

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0823U100525

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 31-07-2023

**Статус:** Захищена

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**



## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Леощенко Сергій Дмитрович

2. Leoshchenko Serhii D.

**Кваліфікація:**

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Вид дисертації:** доктор філософії

**Аспірантура/Докторантура:** так

**Шифр наукової спеціальності:** 122

**Назва наукової спеціальності:** Комп'ютерні науки

**Галузь / галузі знань:**

**Освітньо-наукова програма зі спеціальності:** Не застосовується

**Дата захисту:** 27-07-2023

**Спеціальність за освітою:** 121 Інженерія програмного забезпечення

**Місце роботи здобувача:** Національний університет "Запорізька політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070849

**Місцезнаходження:** вул. Жуковського, буд. 64, м. Запоріжжя, Запорізький р-н., Запорізька обл., 69063, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** ДФ 17.052.005

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Запорізька політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070849

**Місцезнаходження:** вул. Жуковського, буд. 64, м. Запоріжжя, Запорізький р-н., Запорізька обл., 69063, 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 університет "Запорізька політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070849

**Місцезнаходження:** вул. Жуковського, буд. 64, м. Запоріжжя, Запорізький р-н., Запорізька обл., 69063, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:**

**Коди тематичних рубрик:** 28.23, 28.23.25, 28.23.37

**Тема дисертації:**

1. Методи синтезу рекурентних нейромережових моделей для діагностування
2. Methods for synthesizing recurrent neural network models for diagnostics

**Реферат:**

1. У дисертаційній роботі розв'язано актуальну науково-прикладну задачу у галузі комп'ютерних наук: підвищення точності та зменшення часу побудови діагностичних моделей, збільшення їхніх інтерпретовності та узагальнювальних здатностей шляхом розроблення нових та удосконалення існуючих методів синтезу рекурентних нейромережових діагностичних моделей, які поєднують принципи інтелектуальних та паралельних обчислень. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження, наведено мету, об'єкт та предмет дослідження. Так, метою роботи є розроблення та дослідження методів і засобів синтезу діагностичних моделей на основі рекурентних нейромереж, які поєднують інтелектуальні та паралельні обчислення для підвищення точності нейромоделей, їх рівня узагальнення даних та інтерпретабельності. Об'єкт дослідження – процес синтезу діагностичних

нейромоделей на основі історичних даних. Предметом дослідження є методи побудови діагностичних моделей на основі рекурентних нейронних мереж. У першому розділі «Огляд проблемної області та постановка задачі дослідження» розглянуто стан проблеми діагностування на основі історичних даних про об'єкт. Проаналізовано різні типи штучних нейронних мереж, які можуть використовуватися як основа для діагностичних моделей при вирішенні завдань діагностування. Проаналізовано процес і методи синтезу таких діагностичних нейромоделей. Досліджено суттєві недоліки існуючих нейроеволюційних методів є синтезу нейромоделей. Обґрунтовано необхідність розробки нових методів синтезу діагностичних моделей на основі рекурентних нейронних мереж. У другому розділі «Синтез рекурентних штучних нейронних мереж на основі нейроеволюційного підходу» розв'язано актуальне завдання синтезу діагностичних моделей на основі рекурентних нейромереж. Запропоновано методи синтезу нейромоделей на основі нейроеволюційного підходу, які дозволяють виконати процес синтезу нейромоделей із високим рівнем точності, що можуть використовуватися як базис для синтезу моделей для неруйнівного діагностування за історичними даними про систему та об'єкт. Розроблено модифікований генетичний метод для синтезу рекурентних нейромереж, в якому, на відміну від існуючих методів, на етапі кодування використовується спосіб кодування інформації про нейромоделі на основі секвенування, для більш компактного зберігання даних. Запропоновано паралельний генетичний метод з імплементацією механізмів селективного тиску, в якому основні етапи процесу еволюційного синтезу виконуються на паралельних обчислювальних вузлах, використовуються механізми селективного тиску та рівномірного схрещування, що дозволяє скорочувати розміри популяції, не враховуючі та не опрацьовуючі ті особини з популяції, що відрізняються малим значенням функції пристосованості. У третьому розділі «Структурна оптимізація синтезованих нейромережевих моделей» розв'язано актуальне завдання вибору механізмів для доналаштування нейромереж на основі індикаторної системи для оцінки рівня складності задачі. Запропоновано метод структурного доналаштування синтезованих нейромоделей на основі нейроеволюційного підходу з використанням системи індикаторів та критеріїв для адаптивного визначення мутаційних змін. Запропоновано систему індикаторів для оцінювання рівня складності задачі для подальшого моделювання, діагностування або прогнозування. Так на основі врахування характеристик вхідного набору даних, рівня можливого спрощення структури, загальної кількості суттєвих та несуттєвих факторів, рівня точності вимірювань та рівня можливого контролю та управління можливо в подальшому обрати варіант доналаштування математичної моделі. Запропоновано метод структурного доналаштування для підвищення характеристик нейропластичності мереж. Так, під час роботи із великими даними застосування складних топологій нейромереж часто обмежується обчислювальними ресурсами. Саме тому структурна оптимізація дозволяє отримати полегшену та проріджену структуру попередньо синтезованої нейромоделі. У четвертому розділі «Експериментальне дослідження методів синтезу рекурентних нейромережевих моделей діагностування складних технічних об'єктів та систем» виконано експериментальне дослідження розроблених методів аналізу даних та синтезу діагностичних нейромоделей. Наукові положення, висновки і рекомендації, викладені в дисертаційній роботі, використано при підготовці дисциплін «Інтелектуальні системи», «Основи обчислювального інтелекту», «Інтелектуальний аналіз даних» та НДР на кафедрі програмних засобів Національного університету «Запорізька політехніка» (акт впровадження від 20.12.2022). Результати дисертаційної роботи апробовано та впроваджено у практичну діяльність Товариства з обмеженою відповідальністю «Аптека Магнолія» (акт впровадження від 18.08.2022), у практичну діяльність Товариства з обмеженою відповідальністю «Запорізький ливарно-механічний завод» (акт впровадження від 20.09.2022).

2. In the dissertation work, an actual scientific and applied problem in the field of computer science is solved: improving the accuracy and reducing the time of constructing diagnostic models, increasing their interpretability and generalizing abilities by developing new and improving existing methods for synthesizing recurrent neural network diagnostic models that combine the principles of intelligent and parallel computing. The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusions, a list of references, and appendices. In the introduction, the relevance of the topic of dissertation research is justified, the purpose, object and subject of research are given.

Thus, the aim of the work is to develop and research methods and tools for synthesizing diagnostic models based on recurrent neural networks that combine intelligent and parallel computing to improve the accuracy of neuromodels, their level of data generalization and interpretability. The object of research is the process of synthesizing diagnostic neuromodels based on historical data. The subject of the research are methods for constructing diagnostic models based on recurrent neural networks. In the first chapter, "Overview of the problem area and formulation of the research problem", the state of the diagnostic problem based on historical data about the object is considered. Various types of artificial neural networks that can be used as the basis for diagnostic models in solving diagnostic problems are analyzed. The process and methods of synthesis of such diagnostic neuromodels are analyzed. Significant disadvantages of existing neuroevolution methods for the synthesis of neuromodels are investigated. The necessity of developing new methods for synthesizing diagnostic models based on recurrent neural networks is justified. In the second chapter, "Synthesis of recurrent artificial neural networks based on the neuroevolution approach", the actual problem of synthesis of diagnostic models based on recurrent neuromerges is solved. Methods for the synthesis of neuromodels based on the neuroevolution approach are proposed, which allow performing the process of synthesis of neuromodels with a high level of accuracy, which can be used as a basis for the synthesis of models for non-destructive diagnostics based on historical data about the system and object. A modified genetic method for the synthesis of recurrent neural networks has been developed, which, unlike existing methods, uses a method of encoding information about a neuromodel based on sequencing at the coding stage, for more compact data storage. A parallel genetic method with the implementation of selective pressure mechanisms is proposed, in which the main stages of the process of evolutionary synthesis are performed on parallel computing nodes, selective pressure mechanisms and uniform crossing are used, which allows reducing the size of the population, without taking into account and without processing those individuals from the population that differ in a small value of the fitness function. In the third chapter, "Structural optimization of synthesized neural network models", the actual problem of choosing mechanisms for additional adjustment of neural network based on an indicator system for assessing the level of complexity of the problem is solved. A method of structural adjustment of synthesized neuromodels based on the neuroevolution approach using a system of indicators and criteria for adaptive determination of mutational changes is proposed. A system of indicators for assessing the level of complexity of the problem for further modeling, diagnostics or forecasting is proposed. Thus, based on taking into account the characteristics of the input data set, the level of possible simplification of the structure, the total number of significant and insignificant factors, the level of measurement accuracy and the level of possible control and management, it is possible to choose the option of additional adjustment of the mathematical model in the future. A method of structural adjustment is proposed to improve the characteristics of neuroplasticity of networks. For example, when working with big data, the use of complex neural network topologies is often limited to computing resources. This is why structural optimization allows us to obtain a simplified and thinned structure of a pre-synthesized neuromodel. In the fourth chapter, "Experimental study of methods for synthesizing recurrent neural network models for diagnosing complex technical objects and systems", an experimental study of the developed methods for data analysis and synthesis of diagnostic neuromodels is performed.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:**

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:**

**Підсумки дослідження:**

**Публікації:**

**Наукова (науково-технічна) продукція:**

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:**

**Зв'язок з науковими темами:**

## **VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Субботін Сергій Олександрович
2. Subbotin Sergey O.

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.13.23

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Олійник Андрій Олександрович
2. Oliinyk Andrii O.

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.13.23

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## **VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів**

**Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Шаховська Наталія Богданівна

2. Shakhovska Nataliya B.

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.13.06

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Березький Олег Миколайович

2. Berezsky Oleh M.

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.13.23

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Степаненко Олександр Олексійович

2. Stepanenko Aleksandr O.

**Кваліфікація:** к. т. н., 01.05.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Федорончак Тетяна Василівна

2. Fedoronchak Tetiana V.

**Кваліфікація:** к. т. н., 01.05.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## **VIII. Заключні відомості**

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

Поляков Михайло Олексійович

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

Поляков Михайло Олексійович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

**Реєстратор**

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



Юрченко Т.А.