моделювання розвитку аварій на ядерних енергетичних установках АЕС; детерміністичних методів кваліфікації систем і обладнання ядерних енергетичних установок, важливих для безпеки; методів обґрунтування ефективних стратегій управління відносно малоімовірними важкими аваріями.

Аналіз положень та висновків дисертації довів, що прийняті під час розрахункової кваліфікації положення і припущення є цілком коректними, а отримані результати і висновки є достатньо обґрунтованими.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання з розробки методів кваліфікації модернізацій стратегії експлуатації систем, важливих для безпеки ядерних енергетичних установок 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 Остаповця А.О. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 143 «Атомна енергетика» та 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 Остаповця Андрія Олександровича 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, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 262 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність дослідження та подано загальну характеристику роботи. Сформульовано мету дослідження, визначено основні задачі, об'єкт і предмет дослідження. Наведено наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів. Представлено інформацію про особистий внесок здобувача, апробацію роботи, її структуру та обсяг.

У першому розділі виконано аналіз проєктних та перспективних стратегій експлуатації ядерних енергетичних установок, а також методичної і нормативної бази модернізації стратегії експлуатації, планових випробувань та технічного обслуговування і ремонту систем важливих для безпеки ядерних енергоустановок з водо-водяним енергетичним ядерним реактором. На основі виконаного аналізу обґрунтовано необхідність удосконалення методичної бази кваліфікації модернізації стратегій експлуатації, планових випробувань та технічного обслуговування і ремонту систем важливих для безпеки ядерних енергоустановок і необхідність приведення у відповідність Правил і норм безпеки до екстремальних умов експлуатації в умовах воєнного часу.

У другому розділі виконано аналіз відомих підходів розрахункової кваліфікації стратегій експлуатації ядерних енергетичних установок з водо-водяним енергетичним ядерним реактором в режимах підвищеної номінальної потужності та підвищеної тривалості паливних кампаній. На основі проведеного аналізу отримано наступні результати: критично допустима номінальна потужність реакторів повинна визначатися умовами виникнення термоакустичної нестабільності теплоносія в активній зоні; кваліфікація модернізацій стратегій підвищеної тривалості термінів паливних кампаній та номінальної потужності реакторів традиційними методами аналізу безпеки детерміністичними кодами є недостатньо обґрунтованою.

Вперше створено детерміністичний метод кваліфікації стратегії експлуатації ядерних енергетичних установок на підвищеній номінальній потужності та підвищеній тривалості паливних кампаній, заснований на критеріях термодинамічної подібності проєктних і модернізованих робочих та аварійних режимів. Створений метод встановлює оптимізацію визначальних параметрів модернізованої стратегії експлуатації реакторів на гранично допустимій номінальній потужності за умови дотримання усіх умов ядерної безпеки.

У третьому розділі проведено адаптацію ризик-орієнтованого методу оптимізації періодичності планових експлуатаційних випробувань систем важливих для безпеки ядерних енергоустановок у робочих режимах при нормальній експлуатації реактора до умов стратегії підвищеної номінальної потужності та підвищеної тривалості паливних кампаній із урахуванням збільшення тривалості робочих режимів реактора.

У четвертому розділі на основі адаптованого до умов стратегії підвищеної номінальної потужності та підвищеної тривалості паливних кампаній ризик-орієнтованого методу виконано кваліфікацію стратегії оптимізації періодичності експлуатаційних випробувань системи аварійного охолодження активної зони реактора насосами високого та низького тиску, системи підживлення та борного регулювання теплоносія, системи аварійного підживлення парогенераторів, у робочих режимах реактора на підвищеній номінальній потужності та підвищеній тривалості паливних кампаній.

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 5 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 1 стаття 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; 1 стаття, що додатково відображає результати дисертації.

Також результати дисертації були апробовані на 2 наукових фахових міжнародних 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, які зараховані за темою дисертації, виконані у співавторстві з науковим керівником та науковцями в атомній енергетиці, що свідчить про високий рівень особистого внеску здобувача у проведенні дослідження.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. У другому розділі дисертаційної роботи наведено кваліфікацію стратегії експлуатації реактора в режимах підвищеної тривалості паливних

кампаній та підвищеній номінальній потужності. Однак, в роботі не наведено результатів числових розрахунків модернізації тепловиділяючого елементу для підвищення тривалості паливної кампанії.

2. У загальних висновках та матеріалах третього і четвертого розділів не зрозуміло, які саме критерії та параметри оптимізації періодичності випробувань систем безпеки ядерних енергетичних установок були прийняті.

3. Окремі пункти наукової новизни сформульовані здобувачем таким чином, що скоріше відображають практичне значення результатів роботи.

4. Дисертація містить незначні орфографічні, граматичні та стилістичні помилки, однак вони не впливають на розуміння матеріалу.

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 Остаповця Андрія Олександровича на тему «Розробка методів кваліфікації модернізацій стратегії експлуатації систем, важливих для безпеки ядерних енергетичних установок» 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 Остаповець Андрій Олександрович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 143 «Атомна енергетика».

Рецензент:

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

М.П.

« 6 » червня

20 25 року

