

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

**ДИРДА МАКСИМ ОЛЕГОВИЧ**

УДК

**АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ І ПІДТРИМКИ  
ТЕМПЕРАТУРИ ТА ВОЛОГОСТІ СИПУЧИХ РЕЧОВИН**

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно - інтегровані технології

Автореферат

бакалаврської роботи

на здобуття кваліфікації бакалавра з автоматизації та комп'ютерно - інтегрованих  
технологій

Миколаїв – 2020

Робота виконана у Чорноморському національному університеті ім. Петра Могили.

**Науковий керівник:** кандидат технічних наук, доцент  
**Щесюк Олег Володимирович,**  
ЧНУ ім. Петра Могили

**Рецензент:** технічний директор ТОВ "Тайфун-ДЧ"  
к.т.н., ст. наук. співр., Патлайчук В.М.

**Консультант:** кандидат технічних наук, доцент  
**Щербак Юрій георгійович,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
доцент кафедри екології Медичного  
інституту

Захист відбудеться «23» червня 2020 р. о 10<sup>00</sup> на засіданні Державної екзаменаційної екзаменаційної комісії в ЧНУ ім. Петра Могили, ауд. 2-407 З бакалаврською роботою можна ознайомитись на сайті ЧНУ ім. Петра Могили за посиланням <http://chmnu.edu.ua> З бакалаврською науковою роботою можна ознайомитися в бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

Автореферат оприлюднений «15» червня\_2020 р.

Секретар екзаменаційної комісії, старший викладач	Жук І. Ю
--	----------

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Головними тенденціями сучасного сільськогосподарського виробництва є постійне зростання його масштабів, підвищення кількості і якості сільськогосподарських продуктів, а також – прогресуючий дефіцит робочої сили, непопулярність монотонної і важкої фізичної праці. Найважливішим, а часто і єдиним засобом вирішення протиріч між ними є комплексна механізація і автоматизація виробництва. Завдяки цьому зростає продуктивність праці. Зростання технічної оснащеності та широка електрифікація поряд із розробкою прогресивних технологій сільськогосподарських процесів створюють умови для комплексної електромеханізації й автоматизації виробничих процесів. Розвиток останньої у сільському господарстві ґрунтується на багатому досвіді автоматизації у промисловості, проте їй властиві деякі специфічні особливості (наприклад, зв'язок з біологічними об'єктами, безперервність і повільне протікання технологічних процесів, агресивність навколишнього середовища, широкі зміни температури, вологості тощо).

Україна – одна з провідних країн світу, яка є постачальником зернових культур, у зв'язку з цим щорічно в країні значно збільшується кількість елеваторів. Тому розробка автоматизованої системи вимірювання і підтримки температури та вологості сипучих речовин є актуальною. Одними з найпопулярніших металевих резервуарів для зберігання сипучих речовин є силоси. Але з розвитком нових технологій та систем, що контролюють параметри стану зберігання зерна, виникла необхідність створення надійної та зручної

автоматизованої системи, яка б управляла даними технологічними процесами.

Для зберігання сипучих речовин необхідно контролювати температуру та вологість у металевих резервуарах для уникнення ризиків втрати продукту та для недопущення їх самозігрівання, що може призвести до руйнування резервуару, у якому він зберігається. Оскільки температура у резервуарах зростає з низькою амплітудою, тому процес самозігрівання також відбувається з низькою швидкістю, і навпаки, з підвищенням температури відбувається пришвидшення згорання речовин. Таким чином, скорочується час, необхідний для вирішення проблеми. Для таких об'єктів автоматизовані системи повинні мати оптимальне число первинних перетворювачів і виконавчих органів і в той же час забезпечувати керування параметрами у всіх розосереджених зонах із заданою точністю і надійністю.

Для попередження та своєчасного запобігання підвищення температури і вологості у резервуарах з сипучими речовинами, а також для повернення рівня показників до норми необхідно розробити АС (автоматизовану систему) параметрів зберігання сипучих продуктів, яка допоможе уникнути економічних витрат на обслуговування системи силосів, мінімізує втрати продукту та максимізує термін роботи обладнання.

Також показник рівня вологості продукту у резервуарі є досить важливим. Фіксування цього значення дозволить запобігти псуванню продукту, тому для подальший контроль даного показника буде здійснюватися за допомогою обслуговуючого програмного забезпечення.

**Мета та завдання дослідження.** розробити АС (автоматизовану систему) параметрів зберігання сипучих продуктів на основі сучасних існуючих систем для автоматизації процесу спостереження за показниками температури та рівня вологи продуктів.

Основними результатами даної роботи є розробка автоматизованої системи контролю параметрів зберігання сипучих продуктів з урахуванням оптимально розташованих сучасних апаратних засобів контролю показників контрольних параметрів та передачі їх до програмного забезпечення. Також дана система дозволить самостійно налаштовувати параметри обладнання елеватору та провести аудит на основі отриманої статистики та звітів з інформацією про показники, що були отримані в результаті вимірювання.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

- проаналізувати літературу та патентну інформацію;
  - розробити функціональні схеми комутаційного блоку, щитів живлення та датчика температури АС, принципову електричну схему;
  - створити блок-схему алгоритму роботи АС параметрів зберігання;
- розробити програмне забезпечення контролю параметрів зберігання сипучих речовин;
- виготовити прототип автоматизованої системи контролю та здійснити його тестування;
  - удосконалити метод оброблення даних тестування прототипу за допомогою урахування похибки на утворення конусу;
  - розробити та проаналізувати стану умов праці на підприємстві, де буде встановлюватися АС.

**Об'єктом дослідження** автоматизована система вимірювання параметрів сипучих речовин.

**Предметом дослідження** розробка автоматизованої системи вимірювання і підтримки температури та вологості сипучих речовин для моніторингу показників у режимі реального часу.

**Методи дослідження:** методи апаратних безконтактних вимірювань температури, методи апаратних безконтактних вимірювань рівня насипу продукції,

методи передачі інформації, метод розрахування об'єму з урахуванням похибки на виникнення конуса насипу поверхні.

**Структура та обсяг роботи.** Бакалаврська робота складається з анотації на 2 сторінках, вступу, двох основних розділів, висновків, переліку джерел посилання з 30 найменувань і спеціальної частини з охорони праці на 15 сторінок. Основна частина роботи становить 70 сторінок, серед яких 35 рис. та 4 табл..

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У **вступі** подано обґрунтування актуальності теми магістерської роботи, зазначено її зв'язок із науковою новизною, сформульовано мету та завдання дослідження. Зростання масштабів нових технологій сприяє розробці нових систем для швидкого, надійного та зручного контролю параметрів зберігання, а саме

температури зернової маси та рівня зерна у сховищі. Разом з цим постає задача створення автоматизованої системи вимірювання і підтримки температури та вологості сипучих речовин, що буде не лише надійним, але і зручним у використанні.

Було розроблено автоматизовану систему контролю параметрів зберігання сипучих продуктів з урахуванням оптимально розташованих сучасних апаратних засобів контролю показників контрольних параметрів та передачі їх до програмного забезпечення. Останнє реалізує оптимальні методи розрахунку об'єму, у т.ч. для того, щоб можна було своєчасно виявити осередки самонагрівання продуктів, вирахування його об'єму у кожному резервуарі.

Розроблена автоматизована система здійснює збір інформації з термодатчиків та рівнемірів, передає дані через модулі вводу/виводу на персональний комп'ютер. Завдяки програмній частині надалі здійснюються контроль та обробка вхідних параметрів, що можна проаналізувати та провести аналіз стану сипучих продуктів, що зберігаються у промислових резервуарах. Система може експлуатуватися на елеваторах після встановлення.

**У першому розділі бакалаврської роботи «Аналітичний огляд показників контролю параметрів зберігання та існуючих АС та розробка структурних та функціональних схем АС» основні показники параметрів зберігання сипучих продуктів, які потребують постійного нагляду та врахування для розробки автоматизованої системи оперативного контролю. Також було розглянуто декілька існуючих АС для подальшого порівняння та формулювання напрямків розробки.**

Сипучі продукти, що закладаються на зберігання, потребують постійного контролю та, у випадку необхідності, своєчасного проведення певних технологічних операцій для регулювання температури, об'єму, вологості та ізолювання від паразитів. Несвоєчасне визначення основних параметрів

зберігання може призвести до втрат продукції та пошкодження обладнання, що має високу собівартість. Оскільки об'єми виробництва промислового комплексу не піддаються аналітиці без спеціального обладнання, тому системи оперативного контролю є рентабельною інвестицією у розвиток компанії в цілому. Сучасні технологічні розробки не лише запобігають втраті додаткових коштів на обслуговування обладнання та персоналу, а й значно підвищують рівень якості продукції, що зберігається.

На основі аналізу існуючих систем оперативного контролю було розроблено технічне завдання з урахуванням вимог до функціональних та апаратних складових системи.

Також, розроблено структурну і функціональні схеми АС параметрів зберігання сипучих продуктів, які візуалізують оптимальне розташування елементів, що забезпечує її набором усіх необхідних функцій. Розроблені схеми забезпечують необхідний набір зв'язків між елементами системи для забезпечення управління, налаштування та передачі інформації між датчиками температури та рівня з та персонального комп'ютера користувача.

Кожен вид зернової культури має власний кут природного укосу, що залежить від фізичних властивостей продукту. Завдяки цьому при завантаженні та вивантаженні продукту з резервуарів на поверхні утворюється конус, що потрібно враховувати при виборі рівномірів, що будуть використовуватися у системі.

Без урахування похибки на утворення конуса, дані про об'єм продукту резервуару мають значні неточності, саме тому даний показник є важливим для вимірювання. Урахування похибки на утворення конуса дозволяє визначити рівень сипучої продукції, що зберігається у резервуарах, з набагато більшою точністю. Це, у свою чергу, дозволяє оптимізувати процеси завантаження і вивантаження зерна.

Розроблений метод розрахунку дозволяє отримувати інформацію про об'єм



насипу сипучих продуктів не лише з урахуванням форми конуса, а й з урахуванням виникнення нерівностей на поверхні. Точність розрахунків залежить від кількості показників, що знімаються боковими датчиками рівня, що дозволяє при необхідності обирати різну кількість працюючих датчиків.

У другому розділі магістерської роботи «**Розробка автоматизованої системи контролю параметрів зберігання сипучих продуктів та відображення результатів**» розроблено алгоритм роботи автоматизованої системи контролю параметрів зберігання сипучих продуктів, а також обрано обладнання для апаратної частини. Представлено схематичний алгоритм, який було розроблено для відображення паралельної роботи різних апаратних складових системи. Також, було розглянуто аналоги сучасного обладнання до апаратної частини та обрано найбільш зручні та відповідні складові. Вибране обладнання відповідає вимогам та забезпечує роботу кожного апаратного блоку автоматизованої системи контролю параметрів зберігання сипучих продуктів.

Для вимірювання температури було обрано термопідвіски з цифровими датчиками температури. Головними перевагами таких термопідвісок - є інтерфейсний вихід RS-485 і висока точність вимірювання температури.

За рахунок вдалого розташування щитів живлення і вторинного перетворення поряд з кожним силосом кількість кабелю скорочується. Цей кабель необхідний для зв'язку термопідвісок з головним щитом. Таке розташування щитів живлення і вторинного перетворення дозволяє підвести до головного щита 6 ліній кабелю від Ethernet серверів послідовних інтерфейсів, що відповідають за 42 термопідвіски.

Завдяки Ethernet серверам послідовних інтерфейсів та модулю аналогового вводу всі прилади об'єднуються в систему одним інтерфейсним кабелем (звита пара). Комутатор дозволяє з'єднати кілька вузлів мережі в межах одного сегмента мережі. Також перевагою системи є те, що апаратні засоби системи працюють з

комунікаційним протоколом Modbus TCP, який використовується для передачі даних через TCP/IP з'єднання. Цілісність даних в протоколі Modbus TCP забезпечує TCP/IP стек.

Використання топології «зірка» дає перевагу системі у великій гнучкості при модернізації і при усуненні неполадок. Вихід з ладу одного вузла не перешкоджає роботі всієї системи в цілому. Структурну і функціональні схеми автоматизованої системи контролю параметрів зберігання сипучих продуктів для візуалізації оптимального розташування елементів, що забезпечує її набором усіх необхідних функцій. Розроблені схеми забезпечують необхідний набір зв'язків між елементами системи для забезпечення управління, налаштування та передачі інформації між датчиками температури та рівня з та персонального комп'ютера користувача.

Кожен вид зернової культури має власний кут природного укосу, що залежить від фізичних властивостей продукту. Завдяки цьому при завантаженні та вивантаженні продукту з резервуарів на поверхні утворюється конус, що потрібно враховувати при виборі рівномірів, що будуть використовуватися у системі. Без урахування похибки на утворення конуса, дані про об'єм продукту резервуару мають значні неточності, саме тому даний показник є важливим для вимірювання. Урахування похибки на утворення конуса дозволяє визначити рівень сипучої продукції, що зберігається у резервуарах, з набагато більшою точністю. Це, у свою чергу, дозволяє оптимізувати процеси завантаження і вивантаження зерна.

Розроблений метод розрахунку дозволяє отримувати інформацію про об'єм насипу сипучих продуктів не лише з урахуванням форми конуса, а й з урахуванням виникнення нерівностей на поверхні. Точність розрахунків залежить від кількості показників, що знімаються боковими датчиками рівня, що дозволяє при необхідності обирати різну кількість працюючих датчиків.

Таким чином, розроблений метод виміру рівня та розрахунку об'єму сипучих продуктів дозволяє отримати більш точні показники об'єму. Що в свою чергу

дозволяє покращити процес завантаження і вивантаження продуктів, та більш надійно контролювати стан силосів.

**Спеціальна частина «Охорона праці на робочих місцях у відділі ТОВ «Нібулон»** » виконано інтегральну оцінку умов праці у відділі розробки ТОВ «Нібулон». Представлені розрахунки свідчать, що існуючі умови праці персоналу відносяться до II категорії важкості, коли спостерігається відхилення від ГДК і ГДР та допустимих рівнів психофізіологічних факторів. Також, запропоновано заходи для зменшення коефіцієнта втоми персоналу на 25%, відповідно це підвищить рівень його працездатності на 25% та підвищить продуктивність праці співробітників відділу.

## **ВИСНОВКИ**

В результаті виконання дипломної роботи:

– На основі аналітичного огляду було визначено основні показники параметрів зберігання сипучих речовин, котрі потребують постійного контролю та врахування для розробки автоматизованої системи контролю для вимірювання і підтримки температури та вологості сипучих речовин.

– На основі аналізу існуючих автоматизованих систем контролю розроблено технічне завдання з урахуванням вимог до функціональних та апаратних складових системи.

– Урахування похибки на утворення конуса дозволяє визначити рівень сипучої продукції, з набагато більшою точністю, що, у свою чергу, дозволяє оптимізувати процеси завантаження і вивантаження зерна. Для цього було розроблено метод

розрахунку об'єму сипучих речовин з урахуванням форми конуса, а також похибками на виникнення нерівностей на поверхні.

–Розроблено алгоритм роботи автоматизованої системи вимірювання та підтримки параметрів зберігання сипучих продуктів, а також вибрано обладнання для апаратної частини, що відповідає вимогам та забезпечує роботу кожного апаратного блоку системи оперативного контролю.

–Програмне забезпечення для автоматизованої системи вимірювання та підтримки параметрів дозволяє отримувати оперативну інформацію про результати вимірювання датчиками температури та рівнемірами. Програма відображає динаміку зміни даних вимірювання та надає можливість аналізувати зміни.

–У спеціальному розділі з охорони праці на робочих місцях підприємства проаналізовано можливість покращення умов праці персоналу , що неодмінно потребує значних матеріальних витрат, але за рахунок підвищення продуктивності роботи працівників, ці витрати повністю компенсуються. Також, це стане причиною у зменшенні страхових виплат працівникам внаслідок порушень функціонального стану організму.

## **АНОТАЦІЯ**

**Дирда М. О. Автоматизація системи вимірювання і підтримки температури та вологості сипучих речовин.**

Дана робота присвячена розробці автоматизованої комп'ютерної системи для вимірювання та підтримки температури та вологості сипучих речовин. Метою роботи є розробка АС (автоматизовану систему) параметрів зберігання сипучих продуктів на основі сучасних існуючих систем для автоматизації процесу спостереження за показниками температури та рівня вологи продуктів.

Пояснювальна записка бакалаврської дипломної роботи складається з вступу, трьох розділів, висновків та додатків.

У вступі визначається актуальність теми, що приймається за мету та невеликий огляд поставленої задачі, предмет дослідження та об'єкт дослідження.

У першому розділі описується огляд аналогів показників контролю параметрів зберігання сипучих речовин та аналогі автоматизованих систем контролю цих параметрів. Також, описується розробка структурних та функціональних схем автоматизованої системи.

У другому розділі описується розробка автоматизованої системи вимірювання та підтримки параметрів температури та вологості, огляд вибраних компонентів та середовищ розробки, етапи створення даної системи.

У третьому спеціальному розділі наведена інформація з охорони праці. Проведено оцінку роботи в приміщенні, в якому проводились роботи по створенню автоматизованої системи.

У висновках проводить аналіз роботи та отриманих результатів

Дипломна робота містить 70 стор. основної частини, 35 рис., 4 табл., 30 посилань.

## **ABSTRACT**

**Dirda Maxim. " Automation of the system for measuring and maintaining the temperature and humidity of bulk substances "**

This work is devoted to the development of an automated computer system for measuring and maintaining the temperature and humidity of bulk substances.

The goal of the work is to develop the AS (automated system) for storage parameters of bulk products on the basis of modern existing systems for automation of the process of monitoring the temperature and humidity of products. Was also selected the system hardware.

Bachelor diploma work explanatory note consists of introduction, three chapters, conclusions and applications.

The introduction determines the relevance of the topic, which is taken as a goal and a brief overview of the task, the subject of research and the object of study.

The first section describes an overview of analogues of indicators of control of storage parameters of bulk substances and analogues of automated control systems of these parameters. Also, the development of structural and functional schemes of the automated system is described.

The second section describes the development of an automated system for measuring and maintaining parameters of temperature and humidity, an overview of selected components and development environments, the stages of creating this system.

The third special section provides information on labor protection. The work in the room where the work on the creation of the automated system was carried out was evaluated.

In the conclusions analyzes the work and the results obtained.

Thesis contains 70 pages. main part, 35 fig., 4 tables, 30 references.