Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U000293

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 11-01-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № НСВС/17/24 від 19.02.2024

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лобода Петро Петрович

2. Petro P. Loboda

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 121

Назва наукової спеціальності: Інженерія програмного забезпечення

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Інженерія програмного забезпечення

Дата захисту: 01-02-2024

Спеціальність за освітою: Інтелектуальні системи прийняття рішень

Місце роботи здобувача: Лобода Петро Петрович

Код за ЄДРПОУ: 3027513272

Місцезнаходження: пр-кт Червоної Калини, 30, кв. 63, Київ, 02222, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 26.002.74; ID 3817

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

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, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 20.53, 81.14.10.07, 87.03.15.05

Тема дисертації:

1. Методи та програмні засоби обробки даних цифрового двійника конфайнменту Чорнобильської атомної електростанції.

2. Methods and software tools for data processing of the digital twin of the confinement of the Chernobyl nuclear power plant.

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена розробці науково-методичних підходів до створення цифрового двійника Нового безпечного конфайнменту ЧАЕС. Визнаючи наукову і практичну цінність наявних робіт, слід зазначити, що існуючі моделі дозволяють прогнозувати та оцінювати різні характеристики НБК, однак вони не утворюють єдиної інтегрованої системи моделювання. Інформаційні системи НБК реалізують управління його процесами, однак деякі процеси (наприклад, управління вентиляцією) потребують автоматизації та забезпечення підтримки прийняття рішень. Крім того, наявні інформаційні системи мають недостатні можливості для 3D візуалізації інформації та прогнозування. Таким чином, виникає протиріччя між

збільшенням кількості та складності задач обробки даних при експлуатації НБК в умовах обмежених можливостей його інформаційних систем та потребою в зменшенні часу на прийняття обґрунтованих рішень персоналом при вирішенні цих задач. Враховуючи сучасний стан методів та засобів програмної інженерії, в якості базової концепції вирішення цього протиріччя та відповідного розвитку інформаційних технологій НБК в осяжному майбутньому була обрана технологія цифрових двійників. Метою дисертаційної роботи є покращання можливостей обробки даних для аналізу і управління станом НБК шляхом розробки пов'язаних за єдиними концептуальними підходами архітектури, методів, моделей та програмних засобів його цифрового двійника. Для досягнення поставленої мети виконано часткові завдання: аналіз призначення, функціональних можливостей, архітектури та основних характеристик існуючих інформаційних систем управління та обробки даних НБК; дослідження сучасних підходів до обробки даних при моделюванні та управлінні процесами НБК; огляд концепції цифрових двійників та особливостей обробки даних в них; формування вимог до цифрового двійника НБК та розробка його архітектури; розробка моделі обробки даних у базах даних та знань цифрового двійника НБК; розробка архітектури програмного забезпечення 3D візуалізації інформації стану цифрового двійника НБК; розробка методу і програмного забезпечення цифрового двійника для керування вентиляцією НБК та його перевірка. Наукова новизна результатів дослідження полягає в наступному. Вперше розроблено багаторівневу архітектуру цифрового двійника НБК, яка враховує особливості об'єкту автоматизації, взаємодію з наявними інформаційними системами, моделі та алгоритми управління та прийняття рішень, що дозволило визначити підходи до розробки програмного забезпечення цифрового двійника. Отримала подальший розвиток модель бази даних НБК ЧАЕС, що на відміну від відомих побудована за рахунок інтеграції в структурах даних його цифрового двійника інформації з різних підсистем з врахуванням просторових координат, часової динаміки та змін обладнання, що поліпшило можливості обробки історичних даних, візуалізації та прогнозування стану НБК ЧАЕС. Вперше розроблена архітектура програмного забезпечення 3D візуалізації інформації стану цифрового двійника НБК, що побудована на основі технології мікросервісів з використанням цифрових геометричних моделей НБК та ОУ, яка дозволила реалізувати 3D візуалізацію даних та покращило можливості аналізу стану НБК. Вперше розроблено метод керування вентиляцією НБК на основі його цифрового двійника, новизна якого полягає в використанні нейро-нечітких моделей для розрахунку витрат вентиляційних установок, що враховують стан тисків в основному і кільцевому просторі НБК, що дозволило покращити процес прийняття рішень персоналом. Перевірка на контрольній вибірці показала, що похибка розрахунків по розроблених нейро-нечітких моделях не перевищує 2.5% та 3.2%, що свідчить про їх адекватність та можливість практичного застосування. Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що їх використання підвищило рівень автоматизації проектувальних робіт, розширило можливості обробки даних та підтримки прийняття рішень в задачах управління вентиляційними системами та дозволило поліпшити навчальний процес з підготовки виробничого персоналу НБК ЧАЕС. Застосування запропонованого методу нейро-нечіткого управління вентиляційними системами дозволяє скоротити неорганізовані викиди повітря з радіоактивними аерозолями із Нового безпечного конфайнмента ЧАЕС в оточуюче середовище в середньому на 17,2%. Результати дослідження прийнято до впровадження в Державному спеціалізованому підприємстві «Чорнобильська АЕС» (№ 6700-149 від 29.06.2023); в Інституті технічної теплофізики НАН України (акт реалізації від 08.09.2023 р.); в навчальному процесі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (акт реалізації від 13.09.2023 р.) при викладанні дисципліни «Проектування інформаційних систем з нечіткою логікою». Вирішене в дисертаційному дослідженні наукове завдання має істотне значення для теоретичних основ створення та удосконалення програмного і алгоритмічного забезпечення для аналізу, прогнозування та управління процесами НБК.

2. The dissertation is devoted to the development of scientific and methodological approaches to the creation of a digital twin of the New Safe Confinement of the Chernobyl Nuclear Power Plant. Existing models allow forecasting and evaluation of various characteristics of the NSC, but they do not form a single integrated modeling system. Information systems of the NSC implement the management of its processes, however, some processes (for example, ventilation management) require automation and support for decision-making. Existing information

systems have insufficient capabilities for 3D visualization of information and forecasting. Thus, there is a contradiction between the increase in the number and complexity of data processing tasks during the operation of the NSC in conditions of limited capabilities of its information systems and the need to reduce the time for making informed decisions by personnel when solving these tasks. The technology of digital twins was chosen as the basic concept of solving this contradiction and the corresponding development of information technologies of the NSC in the foreseeable future. The aim of the dissertation work is to improve data processing capabilities for analysis and management of the state of the NSC by developing architecture, methods, models and software tools of its digital twin connected by unified conceptual approaches. To achieve the goal, partial tasks were completed: analysis of the purpose, functional capabilities, architecture and main characteristics of the existing information systems of management and data processing of the NSC; research of modern approaches to data processing in modeling and management of NSC processes; overview of the concept of digital twins and features of data processing in them; formation of requirements for the digital twin of the NSC and development of its architecture; development of a data processing model in databases and knowledge of the digital twin of the NSC; development of software architecture for 3D visualization of information about the state of the digital twin of the NSC; development of the method and software of a digital twin for controlling the ventilation of the NSC and its verification. The scientific novelty of the research results is as follows. For the first time, a multi-level architecture of the NSC digital twin was developed, which takes into account the features of the automation object, interaction with existing information systems, management and decision-making models and algorithms, which made it possible to determine approaches to the development of digital twin's software. The model of the database of the NSC of the ChNPP received further development, which, unlike the known ones, was built due to the integration in the data structures of its digital twin of information from various subsystems, taking into account spatial coordinates, temporal dynamics and changes in equipment, which improved the possibilities of processing historical data, visualization and state forecasting of the NSC of the ChNPP. For the first time, the software architecture for 3D visualization of information on the state of a digital twin of the NSC was developed, built on the basis of microservices technology using digital geometric models of the NSC and SO, which enabled the implementation of 3D data visualization and improved the capabilities of NSC condition analysis. For the first time, a method of controlling the ventilation of the NSC was developed based on its digital twin, the novelty of which is the use of neuro-fuzzy models to calculate the costs of ventilation units, taking into account the state of pressures in the main and ring space of the NSC, which made it possible to improve the decision-making process of personnel. The check on the control sample showed that the calculation error of the developed neuro-fuzzy models does not exceed 2.5% and 3.2%, which indicates their adequacy and the possibility of practical application. The practical significance of the obtained results is that their use increased the level of automation of design work, expanded the possibilities of data processing and decision-making support in the tasks of managing ventilation systems, and made it possible to improve the training process for the training of production personnel of the ChNPP. The application of the proposed method of neuro-fuzzy control of ventilation systems allows to reduce unorganized emissions of air with radioactive aerosols from the NSC of the ChNPP into the environment by an average of 17.2%. The results of the study were accepted for implementation at the State Specialized Enterprise "Chernobyl NPP" (No. 6700-149 dated 06/29/2023); at the Institute of Technical Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine (deed of implementation dated September 8, 2023); in the educational process of the NTUU "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

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:

- Loboda P.P., Starovit I.S. Architecture of the digital twin for the New safe confinement of the CHNPP. Зв'язок. 2022. №2. С. 22-26.
- Лобода П.П., Старовіт І.С. Модель бази даних та знань цифрового двійника Нового безпечного конфайнменту ЧАЕС. Computer Science and Applied Mathematic. 2022. №2. С. 50-57.
- Лобода П.П., Старовіт І.С. Моделювання та управління процесами Нового безпечного конфайнменту ЧАЕС на основі технології цифрових двійників. Вісник Херсонського національного технічного університету. Технічні науки. 2023. №2(85). С. 168-173.
- Лобода П.П., Старовіт І.С. Розробка архітектури програмного забезпечення прогнозування і управління термогазодинамічними процесами і радіаційним станом Нового безпечного конфайнменту ЧАЕС. Вісник Херсонського національного технічного університету. Технічні науки. 2022. №4(83). С. 67-73.
- Loboda P.P. 3D visualization of the state of the new secure confinement of CHNPP using microservice architecture. Зв'язок. 2023. №3. С. 29-33.
- Loboda P.P., Koval O.B. Construction of the digital twin architecture for the New Safe Confinement of the CHNPP. Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики. У 2-х т. : Матеріали XX Міжнар. наук.-практ. конф. молод. вчених і студ. (присвячена 125-річчю КПІ ім. Ігоря Сікорського та 90-річчю НН ІАТЕ (ТЕФ)), м. Київ, 25–28 квіт.2023 р. / КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка» Київ, 2023. Т. 2. С. 114 – 115.
- Petro Loboda, Ivan Starovit. Data formalization of the digital twin for the New Safe Confinement of the CHNPP. Новітні технологічні тенденції інтелектуальної індустрії та Інтернету речей. : Матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. «TTSIIT-2023», м. Київ, 24–25 січня 2023 р. / КНУБА Київ, 2023. С. 15 – 19.
- Коваль О.В., Гаврилко Є.В., Лобода П.П., Старовіт І.С. Структура бази даних та знань цифрового двійника Нового безпечного конфайнменту ЧАЕС. Інформаційні технології та інженерія : Матеріали всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, м. Миколаїв, 7–10 лютого 2023 р. / ЧНУ імені Петра Могили. Миколаїв, 2023. С. 100 – 101.
- Лобода П.П. Програмне забезпечення цифрового двійника для підготовки персоналу Нового безпечного конфайнменту ЧАЕС. Резильєнтність критичної інфраструктури – 2023 : Матеріали наук.-практ. конф., м. Київ, 21 червня 2023 р. / ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України Київ, 2023. С. 100 – 101.
- Лобода П.П., Старовіт І.С., Коваль О.В., Гаврилко Є.В., Шушура О.М. Технологія цифрових двійників в задачах управління процесами Нового безпечного конфайнменту ЧАЕС. Technologies and strategies for the implementation of scientific achievements : collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the II International Scientific and Theoretical Conference, November 18, 2022. Stockholm, Kingdom of Sweden: European Scientific Platform, 2022. PP. 103 – 105.
- Старовіт І.С., Лобода П.П., Гаврилко Є.В. Оптимізація роботи вентиляційних установок НБК ЧАЕС при змінних граничних умовах. Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики. У 2-х т. : Матеріали XX Міжнар. наук.-практ. конф. молод. вчених і студ. (присвячена 125-річчю КПІ ім. Ігоря Сікорського та 90-річчю НН ІАТЕ (ТЕФ)), м. Київ, 25–28 квіт.2023 р. / КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка» Київ, 2023. Т. 2. С. 111 – 112.
- Старовіт І.С., Лобода П.П., Гаврилко Є.В., Шушура О.М. Нейро-нечітке управління вентиляцією нового безпечного конфайнменту ЧАЕС. X Всеукр. наук.-практ. конф. здобув. вищої освіти та молод. вчених з автоматичного управління : тези доп., 12 квіт.2023, Херсон – Хмельницький / редкол.: Рудакова Г.В. та ін. Херсон – Хмельницький, 2023. С. 57 – 59.
- Лобода П.П. 3D візуалізація стану нового безпечного конфайнменту ЧАЕС на основі мікросервісної архітектури. Achievements of 21st Century Scientific Community : Матеріали I міжнародної наук.-практ. конф., м. Дніпро, 14-15 вересня 2023 р. / Мареніченко В.В. Дніпро, 2023. С. 282 – 284.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; програмні продукти, програмно-технологічна документація

Соціально-економічна спрямованість: підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0121U109761

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Коваль Олександр Васильович

2. Oleksandr Koval

Кваліфікація: д. т. н., доц., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9318-2859

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Жебка Вікторія Вікторівна

2. VIKTORIIA V. ZHEBKA

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4051-1190

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

Код за ЄДРПОУ: 38855349

Місцезнаходження: вул. Солом'янська, буд. 7, Київ, 03680, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кравцов Георгій Олексійович

2. Georgii Kravtsov

Кваліфікація: к. т. н., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1915-4897

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05516949

Місцезнаходження: вул. Генерала Наумова, буд. 15, Київ, 03164, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Федорова Наталія Володимирівна

2. Nataliia Fedorova

Кваліфікація: д.т.н., доцент, 05.12.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4548-4198

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Волощук Володимир Анатолійович

2. Volodymyr A. Voloshchuk

Кваліфікація: д.т.н., проф., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0687-8968

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Сулема Євгенія Станіславівна
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Сулема Євгенія Станіславівна
Відповідальний за підготовку облікових документів	Лобода Петро Петрович
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна

