

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U003501

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 10-12-2024

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Зіборов Ілля Кирилович Кирилович

2. Ilya K. Ziborov

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: інформаційні технології

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Комп'ютерні науки

Дата захисту: 05-09-2024

Спеціальність за освітою: Системний аналіз

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

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

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** ДФ 08.080.059

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070743

**Місцезнаходження:** проспект Дмитра Яворницького, буд. 19, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, 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 "Дніпровська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070743

**Місцезнаходження:** проспект Дмитра Яворницького, буд. 19, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 20.60

**Тема дисертації:**

1. Інформаційна технологія підтримки прийняття рішень в складних виробничих процесах на основі еволюційного методу
2. Information technology for decision support in complex production processes based on the evolutionary method

**Реферат:**

1. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки – Національний технічний університет «Дніпровська політехніка». Україна, Дніпро, 2024. В дисертаційній роботі вирішена актуальна науково-прикладна задача створення інформаційної технології прийняття рішень для ефективного планування та керування складними виробничими процесами на основі еволюційного методу. Мета і завдання дослідження. Метою роботи є підвищення ефективності, швидкості отримання та якості управлінських рішень при плануванні складних виробничих процесів в умовах невизначеності шляхом створення інформаційної технології підтримки прийняття рішень з використанням евристичних пошукових методів. Наукова новизна отриманих результатів: 1. Вперше запропоновано гібридний метод умовної

оптимізації на основі рою часток та штучної імунної системи, який, на відміну від існуючих, передбачає поділ популяції на групи, міжгрупове змагання та стиснення популяції, механізм адаптації оператора стиснення. Застосування методу в складі інформаційної технології підтримки прийняття рішень дозволяє скоротити час отримання та підвищити якість цих рішень. 2. Вперше запропоновано модульну інформаційну технологію прийняття рішень в задачах планування та керування складними виробничими процесами, в якій кожен модуль передбачає розв'язання певної оптимізаційної задачі гібридним еволюційним методом. Її застосування дозволяє підвищити ефективність прийняття рішень у виробничих процесах, а також сертифікації готової продукції. 3. Удосконалений метод статистичної сертифікації продукції на основі відновлення індивідуальних для кожного найменування моделей оптимальної складності, що, на відміну від існуючих, використовує обмеження на ступені предикторів, які можуть приймати від'ємні значення. Удосконалений метод дозволяє сертифікувати продукцію без прямих вимірювань з відносною помилкою не вище 5%. 4. Удосконалений метод планування потреби у інгредієнтах на основі хімічного аналізу продукції, що виробляється, що на відміну від існуючих передбачає відновлення прогностичних моделей розробленим гібридним еволюційним методом. Це дозволяє будувати для кожного типу продукції індивідуальні моделі прогнозування, що мають відносну помилку не вище 8,5% і для отримання яких потрібно на порядок менше навчальних прикладів у навчальний вибірці. Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що розроблені у дисертаційному дослідженні інформаційні технології та методи доведені до практичної реалізації у вигляді програмних модулів, що можуть спільно або незалежно використовуватись для підтримки прийняття рішень складних виробничих процесах. У першому розділі проведено аналіз задачі інформаційно-аналітичного супроводу процесів прийняття керуючих рішень в складних виробничих процесах на прикладі металургійного підприємства. Відзначено актуальність досліджень, результатом яких має стати побудова інформаційної технології підтримки прийняття рішень в процесах шихтування, розкислення та прогнозування механічних властивостей готової продукції. Показано, що в межах запропонованої інформаційної технології необхідно вирішити ряд оптимізаційних задач, що мають значну кількість обмежень та можуть розглядатися як багатокритеріальні. Наголошено на ефективності еволюційного підходу до розв'язання багатокритеріальних задач оптимізації у дійсному просторі, зокрема, методів на основі принципу рою часток та моделювання штучних імунних систем.

2. The dissertation solves the relevant scientific and applied problem of creating decision-making information technology for effective planning and management of complex production processes based on the evolutionary method. The purpose of the work is to increase the effectiveness, speed of obtaining, and quality of management decisions in planning complex manufacturing processes under uncertainty by developing an information technology for decision support using heuristic search methods. Scientific novelty of the obtained results: 1. For the first time, a hybrid method of conditional optimization based on particle swarm and artificial immune system is proposed, which, unlike existing methods, involves the division of the population into groups, intergroup competition, and population compression mechanism for the adaptation of the compression operator. The application of the method as part of the information technology for decision support allows reducing the time to obtain and improving the quality of these decisions. 2. For the first time, a modular information technology for decision-making in planning and managing complex production processes is proposed, where each module solves a specific optimization problem using a hybrid evolutionary method. Its application allows increasing the efficiency of decision-making in production processes and certification of end products. 3. The improved method of statistical certification of products is based on restoring individual models of optimal complexity for each product type, which, unlike existing methods, uses constraints on predictor degrees that can take negative values. 7 The improved method allows for product certification without direct measurements, with a relative error not exceeding 5%. 4. The method of planning the need for ingredients based on the chemical analysis of the produced product has been improved, which, unlike existing methods, involves restoring predictive models using the developed hybrid evolutionary method. This allows creating individual predictive models for each type of product with a relative error of no more than 8.5% and requiring an order of magnitude fewer training examples in the training sample. The practical significance: The developed information technologies and methods in the

dissertation research have been implemented as software modules that can be used jointly or independently to support decision-making in complex production processes. In the first chapter, the problem of information-analytical support of control decision-making processes in complex production processes was analyzed, using the example of a metallurgical enterprise. The relevance of research, which should result in the creation of information technology to support decision-making in batching, deoxidation, and forecasting the mechanical properties of finished products, was noted. It is shown that within the proposed information technology, a number of optimization problems with significant constraints, which can be considered multi-criteria, need to be solved. The effectiveness of the evolutionary approach to solving multi-criteria optimization problems in real space, particularly methods based on the particle swarm principle and artificial immune systems modeling, is emphasized. In the second chapter, a hybrid method of conditional optimization is developed, which uses particle swarm and artificial immune system approaches and involves dividing the population into groups with individually variable agent numbers, intergroup competition, and population compression to counter convergence. The application of the developed HIPSO method as part of the information technology for decision support allows reducing the time and increasing the reliability and accuracy of the obtained solutions. During the study of the proposed method, it was found that the coefficients of the speed components do not depend on the problem space dimension; the number of groups into which the swarm is divided should increase with the increasing dimension of the problem, and the number of defeats of a certain group of the swarm after which the given group dissolves does not depend on the problem dimension; the total size of the swarm should increase proportionally to the number of partition groups as the space dimension increases; the periodicity of intergroup compression should increase with the problem dimension and can be chosen as a simple number within wide limits, while the periodicity of intragroup compression does not depend on the dimension and can be taken as a simple number from 7 to 13.

### **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:** Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

**Підсумки дослідження:** Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

### **Публікації:**

- Зіборов, І., Желдак, Т. (2023). Еволюційний метод пошукової оптимізації на основі рою часток та моделювання штучних імунних систем. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*, 4, 3–12.
- Зіборов І.К. Інформаційні технології супроводу управлінських рішень в прокатному виробництві // «Системні технології». №3 (152). – 2024 – С. 44-56.
- Зіборов І.К., Желдак Т.А. Розробка інтелектуальної систем підтримки прийняття рішень з самонавчанням для керування технологічними процесами виробництва сталі / І.К. Зіборов, Т.А. Желдак // «Системні технології» 3 (140) 2022. – С. 35-46.
- Желдак Т.А., Зіборов І.К. Структура та функції інтегрованої СППР у процесах керування багатоетапним прокатним виробництвом”, *Сучасні інформаційні технології*, vol.1, pp. 49–56, 2023.
- Желдак, Т., Зіборов, І. Самонавчання підсистеми оператора конвертера в процесі рафінації сталі в складі СППР керування металургійним виробництвом. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*, 2022, 2, 32–40.

- Zheldak, T., Ziborov, I., Lyman, V., Zhuk, A. Efficiency (2021) Improvement of the Algorithm Based on an Artificial Immune System Modeling Applied to Continuous and Combinatorial Problems // Proceedings II International Scientific Symposium «Intelligent Solutions» IntSol-2021, September 28–30, 2021, Kyiv-Uzhhorod, Ukraine. CEUR Workshop Proceedings, 2021, v. 3106, pp. 82–95.
- Т.А. Желдак, І.К. Зіборов (2021) Керування параметрами оптимізаційного алгоритму на основі моделювання штучної імунної системи // Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні. ITMM'2021: тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції імені професора Михальова О.І. – Дніпро: НМетАУ, 2021. – с. 136-140.
- І.К. Зіборов, Т.А. Желдак (2022) Адаптивний оператор стиснення популяції як запорука успішності еволюційних пошукових алгоритмів // «Наукова весна» 2022: мат. XII Всеукр. наук.-техн. конф., Дніпро, 23–24 травня 2022 року – Дніпро : НТУ «ДП», 2022 – с 161-162.
- Т.А. Желдак, І.К. Зіборов (2023) Алгоритм роботи підсистеми розкרוювання заготовок СППР керування багатоетапним прокатним виробництвом // Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні. ITMM'2023: тези доповідей міжн. наук.-практ. конф. – Дніпро: УДУНТ, 2023.
- Зіборов І.К. (2023) Гібридний метод оптимізації на основі моделювання штучної імунної системи та рою часток / І.К. Зіборов, Т.А. Желдак // Інформаційні технології: теорія і практика – Праці 6-ї Всеукр. наук.-практ.конф., 2023 р., м. Харків, с. 36-40.
- Зіборов І.К. (2024) Структура інформаційної технології супроводу управлінських рішень при шихтуванні плавки // Інформаційні технології: теорія і практика – Праці I(VII) Міжнар. наук.-практ.конф., 2024 р., м. Дніпро, с. 271-274.
- І.К. Зіборов, Т.А. Желдак Застосування гібридного еволюційного методу на основі рою часток та моделювання штучної імунної системи в задачах оптимізації // Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні. ITMM'2024: тези доповідей міжн. Наук.-практ. конф. – Дніпро: УДУНТ, 2024. – с. 453 – 459.

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

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:** 0121U109788, 0123U100011

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

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Желдак Тімур Анатолійович

2. Timur A. Zheldak

**Кваліфікація:** к. т. н., доц., 05.09.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070743

**Місцезнаходження:** проспект Дмитра Яворницького, буд. 19, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, 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. Собчук Валентин Володимирович
2. Sobchuk Valentyn V.

**Кваліфікація:** к. ф.-м. н., доц., 01.01.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

#### **Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

**Код за ЄДРПОУ:** 38855349

**Місцезнаходження:** вул. Солом'янська, буд. 7, Київ, 03110, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

#### **Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Мулеса Оксана Юріївна
2. Oksana Y. Mulesa

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

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-6117-5846

#### **Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Державний вищий навчальний заклад "Ужгородський національний університет"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070832

**Місцезнаходження:** вул. Підгірна, буд. 46, Ужгород, Ужгородський р-н., 88000, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

### **Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Алексеев Михайло Олександрович
2. Mikhaylo Aleksyeyev

**Кваліфікація:** д.т.н., проф., 05.13.07**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-8726-7469**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"**Код за ЄДРПОУ:** 02070743**Місцезнаходження:** проспект Дмитра Яворницького, буд. 19, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Коряшкіна Лариса Сергіївна
2. Larysa S. Koriashkina

**Кваліфікація:** к. ф.-м. н., доц., 01.05.01**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-6423-092X**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"**Код за ЄДРПОУ:** 02070743**Місцезнаходження:** проспект Дмитра Яворницького, буд. 19, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****VIII. Заключні відомості****Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
голови ради**

Мороз Борис Іванович

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

Мороз Борис Іванович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Макуріна Олександра Андріївна

**Реєстратор**

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна