Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U005310

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 24-09-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гашимов Артур Маратович

2. Artur M. Hashymov

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0006-4054-3757

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 122

Назва наукової спеціальності: Комп’ютерні науки

Галузь / галузі знань: інформаційні технології

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 46829 Комп'ютерні науки

Дата захисту: 29-10-2026

Спеціальність за освітою: Атомна енергетика

Місце роботи здобувача: Інститут проблем математичних машин і систем Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417503

Місцезнаходження: проспект Академіка Глушкова, Київ, 03680, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 17125

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем математичних машин і систем Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417503

Місцезнаходження: проспект Академіка Глушкова, Київ, 03680, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем математичних машин і систем Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417503

Місцезнаходження: проспект Академіка Глушкова, Київ, 03680, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 20.54

Тема дисертації:

1. Метод визначення критеріїв початку пошкодження активної зони реакторної установки ВВЕР-1000 за результатами моделювання теплогідравлічних процесів

2. Method for determining the criteria for the onset of core damage of the VVER1000 reactor plant based on the results of modeling thermalhydraulic processes

Реферат/анотація:

1. У дисертаційному дослідженні вирішується актуальне наукове завдання, яке полягає у створенні науково обґрунтованого методу визначення достатньої кількості параметрів та визначення їх оптимальних значень для прийняття рішень автоматизованою інформаційною системою підтримки оператора щодо зміни стратегії управління аварією у процесі її розвитку у важку фазу для реакторної установки ВВЕР-1000. Розвиток потенційних аварійних процесів на АЕС можна умовно розділити на три фази: проєктна аварія (аварії, що врахована проєктом при розробці систем безпеки та супроводжується не більш ніж однією незалежною від вихідної події відмовою обладнання або помилковими діями персоналу), запроєктна аварія (проєктна аварія при виникненні непередбаченої проєктом систем безпеки вихідною подією, або / та більш

ніж однією незалежною відмовою обладнання або помилковими діями персоналу) та важку аварію (аварія, що супроводжується пошкодженням ядерного палива). Визначення критерію переходу запроєктної аварії у важку фазу є важливим науковим завданням яке безпосередньо впливає на ефективність реалізації протиаварійних процедур та вибору найефективніших дій персоналу. Метою дисертаційної роботи є розробка методу аналізу потоків вимірюваної інформації в аварійних ситуаціях та інформації від удосконаленої імітаційної комп'ютерної моделі РУ типу ВВЕР-1000 з ціллю удосконалення та оптимізації автоматизованої інформаційної системи підтримки оператора на основі симптомно-орієнтованих аварійних інструкцій. Предметом дослідження є моделі, методи формалізованого опису та комп'ютерні коди з програмною реалізацією протікання запроєктної аварії та розробки методу визначення критерію переходу запроєктної аварії у фазу важкої аварії. У ході виконання наукового дослідження отримано такі наукові результати: Вперше: 1. Для автоматизованої інформаційної системи РУ на основі комп'ютерного імітаційного моделювання сценаріїв запроєктних аварій реакторів типу ВВЕР-1000 розроблено метод визначення критерію переходу запроєктної аварії у важку фазу на основі багатопараметричного критерію, який включає температурні та радіаційні параметри, що на відміну від консервативного критерію, який використовується у теперішній час й не підтверджений розрахунково, дозволяє отримати науково обґрунтовані граничні значення параметрів для прийняття рішень в алгоритмах управління аварійними станами РУ з меншою долею консерватизму за рахунок зменшення невизначеності, яка випливає з базових характеристик реакторної установки ВВЕР-1000 та різноманітності експлуатаційних станів й вихідних подій аварій. Розроблений метод можна адаптувати для реакторних установок іншого типу; 2. Розроблено на основі RELAP5 для реакторів типу ВВЕР-1000 деталізовану комп'ютерну імітаційну модель вимірювальних термопар на виході активної зони та оточуючих їх конструктивних елементів, що дозволило врахувати інерційну затримку інформації для автоматизованої інформаційної системи РУ в умовах швидкоплинних процесів зміни температури у перехідних аварійних процесах, що зменшує невизначеності стану ядерного палива у реальному часі. Набула подальшого розвитку комп'ютерна модель моніторингу радіаційних полів у приміщеннях гермооболонки реакторного відділення для реакторів типу ВВЕР-1000 у процесах розвитку аварії за рахунок синтезу й аналізу інформації усіх засобів штатної системи вимірювання радіаційних параметрів, що дозволило врахування радіаційного критерію у методі визначення початку пошкодження активної зони реакторної установки, чим підвищується надійність діагностики стану активної зони в аварійних умовах; Удосконалено у цілому імітаційну комп'ютерну модель реакторної установки ВВЕР-1000 на основі RELAP5 шляхом коректного врахування процесів за умов високих температур теплоносія при низькій густині пари притаманних пізнім стадіям запроєктної аварії при переході у важку фазу за рахунок більш детального моделювання систем вимірювання температури теплоносія та врахування ефектів теплової інерції.

2. This dissertation addresses a pressing scientific problem, which consists of developing a scientifically sound method for identifying a sufficient number of parameters and determining their optimal values to enable an automated operator support information system to make decisions regarding changes to the accident management strategy as the accident progresses into a severe phase for a VVER-1000 reactor unit. The development of potential accident processes at a nuclear power plant can be conditionally divided into three phases: a design-basis accident (an accident accounted for in the design when developing safety systems and accompanied by no more than one equipment failure or human error independent of the initiating event), a beyond-design-basis accident (a design-basis accident in which an initiating event not anticipated by the safety systems occurs, and/or more than one independent equipment failure or human error occurs), and a severe accident (an accident accompanied by damage to nuclear fuel). Defining the criterion for the transition of a beyond-design-basis accident to the severe phase is an important scientific task that directly affects the effectiveness of implementing emergency procedures and selecting the most effective actions by personnel. The objective of this dissertation is to develop a method for analyzing the flow of measured information during emergency situations and information from an improved computer simulation model of a VVER-1000-type reactor unit, with the aim of improving and optimizing the automated operator support information system based on

symptom-oriented emergency instructions. The subject of the study is models, methods of formalized description, and computer codes with software implementation of a beyond-design-basis accident, as well as the development of a method for determining the criterion for the transition of a beyond-design-basis accident into a severe accident phase. The following scientific results were obtained during the course of this research: For the first time: 1. For the automated information system of the reactor unit, based on computer simulation modeling of beyond-design-basis accident scenarios for VVER-1000 type reactors, a method was developed to determine the criterion for the transition of a beyond-design-basis accident to the severe accident phase based on a multiparameter criterion that includes temperature and radiation parameters; unlike the conservative criterion currently in use, which has not been confirmed by calculations, allows for the derivation of scientifically sound threshold values for parameters used in decision-making within reactor emergency control algorithms, with a lower degree of conservatism due to a reduction in uncertainty arising from the basic characteristics of the VVER-1000 reactor plant and the diversity of operating conditions and initial accident events. The developed method can be adapted for other types of reactor units. 2. A detailed computer simulation model of the measuring thermocouples at the core outlet and the surrounding structural elements was developed based on RELAP5 for VVER-1000-type reactors, which made it possible to account for the inertial delay in information for the automated control room information system under conditions of rapidly changing temperature processes during transient accident scenarios, thereby reducing uncertainties regarding the state of nuclear fuel in real time. A computer model for monitoring radiation fields inside the containment of the reactor compartment for VVER-1000-type reactors during accident progression was further developed by synthesizing and analyzing data from all components of the normal-operating radiation measurement system, which made it possible to incorporate the radiation criterion into the method for determining the onset of damage to the reactor core, thereby improving the reliability of core condition diagnostics under accident conditions. The overall computer simulation model of the VVER-1000 was improved overall based on RELAP5 by correctly accounting for processes under conditions of high coolant temperatures and low steam density characteristic of the late stages of a beyond-design-basis accident during the transition to the severe phase, through more detailed modeling of coolant temperature measurement systems and consideration of thermal inertia effects.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Vaglio-Gaudard C., Airola M., Ambrosini W., Crevon S., De Angelis A., Fütterer M. A., Goicea A., Hashymov A., Hollands T., Ikonen J. P. et al. Integrating nuclear Small Modular Reactors into low-carbon energy systems: an illustration using a recent European R&D initiative. Sustainable Energy Technologies and Assessments. 2026. Vol. 86, Art. N 104787. DOI: https://doi.org/10.1016/j.seta.2025.104787.
- Böttcher M., Bernard O., Mas A., Sanchez V., Nop R., Belaunde F., Bourcier C., Ruban D., Hashymov A., Halim O., Pucciarelli A., Forgione N. CFD analysis of coolant mixing in VVER-1000/V320 reactor pressure vessel. Annals of Nuclear Energy. 2024. Vol. 197. Art. N 110274. DOI: https://doi.org/10.1016/j.anucene.2023.110274.
- von Oertzen G., Nitzsche O., Hashymov A. UC1 sampling plan, liquid waste storage tanks, JRC Ispra. EPJ Nuclear Sciences & Technologies. 2020. Vol. 6. Art. N 15. DOI: https://doi.org/10.1051/epjn/2019043.
- Verrier D., Vezzoni B., Calgaro. B., Bernard O., Previti A., Lafaurie C., Hashymov A., Groudev P., Stefanova A. et al. Codes and Methods Improvements for VVER Comprehensive Safety Assessment: The CAMIVVER H2020 Project. Proc. of the 2021 28th Intern. Conf. on Nuclear Engineering. Vol. 2: Nuclear Fuels, Research, and Fuel Cycle; Nuclear Codes and Standards; Thermal-Hydraulics. (ASME, Virtual, Online. August 4–6, 2021). Paper N:

ICONE28-64169, V002T07A010. ASME, 2021. 6 P. ISBN: 978-0-7918-8525-3. DOI: https://doi.org/10.1115/ICONE28-64169.
- Stefanova A., Groudev P., Vryashkova P., Hashymov A. et al. Benchmark results of Main Coolant Pump start-up transient of the VVER1000 Kozloduy6 Nuclear Power Plant. Proc. of ICAPP 2023. (23–27 April 2023, Gyeongju, Korea).
2023. Paper N 2023117. 8 P. URL: https://www.researchgate.net/publication/377689533_Benchmark_results_of_M 6_Nuclear_Power_Plant. (дата звернення: 19.12.2025).
- Hashymov A. Safety Analysis, Thermal hydraulic. RELAP5. Refresh. Support to the Nuclear Regulator in South Africa (Identification Nr: EU-INTPA/2O221EA-RP/0067). Training Workshop, 10–14 February 2025. 79 p.
- Hashymov A. Safety Analysis, Thermal hydraulic. RELAP5. Support to the Nuclear Regulator in South Africa (Identification Nr: EU-INTPA/2O221EA-RP/0067). Training Workshop, 21 October – 1 November 2024. 94 p.
- Бєгун В.В., Гашимов А.М. Впровадження технології ММР в Україні. Адаптація існуючої системи поводження з ВЯП. Проблеми зняття з експлуатації об'єктів ядерної енергетики та відновлення навколишнього середовища (INUDECO 2025): Матеріали X Міжнар. конф. Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2024. С. 9.
- Бєгун В.В., Гашимов А.М. Оцінка безпеки ММР по радіаційному фактору на майданчику АЕС. Проблеми зняття з експлуатації об'єктів ядерної енергетики та відновлення навколишнього середовища (INUDECO 2024): Матеріали IX Міжнар. конф. Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2024. С. 5.
- Кньовець Д.В., Гашимов А.М. Визначення найбільш ефективної процедури відновлення при аварії з протічкою першого контуру. Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики: матеріали XVII Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених та студентів (Київ, 23–26 квітня 2019 р.). Київ, 2019. Т. 1. С. 17. URL: https://iate.kpi.ua/uploads/p_21_46257126.pdf. (дата звернення: 19.12.2025).
- Бєгун В.В., Гашимов А.М. Модифікація комп'ютерної розрахункової моделі реакторної установки ВВЕР-1000. Детальне моделювання термопар. Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (Івано-Франківськ, 6–8 липня 2023 р.). Івано-Франківськ, 2023. С. 165–166. ISBN: 978-617-8128-23-4.
- Філонюк Д.А., Гашимов А.М. Визначення набору реєстрованих параметрів, які достовірно характеризують перехід від запроєктної аварії до тяжкої аварії. Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики: матеріали XVI Міжнар. наук.-практ. конф. аспірантів, магістрантів і студентів (Київ, 24–27 квітня 2018 р.). Київ, 2018. Т. 1. С. 31.
- Vaglio-Gaudard C., Airola M., Ambrosini W., Crevon S., De Angelis A., Fütterer M. A., Goicea A., Hashymov A., Hollands T., Ikonen J. P. et al. The EURATOM TANDEM Project to Pave the Way of Nuclear SMR Integration into Hybrid Energy Systems Contributing to Net-Zero Emission. SSRN. 2025. (Preprint). DOI: https://doi.org/10.2139/ssrn.5405285.
- Von Oertzen G., Nitzsche O., Gashimov A. Sampling plans for use case 1. UC1 sampling plan, liquid waste storage tanks, JRC Ispra. INSIDER Project (Horizon 2020). Deliverable D3.4. 2019. 20 p. URL: https://insider-h2020.eu/wp-content/uploads/2019/04/INSIDER-D3.4-UC1-sampling-plan-V2-PU.pdf. (дата звернення: 19.12.2025).
- Bernard O., Etcheto J., Garcia M., Hashymov A. et al. Description of thermal-hydraulics models. Results of steady-state benchmark. CAMIVVER Project (Horizon 2020). Deliverable D7.1. 2021. 30 p. URL: https://cordis.europa.eu/project/id/945081/results. (дата звернення: 19.12.2025).
- Hashymov A., Sevbo O. A comprehensive review of the available VVER data for verification and validation of neutronics and thermal-hydraulics codes. CAMIVVER Project (Horizon 2020). Deliverable D3.1. 2021. 25 p. URL: https://cordis.europa.eu/project/id/945081/results. (дата звернення: 19.12.2025).
- Stefanova A., Groudev P., Vryashkova P., Hashymov A. et al. Results of Kozloduy-6 MCP start-up transient benchmark. CAMIVVER Project (Horizon 2020). Deliverable D7.2. 2022. 30 p. URL: https://cordis.europa.eu/project/id/945081/results. (дата звернення: 19.12.2025).

- Bernard O., Böttcher M., Hashymov A. et al. Description of CFD models from partners. Result of outlet flow distribution benchmark. CAMIVVER Project (Horizon 2020). Deliverable D6.1. 2022. 35 p. URL: https://cordis.europa.eu/project/id/945081/results. (дата звернення: 19.12.2025).
- Weyermann F., Buchholz S., Hashymov A. Small modular reactor for a European safe and decarbonized energy mix (TANDEM). ATHLET SMR model description. TANDEM Project (EURATOM). Deliverable D2.7. 21 p. URL: http://tandemproject.eu/docs/deliverables/WP2/D2.7.pdf. (дата звернення: 19.12.2025).

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези; програмні продукти, програмно-технологічна документація

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища; зменшення зносу обладнання; підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бєгун Василь Васильович
2. Vasilij V. Begun

Кваліфікація: д. т. н., доцент, 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0045-8586

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем математичних машин і систем Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417503

Місцезнаходження: проспект Академіка Глушкова, Київ, 03680, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Маслянко Павло Павлович
2. Pavlo P. Maslianko

Кваліфікація: к. т. н., с.н.с.

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4001-7811

Додаткова інформація: Наукова спеціальність: 05.13.01 Управління в технічних системах

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Яцишин Андрій Васильович
2. Andrii V. Yatsyshyn

Кваліфікація: д. т. н., с.н.с., 21.06.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5508-7017

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Центр інформаційно-аналітичного та технічного забезпечення моніторингу об'єктів атомної енергетики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 25198635

Місцезнаходження: пр. Академіка Палладіна , Київ, 03142, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Скалозубов Володимир Іванович
2. Volodimir I. Skalozubov

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.14.14

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2361-223X

Додаткова інформація: Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки 2014 за роботу «Комплекс методів та заходів забезпечення безпечної експлуатації та ефективності АЕС України»

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Одеська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 43861328

Місцезнаходження: пр. Шевченка, Одеса, 65044, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ковалець Іван Васильович

2. Ivan V. Kovalets

Кваліфікація: д.т.н., с.н.с., 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5553-3299

Додаткова інформація: Scopus Author ID 55943233300
https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55943233300

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем математичних машин і систем Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417503

Місцезнаходження: проспект Академіка Глушкова, Київ, 03680, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Беженар Роман Васильович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Беженар Роман Васильович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Каревіна Наталія Павлівна
Реєстратор	Юрченко Тетяна Анатоліївна
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна