Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U001607

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 09-05-2025

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Синицина Єлизавета Юріївна
2. Yelyzaveta Synytsyna

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCHID ID: 0009-0005-7361-0031

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 131

Назва наукової спеціальності: Прикладна механіка

Галузь / галузі знань: механічна інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Прикладна механіка

Дата захисту:

Спеціальність за освітою: Прикладна механіка

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 9032

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:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Університетський

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

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:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Університетський

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 30.17, 30.03, 28.17

Тема дисертації:

1. Гідропневматична система об'єкту тепличного господарства середнього об'єму
2. Hydropneumatic system of a medium-sized greenhouse facility

Реферат:

1. Наша країна вже досить довгий час славиться якісною сільськогосподарською продукцією по всьому світу. На жаль, сьогодні не кожна країна може похизуватися такими можливостями. Оскільки кліматичні умови різні і не вся продукція може там рости. У теплицях використовують механічне керування мікрокліматом, що займає досить багато часу на обслуговування та є економічно невигідним. Для великих площ застосовують автоматичні системи, які, у свою чергу, не завжди охоплюють увесь об’єм інформації. Такі системи, зазвичай, працюють не ефективно і не можуть прогнозувати роботу системи при зміні різних зовнішніх та внутрішніх параметрів. Різкі зміни температури та вологості повітря негативно впливають на вирощування рослин.

Сучасні методи регулювання мікроклімату тепличних об’єктів зводяться до найпростішого – регулювання швидкості потоку, вологості та температури повітряних мас. Тому виникає питання у створенні універсальної системи для вирощення сільськогосподарських продуктів, а саме ефективної автоматизації інженерних систем. У дисертації розроблено автоматизовану мехатронну систему мікроклімату теплиці. Дисертація складається з п'яти розділів, основний зміст та результати кожного з яких наведено нижче. У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, визначено мету і задачі дослідження, наведено методи дослідження, сформульовано наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів, а також представлено дані про апробацію роботи. У першому розділі виконано огляд інженерних систем тепличного об’єкту та їх конструктивні особливості. Проведено порівняльний аналіз теплиць по їх габаритним розмірам, складності монтажу, наявності інженерних систем та систем управління. Визначено напрямок дослідження, сформульовано мету та задачі дисертаційної роботи. У другому розділі сформовано підґрунтя для розроблення структури мехатронної системи тепличного об’єкта середнього об’єму. Розглянуто загальні функції системи мікроклімату та визначено вимоги до системи керування. Запропоновано структура мехатронної системи з моделлю теплиці. Розроблено принципову схему системи вентиляції та рециркуляції, також розроблено та розраховано систему повітропроводів. Підібрано вентилятор, розраховано крутний момент та визначено зусилля, яке має забезпечити пневматичний привід при закритті та відкритті заслінки. Розраховано систему обігріву теплиці та підібрано нагрівач. Розроблено загальну схему виконавчих пристроїв для системи вентиляції, зашторювання, опалення та вікон провітрювання. Розраховано систему поливу та зволоження теплиці. Запропоновано загальну структуру та комп’ютерну модель тепличного об’єкта. У третьому розділі виконано дослідження фізики тепло-масообмінних процесів в середині теплиці, з метою визначення вимог до моделі об’єкту керування. Теоретично обґрунтовано тепло-масообміні процеси в теплиці, які базуються на балансі теплових потоків повітря. Теоретично обґрунтовано теплові втрати через огороджувальну конструкцію теплиці з полікарбонату та визначено загальний коефіцієнт теплопередачі. Теоретично визначено рівняння теплового балансу та аеродинамічних процесів через рівняння Нав’є-Стокса. Визначено задачі для комп’ютерної моделі. У четвертому розділі представлено етапи дослідження тепло-масообмінних процесів в теплиці середнього об’єму. Створено комп’ютерну 3-D модель теплиці та для моделювання процесів встановлено змінні величини: тиск, температура, швидкість потоку повітря, параметри повітря та час. Модель описує тепличний об’єкт, як заданий об’єм повітря, обмежений стінами, дахом та підлогою. Температурний режим в середині замкненого тепличного об’єму має бути рівномірним та сталим, незалежним від впливу зовнішніх факторів. Моделювання тепличного об’єкта проведено в пакеті Ansys та SOLIDWORKS. На першому етапі дослідження було проведено серію тестових експериментів: процес теплообміну в теплиці, швидкість теплообміну та зміна тиску, а також час стабілізації температури, швидкості повітря. Другий етап- дослідження теплообміну теплиці з навколишнім середовищем. Наступним етапом було проведено дослідження стабілізації температури в середині теплиці при заданому прогнозу погоди. Четвертим етапом було дослідження теплопередачі через огороджувальну конструкцію теплиці у навколишнє середовище. П’ятим етапом дослідження було розподілення водяної пари в середині замкненого об’єму тепличного об’єкта. У п'ятому розділі наведено загальний алгоритм програми керування нагрівачами. Розроблено режим роботи та програму керування форсунками. Проведено порівняльний розрахунок ефективності мехатронної системи з упереджуючим керуванням.

2. Our country has long been famous for its high-quality agricultural products around the world. Unfortunately, today not every country can boast of such opportunities. The climate conditions are different and not all products can grow there. Greenhouses use mechanical microclimate control, which takes a lot of time to maintain and is economically unprofitable. For large areas, automatic systems are used, which, in turn, do not always cover the entire amount of information. Such systems usually do not operate efficiently and cannot predict the system's performance when various external and internal parameters change. Sudden changes in temperature and humidity have a negative impact on plant cultivation. Modern methods of regulating the microclimate of greenhouse facilities are reduced to the simplest - controlling the flow rate, humidity and temperature of air masses. Therefore, the question arises of creating a universal system for growing agricultural products, namely, effective

automation of engineering systems. In this thesis, we have developed an automated mechatronic greenhouse microclimate system. The thesis consists of five chapters, the main content and results of each of which are presented below. The introduction substantiates the relevance of the thesis topic, defines the purpose and objectives of the study, presents the research methods, formulates the scientific novelty and practical value of the results, and presents data on the work's testing. The first section provides an overview of the engineering systems of the greenhouse facility and their design features. A comparative analysis of greenhouses in terms of their overall dimensions, complexity of installation, availability of engineering systems and control systems is carried out. The direction of research is determined, the purpose and objectives of the dissertation are formulated. In the second chapter, the basis for the development of the structure of the mechatronic system of a medium-sized greenhouse object is formed. The general functions of the microclimate system are considered and the requirements for the control system are defined. The structure of the mechatronic system with a greenhouse model is proposed. The schematic diagram of the ventilation and recirculation system is developed, and the air duct system is designed and calculated. The fan is selected, the torque is calculated, and the force to be provided by the pneumatic actuator when closing and opening the damper is determined. The greenhouse heating system was calculated and a heater was selected. A general scheme of actuators for the ventilation, curtaining, heating, and ventilation windows was developed. The system of irrigation and humidification of the greenhouse is calculated. The general structure and computer model of the greenhouse object are proposed. In the third section, the physics of heat and mass transfer processes inside the greenhouse is studied in order to determine the requirements for the model of the control object. The heat and mass transfer processes in a greenhouse based on the balance of air heat flows are theoretically substantiated. The heat losses through the polycarbonate greenhouse envelope are theoretically substantiated and the overall heat transfer coefficient is determined. The equations of heat balance and aerodynamic processes are theoretically determined through the Navier-Stokes equation. The tasks for the computer model are defined. The fourth chapter presents the stages of studying heat and mass transfer processes in a medium-volume greenhouse. A 3-D computer model of the greenhouse was created and the following variables were set for modeling the processes: pressure, temperature, air flow rate, air parameters, and time. The model describes a greenhouse object as a given volume of air bounded by walls, roof, and floor. The temperature inside the closed greenhouse volume should be uniform and stable, independent of the influence of external factors. The greenhouse object was modeled in Ansys and SOLIDWORKS. At the first stage of the study, a series of test experiments were conducted: the process of heat exchange in the greenhouse, the rate of heat exchange and pressure changes, as well as the time of temperature and air velocity stabilization. The second stage was the study of heat exchange between the greenhouse and the environment. The next step was to study the stabilization of the temperature inside the greenhouse under a given weather forecast. The fourth stage was the study of heat transfer through the greenhouse envelope to the environment. The fifth stage of the study was the distribution of water vapor inside the closed volume of the greenhouse. The fifth section presents the general algorithm of the heater control program. The operating mode and the nozzle control program were developed.A comparative calculation of the efficiency of the mechatronic system with proactive control was performed.

