

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0523U100042

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 16-03-2023

**Статус:** Захищена

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**



## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Мельник Андрій Миколайович

2. Melnyk Andriy Mykolayovych

**Кваліфікація:** к. т. н., 05.13.06

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Вид дисертації:** доктор наук

**Аспірантура/Докторантура:** ні

**Шифр наукової спеціальності:** 01.05.02

**Назва наукової спеціальності:** Математичне моделювання та обчислювальні методи

**Галузь / галузі знань:** Не застосовується

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

**Дата захисту:** 14-03-2023

**Спеціальність за освітою:** Економічна кібернетика

**Місце роботи здобувача:** Західноукраїнський національний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 33680120

**Місцезнаходження:** вул. Львівська, буд. 11, м. Тернопіль, Тернопільський р-н., Тернопільська обл., 46009, 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):** Д 58.082.02

**Повне найменування юридичної особи:** Західноукраїнський національний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 33680120

**Місцезнаходження:** вул. Львівська, буд. 11, м. Тернопіль, Тернопільський р-н., Тернопільська обл., 46009, 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:** Західноукраїнський національний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 33680120

**Місцезнаходження:** вул. Львівська, буд. 11, м. Тернопіль, Тернопільський р-н., Тернопільська обл., 46009, Україна

**Форма власності:**

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

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:**

**Коди тематичних рубрик:** 28.17.19, 81.14.10.07

**Тема дисертації:**

1. Знання-орієнтовані програмні системи для інтервального аналізу та моделювання складних об'єктів
2. Knowledge-driven software systems for interval analysis and modeling of complex objects

**Реферат:**

1. У дисертаційній роботі розв'язано актуальну науково-прикладну проблему зниження обчислювальної складності структурної та параметричної ідентифікації інтервальних моделей складних об'єктів з одночасним забезпеченням гарантованої точності цих моделей в межах, необхідних для розв'язування задач прийняття рішень та дослідження властивостей цих об'єктів. Здійснено аналіз методів та засобів побудови моделей характеристик складних об'єктів в умовах невизначеності. При цьому, проведено порівняльний аналіз недоліків та переваг методів дедуктивного та індуктивного підходів. Виділено випадки, в яких, для побудови моделей характеристик складних об'єктів, обґрунтовано використання індуктивного підходу та методів аналізу інтервальних даних. Розглянуто постановки задач структурної та параметричної ідентифікації інтервальних дискретних моделей складних об'єктів у вигляді різницевих рівнянь та проведено аналіз відомих методів їх розв'язання. Обґрунтовано для зниження обчислювальної складності їх реалізації

використання знання-орієнтованого підходу як до опису предметної області досліджуваного об'єкта, так і до області побудови даного класу математичних моделей. Запропоновано та обґрунтовано концепцію ідентифікації інтервальних дискретних моделей складних об'єктів, яка передбачає поєднання методів аналізу інтервальних даних, знання-орієнтованого підходу як до опису предметної області досліджуваного об'єкта так і області побудови даного класу математичних моделей із використанням онтології, що у сукупності створило можливість розробки нових, більш ефективних з обчислювальної точки зору методів структурної та параметричної ідентифікації інтервальних дискретних моделей складних об'єктів. Запропоновано та обґрунтовано новий гібридний метод структурної та параметричної ідентифікації інтервальних дискретних моделей складних об'єктів, який на відміну від існуючих ґрунтується на поєднанні методів інтервального аналізу, поведінкових моделей бджолиної колонії та знання-орієнтованого підходу до опису предметної області об'єктів на основі онтології, що у сукупності забезпечило зниження обчислювальної складності структурної ідентифікації. При розробці комп'ютерного середовища для інтервального моделювання запропоновано та обґрунтовано метод верифікації моделей на основі поєднання методу фільтрування даних та метрики оцінки актуальності інформації, що у сукупності забезпечує повноту моделі та знижує обчислювальну складність на її ідентифікацію. Розроблено інтервальну дискретну модель у вигляді різницевого рівняння, що описує динаміку реакцій користувачів на повідомлення в тематичних групах соціальних мереж, в якій на відміну від існуючих, враховано реакції користувачів на інформаційні повідомлення, що дало змогу побудувати їх стійкий портрет та оптимальний розклад публікацій спеціалізованої групи для максимізації кількості реакцій на повідомлення. Удосконалено метод структурної ідентифікації інтервальних дискретних моделей складних об'єктів, який на відміну від існуючих, містить обчислювальні процедури адаптивного налаштування вибору структурних елементів у спосіб встановлення для кожного елемента множини ймовірності його вибору і зміни цього розподілу на різних фазах поведінкової моделі бджолиної колонії, що у сукупності знижує обчислювальну складність реалізації методу. Набули подальшого розвитку комп'ютерні середовища для інтервального моделювання та аналізу, в яких, на відміну від існуючих, реалізована відкрита архітектура програмного забезпечення, що у сукупності забезпечує зниження часової складності процедур як розробки, так і застосування інтервальних математичних моделей. Набули подальшого розвитку репозиторії інтервальних дискретних моделей забруднення атмосфери автотранспортом та інтервальних моделей візуалізації зворотного гортанного нерву під час операції на щитоподібній залозі, які, на відміну від існуючих, вміщують онтологічний опис як предметної області їх застосування, так і умов розробки цих моделей, що у сукупності спрощує процедури побудови зазначеного класу математичних моделей для користувачів. Розроблено програмний комплекс для моделювання на основі інтервального аналізу та онтологічного підходу, зокрема використано об'єктно-орієнтований підхід до програмування, з використанням технології Spring Framework на мові програмування Java, а також інтерпретатора Python. В якості Python інтерпретатора було обрано Jython, який повністю написаний на Java і добре підходить для реалізації спеціалізованих аплетів. Проведено ряд досліджень, які дозволили підтвердити ефективність запропонованих у роботі методів та засобів. Ключові слова: математичне моделювання, знання-орієнтовані системи, управління знаннями, онтологія, репозиторії моделей, структурна ідентифікація, поведінкова модель бджолиної колонії, інтервальна система нелінійних алгебричних рівнянь, система підтримки прийняття рішень, програмне забезпечення, інструментальні засоби.

2. The dissertation solves the actual scientific and applied problem of reducing the computational complexity of structural and parametric identification of interval models of complex objects while simultaneously ensuring the guaranteed accuracy of these models within the limits necessary for solving decision-making problems and researching the properties of these objects. An analysis of methods and means of constructing models of the characteristics of complex objects under conditions of uncertainty was carried out. There are cases in which the use of the inductive approach and interval data analysis methods are justified for the construction of models of the characteristics of complex objects. The problems of structural and parametric identification of interval discrete models of complex objects in the form of difference equations are considered. An analysis of these methods was

carried out and the use of a knowledge-oriented approach to both the description of the subject area of the researched object and the area of construction of this class of mathematical models was justified in order to reduce the computational complexity of their implementation. The concept of identification of interval discrete models of complex objects is proposed and substantiated, which involves a combination of interval data analysis methods, a knowledge-oriented approach to both the description of the subject area of the object under study and the area of construction of a given class of mathematical models using an ontology, which collectively created the possibility of developing new, more computationally efficient methods of structural and parametric identification of interval discrete models of objects. A new hybrid method of structural and parametric identification of interval discrete models of complex objects is proposed and substantiated, which, unlike the existing ones, is based on combined methods of interval analysis, behavioral models of bee colonies, and a knowledge-oriented approach to the description of the subject area of objects based on an ontology, which in the aggregate provided a reduction in the computational complexity of structural identification. When developing a computer environment for interval modeling, a model verification method based on a combination of a data filtering method and a metric for evaluating the relevance of information is proposed and substantiated, which collectively ensures the completeness of the model and reduces the computational complexity of its identification. An interval discrete model was developed in the form of a difference equation that describes the dynamics of user reactions to messages in thematic groups of social networks, which, unlike the existing ones, takes into account the reactions of users to informational messages, which made it possible to build a stable portrait of them and an optimal schedule of publications of a specialized group for maximizing the number of responses to messages. The method of structural identification of interval discrete models of complex objects has been improved, which, unlike the existing ones, contains computational procedures for adaptive adjustment of the selection of structural elements in a way of establishing for each element of a set of structural elements the probability of selecting any element and based on the change of this distribution at different phases behavioral model of a bee colony, which collectively reduces the computational complexity of implementing the method. Computer environments for interval modeling and analysis have gained further development, in which, unlike the existing ones, an open software architecture is implemented, which collectively ensures a reduction in the time complexity of the procedures for both the development and application of interval mathematical models. The repository of interval discrete models of air pollution by motor vehicles and interval models of the visualization of the recurrent laryngeal nerve during thyroid surgery underwent further development, which, unlike the existing ones, contains an ontological description of both the subject area of their application and the conditions for the development of these models, which overall simplifies procedures for developing the specified class of mathematical models for users. A software complex was developed for modeling based on interval analysis and an ontological approach, in particular, an object-oriented approach to programming was used, using the Spring Framework technology in the Java programming language, as well as the Python interpreter. Jython was chosen as the Python interpreter, which is completely written in Java and well suited for implementing specialized applets. A number of studies were carried out, which allowed to confirm the effectiveness of the methods and tools proposed in the work. Keywords: mathematical modeling, knowledge-oriented systems, ontology, interval system, decision support system.

**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. Мельник Андрій Миколайович

2. Melnyk Andriy Mykolayovych

**Кваліфікація:** к. 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. Мельник Андрій Миколайович

2. Melnyk Andriy Mykolayovych

**Кваліфікація:** к. 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

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

**Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Шаховська Наталія Богданівна

2. Shakhovska Natalya Bogdanivna

**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. Кветний Роман Наумович

2. Kvietnyi Roman Naumovych

**Кваліфікація:** д.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. Гребеннік Ігор Валерійович

2. Grebennik Igor Valeriyovych

**Кваліфікація:** д.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

**Рецензенти**

## **VIII. Заключні відомості**

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

Саченко Анатолій Олексійович

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

Саченко Анатолій Олексійович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

**Реєстратор**

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



Юрченко Т.А.