

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0823U101499

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 28-11-2023

**Статус:** Наказ про видачу диплома

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:** Наказ про видачу диплома №69



## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Грама Михайло Петрович

2. Mykhailo P. Hrama

**Кваліфікація:**

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Вид дисертації:** доктор філософії

**Аспірантура/Докторантура:** так

**Шифр наукової спеціальності:** 151

**Назва наукової спеціальності:** Автоматизація та приладобудування. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

**Галузь / галузі знань:** автоматизація та приладобудування

**Освітньо-наукова програма зі спеціальності:** Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

**Дата захисту:** 16-05-2023

**Спеціальність за освітою:** Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

**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):** 1317

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет харчових технологій

**Код за ЄДРПОУ:** 02070938

**Місцезнаходження:** вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, 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 університет харчових технологій

**Код за ЄДРПОУ:** 02070938

**Місцезнаходження:** вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 28.23.37, 50.47

**Тема дисертації:**

1. Автоматизоване керування випарною установкою на основі інтелектуальних регуляторів
2. Automatic control of evaporator plant based on intelligent regulators

**Реферат:**

1. Грама М.П. Автоматизоване керування випарною установкою на основі інтелектуальних регуляторів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти та науки України, Київ, 2023. Дисертація присвячена підвищенню ефективності функціонування випарної установки для забезпечення якісних показників процесу випарювання шляхом удосконалення системи автоматизованого управління процесом випарювання за рахунок розробки і включення до її складу інтелектуальних регуляторів та підсистем прогнозування та підтримки прийняття рішень. У дослідженні проведено аналіз процесу випарювання вологи з бурякового соку як об'єкта автоматизації. Для того щоб підвищити ефективність функціонування системи автоматизації у даній роботі досліджується використання інтелектуальних регуляторів в системі керування випарною установкою, що покращує показники якості процесу регулювання. Розроблена модель випарної установки цукрового заводу, у якій використано інтелектуальне керування. У даній роботі широко застосовуються

інтелектуальні регулятори. Серед таких регуляторів є нечіткий та нейромережевий регулятори. Розроблено модель прогнозування для системи нечіткого та нейромережевого регулювання. Використання інтелектуальних систем в автоматизації процесу випарювання бурякового соку передбачає виникнення великої кількості варіантів розвитку подій, частина яких може призводити до виникнення позаштатних та аварійних ситуацій. Саме тому дуже важливо завчасно запобігти їх появі. Для цього у даній роботі застосовано прогнозування стану даної системи. Також відбувається прогнозування технічного стану випарної установки на короткий час. Задача прогнозування технічного стану полягає у діагностиці сукупності показників стану системи. Прогнозування роботи випарної установки за методом нечітких локальних тенденцій відбувається за допомогою нечітких моделей часових рядів. Розроблено алгоритми та структури системи нечіткого та нейромережевого регулювання. Для того, щоб на основі прогнозованих даних користувач швидко міг приймати рішення розроблено людино-машинний інтерфейс таким чином, щоб він міг надати об'єктивно вірні підказки користувачу. З цією метою було використано підсистему прийняття рішень. У даній роботі було обрано метод розрахунку і прогнозування пріоритетів користувачів для розробки підсистеми прийняття рішень. Розроблено людино-машинний інтерфейс системи. Для реалізації системи використовувалось сучасне програмне та технічне забезпечення. У даному проекті використовується ПЛК фірми Schneider Electric Modicon M340. Одержані результати можуть бути використані при проектуванні, розробці та впровадженні нових, або при вдосконаленні існуючих систем автоматизації випарних установок цукрового заводу. Результати роботи пройшли досліду перевірку на цукрових заводах ВАТ «Шамраївський цукровий завод» та Філія «Жданівський цукровий завод» ТОВ «Цукорагропром», що підтверджено відповідними довідками. Ключові слова: цукор, випарювання, регулювання, ПІ-регулятор, нейромережевий, сік, модель, випарна установка, нейро-нечіткий, нейро-нечіткі регулятори, керування, прогноз поведінки, тиск пари, автоматизоване керування, випарювання, сироп, прогнозування, модельне прогнозне керування, оптимальне керування, енергозбереження, система керування, нейроконтролер, Neural Network Predictive Controller, модель простору станів, ПІД-регулятор, помилка прогнозування, система автоматичного регулювання, автоматизація, управління, моделювання, об'єкт керування, імітаційна модель, продуктивність, енерговитрати, автоматизована система, алгоритм, інтелектуальний, методи прогнозування, нейронна мережа.

2. Храма М.Р. Automated control of the evaporation plant based on intelligent regulators. – Qualifying scientific work on manuscript rights. Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in specialty 151 "Automation and computer-integrated technologies". - National University of Food Technologies of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2023. The dissertation is devoted to increasing the efficiency of the evaporation plant to ensure quality indicators of the evaporation process by improving the system of automated control of the evaporation process by developing and including in its composition intelligent regulators and subsystems of forecasting and decision-making support. The study analyzed the process of moisture evaporation from beet juice as an object of automation. In order to increase the efficiency of the automation system, this paper investigates the use of intelligent regulators in the control system of the evaporation plant, which improves the quality indicators of the regulation process. A model of the evaporation plant of a sugar factory was developed, in which intelligent control was used. Intelligent regulators are widely used in this work. Among such regulators are fuzzy and neural network regulators. A prediction model for the system of fuzzy and neural network regulation has been developed. The use of intelligent systems in the automation of the beet juice evaporation process involves the emergence of a large number of options for the development of events, some of which may lead to the emergence of emergency and emergency situations. That is why it is very important to prevent their appearance in advance. For this purpose, this work uses forecasting of the state of this system. The technical condition of the evaporation plant is also predicted for a short time. The task of forecasting the technical condition consists in diagnosing a set of indicators of the system condition. Forecasting of the operation of the evaporation plant by the method of fuzzy local trends is carried out with the help of fuzzy time series models. Algorithms and structures of the system of fuzzy and neural network regulation have been developed. In order for the user to quickly make decisions based on the predicted data, the human-machine interface was developed in such a way that it could provide objectively

correct hints to the user. For this purpose, the decision-making subsystem was used. In this work, a method of calculating and forecasting user priorities was chosen for the development of a decision-making subsystem. The human-machine interface of the system has been developed. Modern software and hardware were used to implement the system. This project uses a Schneider Electric Modicon M340 PLC. The obtained results can be used in the design, development and implementation of new or in the improvement of the existing systems of automation of sugar factory evaporation plants. The results of the work were tested at the sugar factories of JSC "Shamrayivskiy Sugar Factory" and Branch "Zhdanivskiy Sugar Factory" LLC "Tsukoragroprom", which was confirmed by relevant certificates. Keywords: sugar, evaporation, regulation, PI regulator, neural network, juice, model, evaporation plant, neuro-fuzzy, neuro-fuzzy regulators, management, prediction of behavior, steam pressure, automated control, evaporation, syrup, prognostication, model predictive management, optimal management, energy saving, control system, neurocontroller, Neural Network Predictive Controller, state space model, PID regulator, prediction error, automatic adjustment system, automation, management, modeling, control object, simulation model, productivity, energy costs, automated system, algorithm, intellectual, forecasting methods.

**Державний реєстраційний номер ДіР:** 0121U113863

**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:** Нове вирішення актуального наукового завдання

**Публікації:**

1. Hrama M, Sidletskiy V, Elperin I. Justification of the neuro-fuzzy regulation in evaporator plant control system. Ukrainian Food Journal 2019;8:873–890. <https://doi.org/10.24263/2304-974x-2019-8-4-17>
2. Грама М, Сідлецький В, Ельперін І. Аналіз системи автоматизації випарної установки з нейромережевим регулятором. Наукові праці Національного університету харчових технологій 2020;26:7–15. [http://sw.nuft.edu.ua/Archiv/2020/swnuft\\_26\\_6.pdf](http://sw.nuft.edu.ua/Archiv/2020/swnuft_26_6.pdf)
3. Hrama M, Sidletskiy V, Elperin I. Intelligent automatic control of sugar factory evaporator operation using behavior prediction subsystem. Ukrainian Food Journal 2022;11:148–163. <https://doi.org/10.24263/2304-974x-2022-11-1-14>
4. Грама М, Сідлецький В. Порівняння роботи підсистем прогнозування в автоматизованій системі керування випарним апаратом. Міжнародний науково-технічний журнал «Проблеми керування та інформатики» 2022;67:59–75. <https://doi.org/10.34229/2786-6505-2022-4-5>
- Hrama M, Sidletskiy V, Elperin I. Comparison Between PID and Fuzzy Regulator for Control Evaporator Plants. 2019 IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO) 2019. <https://doi.org/10.1109/elnano.2019.8783428>
- 13. Korobiichuk I, Sidletskiy V, Ladaniuk A, Elperin I, Hrama M. Use of Methods of Tensor Analysis in the Evaporator Plant Operating System. Advances in Intelligent Systems and Computing 2019:502–12. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-29993-4\\_62](https://doi.org/10.1007/978-3-030-29993-4_62)

**Наукова (науково-технічна) продукція:** пристрої; технології; методи, теорії, гіпотези; програмні продукти, програмно-технологічна документація

**Соціально-економічна спрямованість:** економія енергоресурсів; підвищення продуктивності праці; підвищення автоматизації виробничих процесів

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:** 0112U001085 0112U001496 0115U000379 0116U001531

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

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Сідлецький Віктор Михайлович
2. Victor M. Sidletskyi

**Кваліфікація:** к.т.н., доц., 05.13.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-2606-3651

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет харчових технологій

**Код за ЄДРПОУ:** 02070938

**Місцезнаходження:** вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, 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. Хобін Віктор Андрійович
2. Viktor Khobin

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.13.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Одеський національний технологічний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02071062

**Місцезнаходження:** вул. Канатна, буд. 112, Одеса, 65039, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Степанець Олександр Васильович
2. Oleksandr Stepanets

**Кваліфікація:** к. т. н., доц., 05.13.07**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-4444-0705**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:****Рецензенти****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Смітюх Ярослав Володимирович
2. Yaroslav V. Smityukh

**Кваліфікація:** к.т.н., доц., 05.13.07**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-5124-8653**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Національний університет харчових технологій**Код за ЄДРПОУ:** 02070938**Місцезнаходження:** вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Луцька Наталія Миколаївна
2. Natalia M. Lutska

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.13.07**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-8593-0431**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Національний університет харчових технологій**Код за ЄДРПОУ:** 02070938

**Місцезнаходження:** вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

## **VIII. Заключні відомості**

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

Балюта Сергій Миколайович

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

Балюта Сергій Миколайович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Мельник Наталія

**Реєстратор**

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна