

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U004457

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 10-08-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № НСВС/66/26 від 21.09.2026



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сущенко Костянтин Олександрович

2. Kostiantyn O. Sushchenko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6242-8075

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 143

Назва наукової спеціальності: Атомна енергетика

Галузь / галузі знань: електрична інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 46357 Атомна енергетика

Дата захисту: 03-09-2026

Спеціальність за освітою: Атомна енергетика

Місце роботи здобувача: Славутицький заклад загальної середньої освіти I-III ступенів № 1

Славутицької міської ради Вишгородського району Київської області

Код за ЄДРПОУ: 25294161

Місцезнаходження: проспект Незалежності, Славутич, 07101, Україна

Форма власності: Комунальна

Сфера управління: Держадміністрація

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16633

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

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

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

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 58.09.01

Тема дисертації:

1. Моделювання ефекту повторної і зворотної критичності в неорганізованих водо-уранових системах з низькозбагаченим розмножуючим середовищем
2. Modeling of the effects of re-criticality and "recurrent" criticality in water-uranium systems with low-enriched breeding medium

Реферат/анотація:

1. Дисертацію присвячено вирішенню проблеми забезпечення ядерної безпеки системи Новий Безпечний Конфайнмент – Об'єкт «Укриття» (НБК-ОУ) при довготривалому зберіганні паливовмісних матеріалів (ПВМ), що утворилися внаслідок аварії на 4-му енергоблоці ЧАЕС у 1986 р. Ризики виникнення самопідтримної ланцюгової реакції (СЛР) пов'язані зі зміною температурно-вологісного режиму після встановлення НБК та наявністю скупчення ПВМ із критичною масою урану в зоні проплавлення опорної плити (ОП) шахти реактора. Ядерна небезпека зумовлена специфікою водо-уранових систем із низькозбагаченим розмножувальним середовищем, для яких характерні два значення критичності залежно від густини води. Повторна критичність досягається при надходженні води в сухе ядерно-небезпечне скупчення (ЯНС), а

«зворотна» — при виході води з перезволоженого середовища ЯНС. Після встановлення НБК припинення доступу опадів спричинило втрату вологи та постійне зростання щільності потоку нейтронів (ЩПН) на периферії ЯНС, що підвищує ризик «зворотної» критичності. У першому розділі наведено огляд модельних та експериментальних досліджень продуктів взаємодії розплаву палива з бетоном (ВРБ) коріумного походження. Сформовано уявлення про хімічний склад, структуру та геометрію ЯНС ПВМ. Оцінено нейтронно-фізичні параметри існуючої U-Si фізичної моделі та обґрунтовано необхідність використання нової версії хімічного складу ЯНС на основі продуктів ВРБ. У другому розділі проаналізовано багаторічний моніторинг динаміки ЩПН у приміщенні 305/2 за період 1988–2023 рр., зокрема нейтронну аномалію 1990 р. Визначено вихідні дані для фізичної моделі ЯНС, уточнено її локалізацію в ОП та геометрію за результатами замірів температур і буріння свердловин. У третьому розділі запропоновано сценарій аварійних процесів утворення розплаву палива і цирконію оболонок твелів (коріуму) в АЗ, його виходу на ОП та взаємодії з бетоном. На основі матеріально-енергетичного балансу сформовано вихідні дані для уран-цирконієвої моделі. Змодельовано динаміку ЩПН за допомогою системи диференціальних рівнянь. Показано, що максимальна реактивність при «зворотній» критичності є більшою, ніж при повторній, через позитивний температурний коефіцієнт реактивності. Вдосконалено фізичну модель ЯНС через структуру еквівалентної гетерогенної комірки та розроблено алгоритм оцінки рівня підкритичності в коді MCNP6. У четвертому розділі наведено розрахункові дослідження параметрів фізичної моделі (геометрія, маса, збагачення за ^{235}U та ^{239}Pu , хімічний склад, пористість, гетерогенність) у коді MCNP6. Отримано консервативні оцінки швидкості введення позитивної реактивності при втраті води. Розглянуто методи оперативного та превентивного запобігання досягненню аварійних рівнів підкритичності. Наукова новизна одержаних результатів: Вперше: - розроблено алгоритм оцінки поточного та прогнозованого рівнів підкритичності ЯНС ПВМ в зоні проплавлення ОП у приміщенні 305/2 комплексу НБК-ОУ за допомогою ретроспективного аналізу моніторингу ЩПН, який враховує вплив сезонних коливань температури і вологості; - виконано розрахунки в програмному коді MCNP6 уран-цирконієвої фізичної моделі ЯНС, яка порівняно з уран-силікатною дозволяє точніше оцінити її нейтронно-фізичні характеристики. Вдосконалено: - математичну модель для дослідження можливості виникнення, розвитку та властивостей СЛР в ПВМ об'єкту «Укриття» із врахуванням температурного ефекту реактивності; - порівняно характер розвитку СЛР при повторній та зворотній критичності в ЯНС ПВМ. Знайшли подальший розвиток: - підходи до вибору діапазону параметрів критичності фізичної моделі ЯНС шляхом оптимізації вхідних даних для розрахунків; - уран-цирконієва фізична модель ЯНС із використанням ширшого набору даних для розрахунку хімічного складу. Ключові слова: Новий Безпечний Конфайнмент, ядерна безпека, реактивність, повторна критичність, «зворотна» критичність, моделювання, коріум, ядерне паливо, паливовмісні матеріали, самопідтримна ланцюгова ядерна реакція.

2. Confinement – Object "Shelter" (NSC-SO) complex during the long-term storage of fuel-containing materials (FCM) formed as a result of the Chornobyl NPP accident in 1986. The risks of a self-sustaining chain reaction (SCR) arise due to changes in temperature and humidity after the NSC installation and the presence of FCM accumulations with a critical mass of uranium in the reactor shaft base plate (BP) penetration zone. The nuclear danger is determined by the specific behavior of water-uranium systems with low-enriched breeding media, which feature two criticality values depending on water density. Re-criticality occurs when water enters a dry nuclear-dangerous cluster (NDC), while "recurrent" criticality occurs when water exits an overmoistened NDC medium. Following NSC installation, the restriction of precipitation caused continuous water loss and a steady increase in the neutron flux density (NFD) on the NDC periphery, raising the risk of recurrent criticality. The first chapter reviews model and experimental studies on molten corium-concrete interaction (MCCI) products. It establishes the chemical composition, structure, and geometry of the NDC FCM. The neutronic parameters of the existing U-Si model are evaluated, and the necessity of a new corium-derived chemical composition is justified. The second chapter analyzes the long-term monitoring of NFD dynamics in room 305/2 for 1988–2023, including the 1990 neutron anomaly. The initial data, localization, and geometry of the NDC are refined based on well borehole samples and temperature fields. The third chapter proposes a scenario for the sequence of accident processes

involving corium formation in the core, its relocation to the BP, and subsequent MCCI. Based on the material-energy balance, initial data for the U-Zr physical model are derived. SCR dynamics are simulated using a system of differential equations, showing that maximum reactivity is higher for recurrent criticality due to the positive temperature reactivity factor. The NDC model is improved using an equivalent heterogeneous cell structure, and a subcriticality assessment algorithm is developed via the MCNP6 code. The fourth chapter presents MCNP6 calculation studies across a range of physical parameters (geometry, mass, enrichment in ^{235}U and ^{239}Pu , composition, porosity, heterogeneity). Conservative estimates for the positive reactivity insertion rate during water loss are obtained. Operational and preventive methods to suppress emergency subcriticality levels are evaluated. Scientific novelty of the obtained results: For the first time: - an algorithm was developed to estimate the current and forecasted subcriticality levels of the FCM NDC in the BP melting zone of room 305/2 using retrospective analysis of NFD data, accounting for seasonal temperature and humidity fluctuations; - MCNP6 calculations for the uranium-zirconium physical model of the NDC were performed, providing a more accurate assessment of its neutronic characteristics compared to the uranium-silicate model. Improved: - the mathematical model for studying the occurrence, development, and properties of SCR in the FCM of the "Shelter" object by incorporating the temperature effect of reactivity; - a comparison of SCR development characteristics during re-criticality and recurrent criticality was conducted. Found further development: - approaches to selecting the range of criticality parameters for the NDC physical model by optimizing input data; - the uranium-zirconium physical model of the NDC using a wider set of input data to calculate its chemical composition. Keywords: New Safe Confinement, nuclear safety, reactivity, re-criticality, "recurrent" criticality, modelling, corium, nuclear fuel, fuel-containing materials, self-sustaining nuclear chain reaction.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Не застосовується

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Висотський Є. Д., Сущенко К. О., Годун Р. Л. Експертна оцінка поточного рівня підкритичності скупчень паливовмісних матеріалів після встановлення Нового Безпечного Конфайнмента / Ядерна енергетика та довкілля, 2020, Вип. 16, С. 49 – 56. URL: <https://doi.org/10.31717/2311-8253.20.1.6>
- M. V. Saveliev, R. L. Godun, M. A. Pantin, I. S. Skiter, K. O. Sushchenko. The Nuclear Safety Monitoring System for fuel-containing materials located in destroyed unit no. 4 of the Chornobyl NPP and proposals for its modernization / Nuclear Physics and Atomic Energy 2022, volume 23, issue 3, pages 172 – 181. URL: <https://doi.org/10.15407/jnpae2022.03.172> (Scopus Q4)
- Сущенко К. О., Носовський А. В. Стан наукової проблеми щодо дослідження характеристик продуктів взаємодії розплаву ядерного палива з бетоном. / Ядерна енергетика та довкілля, 2023, Вип. 27, С. 30 – 43. URL: <https://doi.org/10.31717/2311-8253.23.2.4>
- O. V. Mykhailov, M. V. Saveliev, K. O. Sushchenko, V. V. Dmytryshyn. Features of neutron flux density and gamma-radiation exposure dose rate dynamics in ChNPP Shelter Object after the New Safe Confinement commissioning. / Nuclear Power and the Environment, 2023, № 27, С. 44 – 55. URL: <https://doi.org/10.31717/2311-8253.23.2.5>
- R. L. Godun, S. V. Kuprianchuk, K. O. Sushchenko, A. Iatsyshyn, A. Lahoiko. Neutron Incident at the Chornobyl NPP Shelter Object: Study of the Causes and Impacts of Safety in the New Confinement / Systems, Decision and Control in Energy IV, 2023, p. 91 – 111. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-22500-0_6 (Scopus Q4)

- Сущенко К. О. Оцінка можливості виникнення критичності в великому вертикальному потоці ПБМ на об'єкті Укриття / К. О. Сущенко, Є. Д. Висотський, К. Веттер, М. В. Савельєв // Ядерна та радіаційна безпека – 2025. – № 2(106). – С. 40 – 49. URL: [https://doi.org/10.32918/nrs.2025.2\(106\).04](https://doi.org/10.32918/nrs.2025.2(106).04) (Scopus Q3)
- Є. Д. Висотський, А. А. Дорошенко, Р. Л. Годун, А. Д. Скорбун, К. О. Сущенко. Statistical analysis of neutron activity, registered by the nuclear safety monitoring system (NSMS IAMS) NSC-SO // Міжнародна конференція "Проблеми зняття з експлуатації об'єктів ядерної енергетики та відновлення навколишнього середовища" INUDECO 2018. С. 87
- Є. Д. Висотський, Р. Л. Годун, А. А. Дорошенко, К. О. Сущенко. The dynamics of neutron activity and subcriticality of a nuclear-dangerous cluster in the conditions of NSC-SO complex // Міжнародна конференція "Проблеми зняття з експлуатації об'єктів ядерної енергетики та відновлення навколишнього середовища" INUDECO 2018. С. 64 – 67
- Р. Л. Годун, К. О. Сущенко. The level of nuclear safety of fuel-containing materials inside the NSC "Arka" // Міжнародна конференція "Проблеми зняття з експлуатації об'єктів ядерної енергетики та відновлення навколишнього середовища" INUDECO 2018. С. 70 – 71
- Є. Д. Висотський, Р. Л. Годун, К. О. Сущенко. Оцінка поточного і прогнозного рівня підкритичності потенційно ядерно-небезпечного скупчення паливовмісних матеріалів // Міжнародна конференція "Проблеми зняття з експлуатації об'єктів ядерної енергетики та відновлення навколишнього середовища" INUDECO 2019. С. 38 – 42
- Є. Д. Висотський, Р. Л. Годун, К. О. Сущенко. Експертна оцінка поточного і прогнозного рівня підкритичності потенційно ядерно-небезпечного скупчення паливовмісних матеріалів // XXVI щорічна наукова конференція Інституту ядерних досліджень НАН України (Київ, 8-12 квітня 2019 року). – Тези доповідей. – С. 77 – 78
- R. L. Godun, S. V. Kuprianchuk, K. O. Sushchenko. Assessment of the Existing Safety Barriers and the Effectiveness of the Subcriticality Operational Control of Fissile Materials Clusters Localized Inside the Shelter Object / Proceedings of the International Conference Nuclear Energy for New Europe, Portoroz, Slovenia, September 7-10, 2020, 7 p
- Є. Д. Висотський, Р. Л. Годун, М. В. Савельєв, А. А. Дорошенко, К. О. Сущенко. Ядерна безпека системи ОУ-НБК // Міжнародна конференція "Проблеми зняття з експлуатації об'єктів ядерної енергетики та відновлення навколишнього середовища" INUDECO 2020. С. 60 – 63
- Р. Л. Годун, М. В. Савельєв, Є. Д. Висотський, К. О. Сущенко, І. С. Скітер Аналіз нейтронної активності на периферії локалізованих в НБК-ОУ накопичень паливовмісних матеріалів // Математичне та імітаційне моделювання систем МОДС 2020 : тези доповідей П'ятнадцятої Міжнародної науково-практичної конференції). – Чернівці : ЧНТУ, 2020. – С. 103 – 107
- Sushchenko K.O., Godun, R.L., Comprehensive analysis and interpretation of a neutron incident registered at the peripherals of nuclear dangerous fissile materials cluster in June 1990. Міжнародна конференція "Проблеми зняття з експлуатації об'єктів ядерної енергетики та відновлення навколишнього середовища" INUDECO 2021 (м. Славутич). С. 278 – 279

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: ядерна безпека

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0216U004806 0119U001065 0118U001405 0121U112458 0122U200956
0122U000795 0121U109338

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Клевцов Сергій Валерійович

2. Sergii V. Klevtsov

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.14.14

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1405-5048

Додаткова інформація:

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. Носовський Анатолій Володимирович

2. Anatolii Nosovskyi

Кваліфікація: д. т. н., професор, академік НАН України, 05.14.14

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2594-3780

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем безпеки атомних електростанцій
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 13723792

Місцезнаходження: вул. Кірова, Чорнобиль, Іванківський р-н., 07270, 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. Зуйок Валерій Анатолійович

2. Valerii Zuiok

Кваліфікація: к. ф.-м. н., с.д., 01.04.21

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4256-1714

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут" Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 14312223

Місцезнаходження: вул. Академічна, Харків, Харківський р-н., 61108, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Павлович Володимир Миколайович

2. Volodymyr Pavlovych

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.16

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0009-7495-0379

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут ядерних досліджень Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 23724640

Місцезнаходження: проспект Науки, Київ, 03028, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Коньшин Валерій Іванович

2. Valerii I. Konshyn

Кваліфікація: к.т.н., доцент, 01.04.14

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2591-3589

Додаткова інформація:

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. Бібік Тимофій Вікторович

2. Tymofii Bibik

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.13.22

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0134-6022

Додаткова інформація:

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

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Кондратюк Вадим Анатолійович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Кондратюк Вадим Анатолійович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Сущенко Костянтин Олександрович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна