

Голові разової спеціалізованої вченої ради в
Національному університеті
«Одеська політехніка»
завідувачу кафедри атомних електростанцій,
доктору технічних наук, професору
Володимиру КРАВЧЕНКУ

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, доктора технічних наук, професора кафедри АЕС Національного університету «Одеська політехніка» Барбашева Сергія Вікторовича на науковий рівень дисертації і наукових публікацій здобувача Филонича Юрія Володимировича «Удосконалення технології діагностики течі з першого контуру в другий за допомогою детекторів іонізуючого випромінювання для реакторних установок з ВВЕР-1000», яку подано до захисту на здобуття ступеню доктора філософії з галузі знань 14 – Електрична інженерія, за спеціальністю 143 – Атомна енергетика.

Актуальність теми роботи. Відповідно до результатів імовірнісного аналізу безпеки одними з основних вкладників у частоту пошкодження активної зони і частоту максимального аварійного викиду для реактора типу ВВЕР-1000 є теча з першого контуру в другий (ТПКД). На сьогоднішній день застосування на АЕС України з РУ типу ВВЕР-1000 другого покоління технічних засобів, які здатні забезпечити оперативний безперервний моніторинг величини ТПКД з формуванням відповідних сигналів запуску алгоритму управління такими течами і відповідних технологічних захистів та блокувань управляючих систем безпеки без втручання оперативного персоналу АЕС, є не до кінця вирішеним проблемним питанням. Його вирішення є актуальним завданням для української атомної енергетики. Не дарма воно включено до комплексної (зведеної) програми підвищення рівня безпеки енергоблоків АЕС (КзППБ). Тому, тема дисертаційної роботи Филонича Ю.В., яка пов'язана з ТПКД, теж є **актуальною**.

Здобувач Филонич Ю.В. у своїй роботі отримав низку результатів, які дозволили вирішити деякі існуючі проблемні питання, й удосконалити технологію діагностики течі з першого контуру в другий за допомогою детекторів іонізуючого випромінювання для реакторних установок з ВВЕР-1000.

Новизну представлених теоретичних та експериментальних результатів дослідження представлено в опублікованих наукових працях, а саме:

1. Ю. Филонич, В. Запорожан, О. Балашевський, В. Герлига, Тарасов В, “Використання лічильника Гейгера-Мюллера для визначення аварійного парогенератора під час міжконтурної течії в реакторних установках типу ВВЕР-1000”, *Ядерна та радіаційна безпека*, № 4(88), 2020, с. 31-38, doi: 10.32918/nrs.2020.4(88).04.

2. Ю. Филонич, К. Меркотан, В. Запорожан, О. Балашевський, “Аналіз впливу вигорання ядерного палива реактора ВВЕР-1000 на швидкість утворення ^{16}N в теплоносії першого контуру”, *Ядерна фізика та енергетика*, № 1(22), 2021, с. 48-55, doi: 10.15407/jnpae2021.01.048.

3. Ю. Филонич, В. Запорожан, О. Балашевський, “Валідація моделі лічильника Гейгера-Мюллера БДМГ-04-02 за допомогою методу Монте-Карло”, *Питання атомної науки і техніки*, № 6(136), 2021, с. 149-154, doi: 10.46813/2021-136-149.

4. Ю. Филонич, Ю. Комаров, В. Герлига, “Вплив ефектів перехресних завад на коректне визначення аварійного парогенератора у разі міжконтурної течії в реакторній установці ВВЕР-1000”, *Ядерна та радіаційна безпека*, № 1(97), 2023, с. 58-66, doi: 10.32918/nrs.2023.1(97).07.

5. Ю. Филонич, А. Ксьондзик, К. Меркотан, В. Тарасов, “Розробка та валідація геометричних моделей для реакторних установок Українських АЕС у нейтронно-фізичному коді MCNP”, *Безпека та ефективність атомної енергетики: матеріали VI міжнар. наук.- практ. конф.*, Одеса, Україна, 4-6 вересня, 2018.

6. Ю.Филонич, Ю. Комаров, “Обґрунтування вибору уставки запуску системи управління аварією “Теча з першого контуру в другий” в реакторних установках типу ВВЕР-1000”, *Перспективи впровадження інновацій у атомну енергетику: зб. тез доп. IV міжнар. конф.*, Київ, Україна, 30 вересня, 2022, с. 12-13.

7. Ю. Филонич, Ю. Комаров, В. Запорожан, “Вплив ефектів перехресних завад на коректне визначення аварійного ПГ при міжконтурній течії в РУ ВВЕР-1000”, *Проблеми сучасної ядерної енергетики: зб. тез доп. XVI міжнар. наук.-техн. конф. молодих вчених та фахівців*, Нетішин, Україна, 16-18 листопада, 2022, с. 75-76.

8. Ю. Филонич, К. Меркотан, А. Ксьондзик, В. Запорожан, “Розрахунковий аналіз вигорання ядерного палива реакторів ВВЕР-1000 за допомогою MCNP6.2”, *Проблеми сучасної ядерної енергетики: зб. тез доп. XVI міжнар. наук.-техн. конф. молодих вчених та фахівців*, Нетішин,

Україна, 16-18 листопада, 2022, с. 74-75.

Опубліковані наукові результати відповідають основним науковим результатам, які представлено в роботі як **наукова новизна**, до якої слід віднести наступне:

1. На основі розробленої розрахункової моделі реактора ВВЕР-1000 з деталізацією водовмісних об'ємів в МСНР 6.2 виконано уточнення розрахункової залежності швидкості напрацювання ^{16}N від глибини вигорання ядерного палива. Ця розрахункова залежність, на відміну від раніше існуючих, достовірніше корелює з експериментальними даними.

2. Дістали подальший розвиток математичні моделі для розрахунку транспорту летючих радіонуклід в другому контурі, в яких, на відміну від існуючих, моделюється розпад та дисперсія атомів азоту-16 протягом транспорту від місця течії до паропроводу гострої пари ПГ беручи до уваги проходження шару кип'ячої рідини.

3. Вдосконалено розрахункову модель лічильника Гейгера-Мюллера БДМГ-04-02, що забезпечило достовірніше прогнозування залежності відгуку лічильника від активності джерела іонізуючого випромінювання в широкому енергетичному діапазоні, що виходить за межі експлуатаційних характеристик лічильника.

4. Вперше поєднано комплекс сучасних нейтронно-фізичних, теплогідравлічних та аналітичних розрахунків для визначення витрати в течу за допомогою детекторів реєстрації ІВ, що дозволило детально дослідити ефект взаємного впливу та усунути можливість хибної ідентифікації аварійного парогенератора при аварії з ТПКД.

Таким чином, основні положення дисертації повністю викладено в опублікованих працях. Вимоги щодо кількості, якості публікацій та часового інтервалу їхнього опублікування – виконано.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі Филонича Ю. В. є достатньо високим й базується на достатньому аналізі літературних джерел за обраною проблемою, накопиченому практичному досвіді аналізу аварійних процесів в реакторних установках ВВЕР-1000, гармонійному поєднанні мети та задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження та розрахункових програмних засобів, якісному формулюванні отриманих висновків.

По-перше, ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій доведено застосованими методами дослідження:

детерміністичний, аналітичний, імовірісно-статистичний та методами вимірювання іонізуючого випромінювання.

По-друге, доведено, що ступінь обґрунтованості наукових положень відповідністю роботи ОНП 3-го рівня спеціальності 143 – «Атомна енергетика». Тема та мета дисертаційної роботи узгоджуються з ціллю освітньо-наукової програми ОНП 3-го рівня спеціальності 143 – «Атомна енергетика».

Наукові результати дисертаційної роботи відповідають програмним предметним, фаховим і інноваційним компетентностям ОНП 3-го рівня спеціальності 143 – «Атомна енергетика»:

СК1. Концептуальні та методологічні знання щодо практичного використання законів, правових актів та нормативно-технічної документації з ядерної енергетики.

СК2. Уміння розробляти математичні та фізичні моделі, використовувати комп'ютерні коди для моделювання процесів в ядерних енергетичних установках.

СК3. Здатність до аналізу схем та параметрів енергоустановок; спілкування з фахівцями та науковою спільнотою в галузі атомної енергетики.

СК4. Здатність до аналітичного розв'язання задач, пов'язаних з функціонуванням основного технологічного обладнання.

СК5. Уміння математичного моделювання фізичних процесів в ядерних реакторах, теплообмінному обладнанні та системах ядерних енергетичних установок; планування та реалізацію наукового дослідження в галузі атомної енергетики з дотриманням академічної доброчесності.

СК6. Уміння розробляти та модернізувати засоби та системи контролю технологічних параметрів та радіаційного контролю, проводити та аналізувати результати поточного контролю за процесами на АЕС та навколишнього середовища.

СК7. Використовувати надбані знання для розробки нових моделей та методологічних підходів по управлінню фізичною та ядерною безпекою об'єктів ядерної енергетики та вирішення прикладних задач в атомній галузі з застосуванням новітніх інноваційних технологій, застосування здобувачем кодів і програмних комплексів для аналізу і оцінки безпеки АЕС.

По-третє, ступінь обґрунтованості наукових положень доведено по сформульованим завданням, згідно з якими необхідно було:

- проаналізувати існуючі методи та підходи визначення ТПКД. Відзначити характерні недоліки та переваги наявних систем визначення ТПКД;

- розробити нейтронно-фізичні моделі реактора в ПЗ MCNP6.2 задля визначення активності ТПК за ^{16}N з урахуванням вигорання ядерного палива; розробити математичні моделі транспорту реперних нуклідів, зокрема ^{16}N , до точки детектування, беручи до уваги процеси масо і теплопереносу в другому контурі;
- інтегрувати математичну модель транспорту реперних нуклідів в модель ЯПГУ в теплогідравлічному ПЗ RELAP5;
- обґрунтувати використання лічильника Гейгера-Мюллера за межами енергетичного діапазону вимірювання, що представлений в його паспортних (технічних) характеристиках;
- розрахувати ППД гамма-випромінювання в області детектування залежно від витрати в ТПКД з урахуванням різних режимів роботи РУ (20÷100 % від НРП РУ, різні комбінації працюючих/непрацюючих ГЦН), невизначеності розташування місця течії, ізотопного складу ТПК, а також положення лічильників;
- оцінити зведену невизначеність та обґрунтувати обмеження системи вимірювання витрати ТПКД в ПГ;
- проаналізувати можливості хибної ідентифікації неаварійного ПГ як АПГ. Розробити способи запобігання помилкового визначення АПГ;
- проаналізувати використання різних типів приладів, які можуть застосовуватися в якості основних елементів СУА ТПКД, для ідентифікації АПГ;
- визначити межі використання системи та оцінити вплив на проказники безпеки;
- розробити рекомендації щодо вдосконалення компоновок систем контролю або моніторингу ТПКД.

Рівень виконання поставленого наукового завдання. Високий рівень поставленого наукового завдання, яке полягає у врахуванні цілого комплексу нейтронно-фізичних та теплогідравлічних процесів при визначенні аварійного парогенератора в умовах міжконтурної течії, підвищенні надійності обладнання ЯПГУ шляхом кількісного врахування негативних ефектів від суміжного розташування паропроводів в реакторах ВВЕР-1000.

Значимістю отриманих результатів для практичного використання. Практичні положення дисертаційного дослідження впроваджено в діяльність експлуатуючої організації українських АЕС ДП «НАЕК» Енергоатом», що підтверджується відповідними актами впровадження.

Дискусійні питання та зауваження щодо змісту дисертації.

В якості зауважень до дисертаційної роботи можна вказати наступне:

1. У першому розділі роботи треба було б представити більш детальний аналіз робіт як українських, так і зарубіжних авторів, які вирішували проблеми, що розглядаються автором у своїй дисертації. Наприклад, розробки співробітників ТОВ "НВП "АТОМ КОМПЛЕКС ПРИЛАД-НАУКА" та ФДУП НДТІ ім. А.П. Александрова.

2. У підрозділі 2.4.1 сказано про те, що розміри і матеріальний склад деяких критично важливих компонентів в специфікації БДМГ-04-02 не надається. Проте ці характеристики можна знайти, наприклад, в M.L. Baranochnikov. Radiation receivers and detectors. Handbook, Moscow: DMK Press, ISBN 978-5- 97060-532-5, 2017, 1041 p.

3. Також у підрозділі 2.4.1 стверджується, що параметри основних конструкційних елементів лічильника Г-М відсутні у відкритому доступі. Але ці дані не є закритими.

4. Чи не простіше було взяти вже відомі характеристики лічильника та блоку детектування, які наведені у технічній документації, і на них базувати дослідження. Моделювання доцільне було б при розробці нових блоків детектування, а у роботі досліджується вже відомий БДМГ-04-02.

5. У підрозділі 3.5, де річ йде про різні методи вимірювання іонізуючого випромінювання, слід було розповісти про них більш докладно, проаналізувавши всі їхні переваги та недоліки. Особливу увагу доцільно було б приділити розробкам ТОВ "НВП "АТОМ КОМПЛЕКС ПРИЛАД-НАУКА", які впроваджені на українських АЕС.

Висловлені зауваження мають дискусійний характер та не впливають на її загальну позитивну оцінку.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. Дисертаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, анотації, списку використаних джерел, переліку умовних позначень та скорочень, додатків. Повний обсяг дисертаційної роботи складає 248 сторінок, з яких 161 сторінка основного тексту. У роботі наведено 51 рисунок та 63 таблиці, 4 додатки. Список використаних джерел містить 161 найменування. Дисертацію оформлено відповідно до чинних вимог, які визначені Міністерством освіти і науки України.

Отримані результати свідчать про високу індивідуальність роботи. У всьому тексті дисертації простежується авторський стиль. У дисертації не виявлено текстових запозичень і використання наукових результатів інших науковців без посилань на відповідні джерела, або зазначення їхньої участі.

Загальний висновок щодо дисертації в цілому

Представлена дисертаційна робота «Удосконалення технології діагностики течі з першого контуру в другий за допомогою детекторів іонізуючого випромінювання для реакторних установок з ВВЕР-1000» є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить нові науково обґрунтовані результати. У дисертації розв'язано актуальну науково-прикладну задачу, яка полягає в розробці комплексного методу визначення аварійного ПГ при течі з першого контуру в другий за допомогою детекторів реєстрації іонізуючого випромінювання, які розташовані на паропроводах гострої пари ПГ. Вирішення цього питання дозволило удосконалити спосіб контролю ступеню негерметичності ПГ при ТПКД.

Одержані наукові та практичні результати є вагомими для атомної галузі в цілому. Тема і зміст дисертації відповідають спеціальності 143«Атомна енергетика».

Отже, з огляду на актуальність теми дисертації, обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації, їхню новизну та практичну цінність, повноту викладення в наукових публікаціях, відсутність порушень академічної доброчесності, вважаю, що дисертація цілком 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 від 12 січня 2022 року №44, а її автор, Филонич Юрій Володимирович – заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 143 «Атомна енергетика».

Офіційний рецензент:

доктор технічних наук,
професор кафедри атомних електростанцій
Навчально- наукового інституту енергетики
Національного університету
«Одеська політехніка»

Сергій БАРБАШЕВ