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:

- Синицина Є., & Губарев О. (2023). «Модель об'єкту керування мехатронної системи мікроклімату теплиці середнього об'єму» - Mech. Adv. Technol. Vol. 7, No. 3, 2023, pp. 330–336. DOI: 10.20535/2521-1943.2023.7.3.290773
- Synytsyna Y., Gubarev O. (2024). «Mechatronic greenhouse microclimate temperature control system» - Mech. Adv. Technol. 8, № 2(101), p. 164–171, 2024. DOI: 10.20535/2521-1943.2024.8.2(101).298506
- Синицина Є., & Губарев О. (2024). «МЕХАТРОННА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ВОЛОГІСТЮ МІКРОКЛІМАТУ ТЕПЛИЦІ» - Вісник машинобудування та транспорту, Т. 10, №2, с. 38-47, 2024, DOI: 10.63341/vjmet/2.2024.38
- Синицина Є., & Губарев О. «Прогнозування температури в тепличних об'єктах» - МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ТА СТУДЕНТІВ, Інновації молоді в машинобудуванні, 2021 http://imm-mmi.kpi.ua/proc/article/view/232673 - ст. 222-225, 2021 рік.
- Синицина Є., & Губарев О. Технічна конференція XXI МНТК «Прогресивна техніка, технологія та інженерна освіта» з темою «АДАПТИВНА ГІДРОПНЕВМАТИЧНА СИСТЕМА МІКРОКЛІМАТУ АВТОНОМНОГО ТЕПЛИЧНОГО ОБ'ЄКТУ» http://conf.mmi.kpi.ua/public/conferences/29/2020/Program_2020.pdf - ст.21, №5, 2020 рік.
- Синицина Є., & Губарев О. «Особливості вентиляції тепличних об'єктів» Єлизавета Юріївна Синицина, Олександр Павлович Губарев, XXVI Міжнародна науково-технічна конференція "Гідроаеромеханіка в інженерній практиці"http://conf.pgm.kpi.ua/2021/paper/view/24536
- Синицина Є., & Губарев О.. Забезпечення вхідними даними смарт системи мікроклімату телиці малої площі, XXVI Міжнародна науково-технічна конференція "Гідроаеромеханіка в інженерній практиці" http://conf.pgm.kpi.ua/2021/paper/view/24532
- Синицина Є., & Губарев О., Вплив матеріалів на регулювання температурного режиму тепличного об'єкту. - XXIII Міжнародна науково-технічна конференція АС ПГП ПРОМИСЛОВА ГІДРАВЛІКА І ПНЕВМАТИКА, https://pgm.sumdu.edu.ua/uk/novyny/171-khkhiii-mizhnarodna-naukovo-tekhnichna-konferentsiia-pid-ehidoiu-as-php-promyslova-hidravlika-i-pnevmatyka.html, 2022р.
- Синицина Є., & Губарев О., Моделюванню процесів тепло - та масообміну в тепличному об'єкті. - XXIII Міжнародна науково-технічна конференція АС ПГП ПРОМИСЛОВА ГІДРАВЛІКА І ПНЕВМАТИКА https://pgm.sumdu.edu.ua/uk/novyny/171-khkhiii-mizhnarodna-naukovo-tekhnichna-konferentsiia-pid-ehidoiu-as-php-promyslova-hidravlika-i-pnevmatyka.html
- Синицина Є., & Губарев О., «Гідропневматична смарт-система об'єкта тепличного господарства малого та середнього об'єму», Міжнародна науково-технічна конференція - ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МАШИНОБУДУВАННЯ ТА ТРАНСПОРТУ- https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/prmt/pmrt2023/paper/view/18239
- Синицина Є., & Губарев О., «Мехатронна система керування температурою мікроклімату теплиці» - МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ТА СТУДЕНТІВ, Інновації молоді в машинобудуванні, 2024 https://imm-mmi.kpi.ua/imm2024/paper/view/30513
- Синицина Є., & Губарев О., «ДОСЛІДЖЕННЯ СПРОЩЕНОЇ МОДЕЛІ ФОРСУНКИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ В ТЕПЛИЧНОМУ ОБ'ЄКТІ» - IV Міжнародна наукова конференція «Наукові орієнтири: теорія та практика досліджень», ст. 196, 18.10.2024; Вінниця, України, https://archives.mcnd.org.ua/index.php/conference-proceeding/issue/view/18.10.2024/19

Наукова (науково-технічна) продукція: технології

Соціально-економічна спрямованість: підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впровадження не планується

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Губарев Олександр Павлович
2. Oleksandr Hubarev

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.02.03

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-0924-4103

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:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Університетський

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Петров Олександр Васильович
2. Oleksandr Petrov

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.02.02

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-0487-6240

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Вінницький національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 02070693

Місцезнаходження: вул. Хмельницьке шосе, буд. 95, Вінниця, Вінницький р-н., 21021, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Якимчук Микола Володимирович

2. Mykola Iakymchuk

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

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-1905-3546

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:

Сектор науки: Університетський

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Узунов Олександр Васильович

2. Alexandr Uzunov

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.02.02

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0003-0002-1672

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:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Університетський

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Костюк Дмитро Вікторович

2. Dmytro Kostiuk

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.17.08

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0001-5407-1443

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:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Університетський

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Луговський Олександр Федорович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Луговський Олександр Федорович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Синицина Єлизавета Юріївна
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна