

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U003026

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 01-07-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: №154 від 21 вересня 2026р.



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Запорожець Олександр Володимирович

2. Oleksandr V. Zaporozhets

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 133

Назва наукової спеціальності: Галузеве машинобудування

Галузь / галузі знань: механічна інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Машини та апарати харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв

Дата захисту: 01-09-2026

Спеціальність за освітою: Галузеве машинобудування

Місце роботи здобувача: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 15168

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, 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, 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: 44.01.77, 44.01.85, 55.63.29, 55.63.29.35

Тема дисертації:

1. Параметричний синтез адаптивної мехатронної системи продуктопроводу транспортування харчових продуктів до дозаторів
2. Parametric synthesis of an adaptive mechatronic system for a food product conveyor transporting foodstuffs to dispensers.

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної задачі підвищення ефективності процесів дозування харчових продуктів шляхом параметричного синтезу адаптивної мехатронної системи, що забезпечує автоматизовану зміну режимів подачі в умовах змінних фізико-механічних властивостей продукту. Основу дослідження становить аналіз динамічних характеристик та процесів керування приводами продуктопроводу в дозувальних модулях з урахуванням впливу конструктивних, пневматичних та масообмінних факторів на точність і стабільність подачі. Об'єктом дослідження є процес транспортування та дозування харчових продуктів у мехатронних пакувальних системах із продуктопроводом. Предметом дослідження є параметри та закономірності функціонування адаптивних мехатронних систем дозування з продуктопроводом, математичні моделі процесів подачі, а також методи параметричного синтезу систем керування, що визначають точність і

стабільність дозування рідких і сипких харчових продуктів. Метою дисертаційної роботи є встановлення закономірностей впливу параметрів адаптивної мехатронної системи продуктопроводу дозувальних модулів для сипких і рідких харчових продуктів на точність та ефективність процесів дозування, а також розроблення підходів параметричного синтезу для удосконалення структурно-керуючих рішень цих систем у складі фасувально-пакувального обладнання. Для досягнення мети дослідження використано сукупність теоретичних і експериментальних методів, зокрема методи математичного моделювання процесів дозування з урахуванням нелінійної динаміки об'єктів керування, а також методи структурної і параметричної ідентифікації систем; імітаційне моделювання адаптивної мехатронної системи дозування реалізовано в середовищі Matlab/Simulink. Запропоновано методи формалізації вимог до функціонування системи у вигляді критеріальних функцій точності, швидкодії та енергоефективності, на основі яких проведено оптимізацію її параметрів із застосуванням інструментів чисельного моделювання, машинного навчання та симуляційної оптимізації. Виконано аналіз впливу робочих коливань тиску, зміни в'язкості або сипкості продукту на характеристики дозування, розроблено адаптивні алгоритми компенсації таких збурень. Проведено експериментальну верифікацію моделі та підтверджено її здатність забезпечувати стабільну якість дозування як для рідких, так і для сипких харчових продуктів. Отримані результати забезпечують підґрунтя для створення ресурсощадного та високоточного обладнання дозувально-фасувального типу з розширеним функціоналом самоналаштування. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку літературних джерел та додатків. Отримані результати формують підхід до побудови високоточної адаптивної мехатронної системи дозування рідких і сипких харчових продуктів із використанням методів машинного навчання та статистичного моделювання у Simulink. Зокрема, розроблено підхід до оптимізації параметрів керування дозувальними механізмами, реалізованого в середовищі Simulink як підсистема навчання з підкріпленням, що забезпечує адаптацію системи до змін характеристик продукту та робочого середовища. Для верифікації моделі та підвищення точності оцінок змінних впроваджено метод Control Variates (CV), реалізований через MATLAB Function Block у моделі Simulink, що дозволило зменшити статистичну дисперсію вихідних параметрів. Отримані результати використано для створення програмно-апаратних рішень у складі пакувальних машин, де точне дозування визначає якість продукції та економію сировини. Апробацію і впровадження здійснено на підприємствах ПрАТ «Украналіт», ТОВ «ДІМ УПАКОВКИ», ТОВ «КАМОЦЦІ», ТОВ «Консервний завод «ГАЙДА-МАКИ» та ТОВ «АЙС-КРІМ СЕРВІС», де розроблені алгоритми, адаптивні елементи керування та симуляційні моделі реалізовано як експериментальний пакет для калібрування і налаштування систем точного дозування. Результати також впроваджено в ПНДЛ НУХТ і освітній процес спеціальності G9 «Прикладна механіка» за освітньою програмою «Робототехнічні комплекси пакувальних виробництв» у дисциплінах «Мехатроніка» та «Основи робототехніки»; факт впровадження підтверджено актами апробації та виробничими звітами.

2. The dissertation addresses an important scientific and applied problem of improving the efficiency of food product dosing processes through the parametric synthesis of an adaptive mechatronic system capable of automatically adjusting feeding modes under varying physical and mechanical properties of the product. The study is based on an analysis of the dynamic characteristics and control processes of product-pipeline drives in dosing modules, taking into account the influence of structural, pneumatic, and mass-transfer factors on feeding accuracy and stability. The object of the research is the process of transporting and dosing food products in mechatronic packaging systems equipped with a product pipeline. The subject of the study encompasses the parameters and operating principles of adaptive mechatronic dosing systems equipped with a product pipeline, mathematical models of product feeding processes, and methods for the parametric synthesis of control systems that govern the accuracy and stability of dosing liquid and bulk food products. The aim of the dissertation is to establish the relationships governing the influence of the parameters of adaptive mechatronic product-pipeline systems in dosing modules for bulk and liquid food products on the accuracy and efficiency of dosing processes, as well as to develop approaches to parametric synthesis for improving the structural and control solutions of these systems as components of filling and packaging equipment. To achieve this aim, a combination of theoretical and

experimental methods was employed, including mathematical modeling of dosing processes with consideration of the nonlinear dynamics of control objects, as well as methods of structural and parametric system identification. Simulation modeling of the adaptive mechatronic dosing system was carried out using the Matlab/Simulink environment. Methods for formalizing system performance requirements as objective functions that account for accuracy, response time, and energy efficiency have been developed. Based on these functions, the system parameters were optimized using numerical modeling, machine learning techniques, and simulation-based optimization tools. The impact of pressure fluctuations and changes in product viscosity or bulk powder flow properties on dosing performance was investigated, and adaptive algorithms were developed to compensate for these disturbances. Experimental validation of the proposed model was conducted, confirming its ability to ensure stable dosing quality for both liquid and bulk food products. The obtained results provide a foundation for the development of resource-efficient, high-precision filling and dosing equipment with enhanced self-tuning capabilities. The dissertation consists of an introduction, five chapters, conclusions, a list of references, and appendices. The results obtained establish a methodological framework for the development of a high-precision adaptive mechatronic dosing system for liquid and bulk food products based on machine learning methods and statistical modeling in the Simulink environment. In particular, an approach to optimizing the control parameters of dosing mechanisms was developed and implemented in the Simulink environment as a reinforcement learning subsystem, enabling the system to adapt to changes in product characteristics and operating conditions. To validate the model and improve the accuracy of variable estimates, the Control Variates (CV) method was introduced and implemented through a MATLAB Function Block within the Simulink model, which reduced the statistical variance of the output parameters. The obtained results were used to develop software and hardware solutions for integration into packaging machines, where precise dosing directly determines product quality and raw material efficiency. The developed approaches were tested and implemented at the enterprises PrJSC Ukranalit, LLC PACKING HOUSE (TOB «ДИМ УПАКОВКИ»), LLC CAMOZZI, ASSOCIATION WITH LIMITED RESPONSIBILITY TINNED FOOD FACTORY GAY-DA-MAKY, and LLC ICE-CREAM SERVICE, where the developed algorithms, adaptive control elements, and simulation models were implemented as an experimental package for calibration and adjustment of precision dosing systems. The results were also adopted in the activities of the NUFT research laboratory and introduced into the G9 “Applied Mechanics” field of study as a part of “Robotic Systems for Packaging Production” educational program, including

Державний реєстраційний номер ДіР: 0121U100451

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: Технологічне оновлення та розвиток агропромислового комплексу

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Володін С. О., Мирончук В. Г., Васильківський К. В., Запорожець О. В. Інженерний аналіз та оптимізація систем керування позиційними приводами в запірно-регулювальних системах продуктопроводів. Наукові праці НУХТ. 2025. Т. 31, № 1. С. 120–130.
- 2. Запорожець О. В., Володін С. О. Параметричний синтез мехатронної системи пневмотранспортування сипких продуктів. Наукові праці НУХТ. 2024. Т. 30, № 4. С. 88–98.
- 3. Запорожець О. В., Володін С. О., Савчук О. С., Марцинкевич Л. В. Системний аналіз та оптимізація динамічних характеристик безклапанних дозаторів напірного типу. Наукові праці НУХТ. 2025. Т. 31, №6. С. 175–188.

- 4. Запорожець О.В. Дослідження параметрів адаптивного електропневматичного керування системою продуктопроводу для дозувального модуля харчових продуктів. Наукові праці НУХТ. 2026. Т. 32, №2. С. 258-273.
- 5. Synthesis of an Analytical System Prototype Using MQTT and AWS in the Industry 4.0 Context / D. Gaiduchek, L. Kryvoplias-Volodina, V. Kostin, Z. Burova, O. Zaporozhets // Theoretical and Applied Problems: 5th International Workshop on Information Technologies, October 22-24, Ternopil, Ukraine, Opole, Poland. Ternopil, 2025. Vol. 2. Pp. 487-497.
- 6. Запорожець О. В. Параметричний синтез адаптивної мехатронної системи продуктопроводу в системі дозування сипких харчових продуктів та аналіз ефективності її функціонування. У: Системна інженерія пакувального обладнання: монографія / за ред. Л. О. Кривопляс-Володіної. Київ, 2026. С. 460-485.
- 7. Kuzmin O., Chemakina O., Kuzmin A., Zaporozhets O., Dudarev I., Bal-Prylypko L. Integration of inclusive engineering principles and craft technologies in the design of food service facilities in the context of post-war reconstruction of Ukraine: building materials, architectural solutions, quality, safety // Modern trends in construction materials technologies : collective monograph / ed. by I. Shalevska. Kharkiv : Technology Center PC, 2025. P. 52-84. DOI: <https://doi.org/10.15587/978-617-8360-17-7.ch2>
- 8. Engineering approach to optimization of pneumatic transportation processes in the food industry / S. Volodin, V. Myronchuk, O. Zaporozhets // Modern Technologies in the Food Industry-2024 (MTFI-2024): proceedings of the International Conference, 17-18 October 2024. Chişinău: Tehnica-UTM, 2024. P. 97. Access mode: <https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/31135/ConfMTFI-2024-p97.pdf?sequence=1>
- 9. Інженерний аналіз та оптимізація систем керування позиційними приводами в запірнорегулювальних системах продуктопроводів [Електронний ресурс] / С. Володін, В. Мирончук, К. Васильківський, О. Запорожець // Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції: тези матеріалів XIII Міжнародної науково-технічної конференції, 21 листопада 2024 р., м. Київ. Київ : НУХТ, 2024. С. 42-43. Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/e1bb792dec4f-4a37-825c-9d59ed066372/content?trackerId=018b5882d981087f>
- 10. Topological synthesis of the control system for the mechatronic module of a packaging machine [Електронний ресурс] / O. Volodin, O. Gavva, N. Maslo, O. Zaporozhets // Тренди Lean-виробництва та пакування харчової продукції : матеріали 12-ї Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції, 20 вересня 2023 р., м. Київ. Київ : НУХТ, 2023. С. 203-205. Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/9c64d608-f9e8-47ac-9a61-ec23c2b383b2/content?trackerId=018b5882d981087f>
- 11. Implementation of AR technologies in robotics on the example of a dosing robot manipulator [Electronic resource] / V. Yasychev, D. Yemelianov, O. Zaporozhets, L. Kryvoplias-Volodina // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : матеріали 90-ї Міжнародної наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів, 11-12 квітня 2024 р. Київ : НУХТ, 2024. Ч. 2. С. 117. Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/7f904fb6-0d86-467d-bdf5-5346ea87ea16/content?trackerId=018b5882d981087f>
- 12. Практичні аспекти регулювання мехатронними модулями процесів пневмотранспортування сипких харчових продуктів [Електронний ресурс] / Л. О. Кривопляс-Володіна, М. А. Масло, О. В. Запорожець, А. А. Кохан // Тренди Lean-виробництва та пакування харчової продукції: матеріали 13-ї Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції, 17 вересня 2024 р., м. Київ. Київ : НУХТ, 2024. С. 173-175. Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/2b63d94c-18af-4652-8a91-61cbb90a5ce6/content?trackerId=018b5882d981087f>
- 13. Synthesis of functional mechatronic modules in a system of packaging machines [Electronic resource] / L. Kryvoplias-Volodina, S. Tokarchuk, O. Gavva, O. Zaporozhets // The 25th International scientific and practical conference “Theoretical foundations of scientists and modern opinions regarding the implementation of modern trends”, June 27 – 30, 2023. San Francisco : International Science Group, 2023. P.

401–405. Access mode: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/402453d4-ae6d-4067-92e8-4f89c9ecb01f/content?trackerId=018b5882d981087f>

- 14. Запорожець, О. Оптимізація мульти-роботної координації в автоматизованих пакувальних процесах за допомогою симуляційного моделювання / О. Запорожець, В. Туфекчі // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : матеріали 91-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 7– 11 квітня 2025 р., м. Київ. Київ : НУХТ, 2025. Ч. 2. С. 137. Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/83e2701c-3c25-4f20-a5b4-064761fb1fbd/content?trackerId=018b5882d981087f>
- 15. Панков, Д. Проектування машини для фасування сипких лікарських засобів в упаковку типу «саше» / Д. Панков, О. Запорожець, К. Грінінг // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : матеріали 91-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 7–11 квітня 2025 р., м. Київ. Київ : НУХТ, 2025. Ч. 2. С. 156. Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/5ee0d411-5d1a-4ff2-a426-fe993cf6f5a3/content?trackerId=018b5882d981087f>
- 16. Скула, Д. Структурно-параметричний синтез пакувальних машин для сипких харчових продуктів / Д. Скула, О. Запорожець, С. Токарчук // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 90-ї Ювілейної Міжнародної наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів, 11-12 квітня 2024 р., м. Київ. Київ : НУХТ, 2024. Ч.2. С. 144. Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/22c57377-16d9-4d91-abf3-7b70213e1c7f/content?trackerId=018b5882d981087f>
- 17. Система пневматичних приводів soft-захватних пристроїв для транспортування крихких виробів / Д. В. Ємельянов, І. Б. Д'яченко, О. В. Запорожець, Л. О. Кривопляс-Володіна // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 3– 7 квітня 2023 р., м. Київ. Київ : НУХТ, 2023. Ч. 2. С. 103. Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/3fa7556f-36e4-41d1-9f81-c31f1f8e27a4/content?trackerId=018b5882d981087f>
- 18. IIOT solutions for monitoring and optimization of pneumatic dosing systems / S. Volodin, O. Savchuk, O. Zaporozhets, N. Maslo // Тренди Leanвиробництва та пакування харчових продуктів : матеріали 14-ї Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції, 23 вересня 2025 р., м. Київ. Київ: НУХТ, 2025. С. 189-192. Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c26ff8e6-6b2c-42cc-9861-98e99b517424/content?trackerId=018b5882d981087f>
- 19. Системний аналіз і оптимізація динамічних характеристик безклапанних дозаторів напірного типу / О. М. Гавва, С. О. Володін, О. Запорожець, О. Савчук // Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції : тези матеріалів XIV Міжнародної науково-технічної конференції, 25 листопада 2025 р., м. Київ. Київ: НУХТ, 2025. С. 60–62. Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/a5b2f343-c52e-4be6-9f43-802076aed270/content?trackerId=018b5882d981087f>
- 20. Zaporozhets, O. Optimization of parameters for adaptive electropneumatic control of a product conveyor system for a food product dosing module / O. Zaporozhets, L. Kryvoplias-Volodina // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : матеріали 92-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 20–24 квітня 2026 р., м. Київ. Київ: НУХТ, 2026. Ч. 2. С. 114-115. Mode of access: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/e464578f-0293-4bb9-a2ea-67b7ccb48cf4/content?trackerId=018b5882d981087f>

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; методичні документи

Соціально-економічна спрямованість: збільшення обсягів виробництва; економія енергоресурсів

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0124U000974

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кривопляс-Володіна Людмила Олександрівна
2. Liudmyla O. Kryvoplias-Volodina

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.18.12

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9906-6381

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, 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. Стадник Ігор Ярославович
2. Ihor Y. Stadnyk

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.18.12

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4126-3256

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Код за ЄДРПОУ: 05408102

Місцезнаходження: вул. Руська, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46001, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шоловій Юрій Петрович

2. Yurii P. Sholovii

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0154-7983

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Деренівська Анастасія Василівна

2. Anastasiia V. Derenivska

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.18.12

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0006-6040-2476

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Чепелюк Олександр Миколайович

2. Oleksandr M. Chepeliuk

Кваліфікація: к.т.н., доцент, 05.18.12

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6295-6305

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, 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

Якимчук Микола Володимирович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні

Якимчук Микола Володимирович

Відповідальний за підготовку
облікових документів

Мельник Наталія

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності



Юрченко Тетяна Анатоліївна