

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗВОЛОЖЕННЯ ЗЕРНА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто процес створення автоматизованої системи управління технологічним процесом зволоження зерна. Запропоновано вдосконалення наявної системи шляхом використання програмованого логічного контролера, засобів вимірювання витрати води, вологості зерна та маси зернового потоку. Розроблювана система забезпечує автоматичне керування процесом з можливістю переходу на ручний режим у разі необхідності. Очікуваним результатом впровадження є підвищення точності дозування води, стабілізація основних технологічних параметрів, зменшення впливу людського фактора та підвищення ефективності роботи обладнання.

Ключові слова: автоматизація, технологічний процес, зерно, контролер, датчик.

Abstract

The paper describes the development process of an automated control system for the grain moistening technological process. The proposed approach involves improving the existing system by implementing a programmable logic controller, water flow measuring devices, grain moisture sensors, and load cells for determining grain mass. The developed system provides automatic process control with the possibility of switching to manual mode when required. The expected result of the implementation is improved water dosing accuracy, stabilization of technological parameters, reduction of operator influence, and increased efficiency of equipment operation.

Keywords: automation, technological process, grain, PLC, sensors.

Вступ

Процеси підготовки зерна до зберігання та подальшої переробки є важливою частиною роботи сучасних аграрних і переробних підприємств. Одним із основних етапів такої підготовки є зволоження зерна, оскільки саме від рівномірності та точності подачі води значною мірою залежить якість подальшої технологічної обробки. Недостатнє, надмірне або нерівномірне зволоження може призводити до погіршення властивостей зернової маси, втрат продукції, нестабільності процесу та зниження загальної ефективності виробництва [1].

Опис розробки

Процес розробки системи складається з таких основних етапів:

- Опис технічного завдання
- Підбір комплектації
- Проектування системи управління та виконавчих механізмів
- Створення типових схем підключення
- Написання програми

На першому етапі визначаються основні вимоги до автоматизованої системи управління технологічним процесом зволоження зерна. Формується перелік функцій, які повинна виконувати система, визначаються контрольовані та керовані параметри, а також встановлюються режими роботи обладнання. Основною вимогою є забезпечення стабільного автоматичного керування процесом з можливістю швидкого переходу на ручний режим. Окремо враховуються вимоги до точності вимірювання витрати води, вологості зерна та маси зернового потоку, а також вимоги до надійності, безпеки та зручності експлуатації системи [1].

На наступному етапі, відповідно до технічного завдання, виконується підбір обладнання для системи автоматизації. Як основний керуючий пристрій використовується програмований логічний контролер Schneider Electric Modicon M221 [3]. Для взаємодії оператора з технологічним процесом передбачається застосування панелі оператора НМІ. До складу вимірювального обладнання входять

датчик потоку води, що забезпечує контроль витрати, температури та об'єму води, датчик вологості зерна, а також тензодатчик для визначення маси зернової маси. Додатково в системі використовуються регулятор потоку, механічний лічильник води та вентиляна арматура, які забезпечують контроль і коригування роботи водяного контуру.

На етапі проектування розробляється загальна структура системи керування технологічним процесом. Визначаються зв'язки між датчиками, контролером, панеллю оператора та виконавчими механізмами. Формується логіка роботи системи, відповідно до якої подача води до камери зволоження здійснюється залежно від поточних параметрів процесу. Контролер отримує сигнали від вимірювальних пристроїв, обробляє їх і формує керуючі сигнали для регулятора потоку. Такий підхід дозволяє підтримувати необхідні умови зволоження зерна та забезпечувати більш рівномірне дозування води [2].

Після визначення структури системи розробляються електричні схеми підключення обладнання. На цьому етапі визначаються способи підключення датчиків, виконавчих механізмів, панелі оператора та допоміжних пристроїв до програмованого логічного контролера. Також передбачається проектування шафи керування, у якій розміщується основне електротехнічне та керуюче обладнання системи (зоб.1). Це дозволяє забезпечити впорядковане підключення компонентів, зручність обслуговування та підвищення надійності роботи всієї системи [3].

Завершальним етапом є розробка програмного забезпечення для контролера. Програма реалізує алгоритм автоматичного керування процесом зволоження, виконує обробку сигналів від датчиків, порівнює поточні значення з заданими параметрами та формує керуючі сигнали для виконавчих механізмів. Також передбачається відображення основних параметрів технологічного процесу на панелі оператора, можливість зміни налаштувань і перемикання між автоматичним та ручним режимами роботи системи [4].

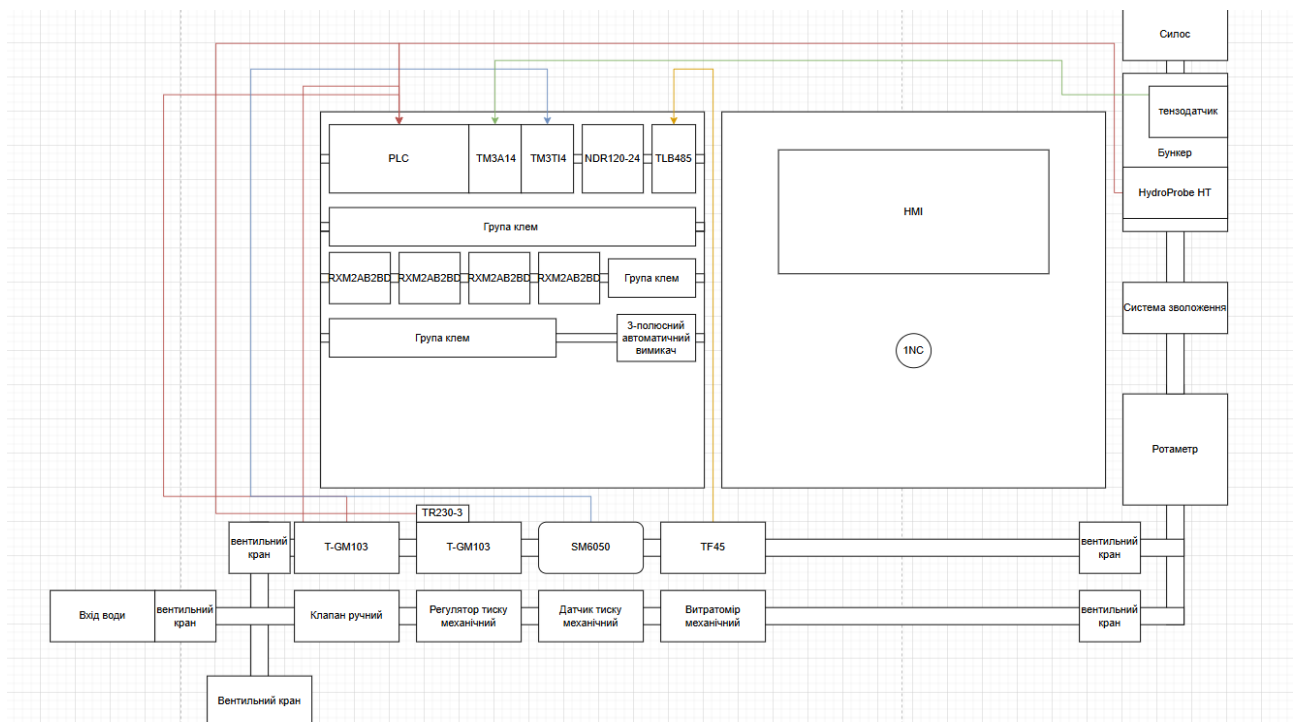


Рис. 1. Загальний вигляд шафи керування та структурна схема запропонованої системи

Для більш чіткого розуміння принципу роботи системи розроблено UML-схему взаємодії оператора з системою і взаємодію системи, відповідно, з виконавчими та вимірювальними механізмами (зоб.2)

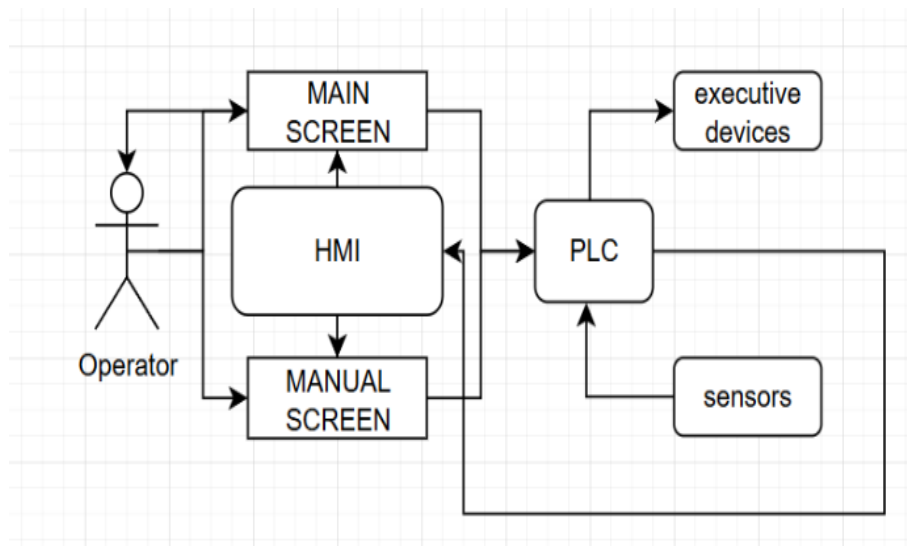


Рис.2. UML-схема взаємодії оператора з системою і системи з механізмами

За допомогою HMI-панелі оператор здійснює взаємодію із системою: контролює основні показники процесу, змінює режим роботи, задає необхідні параметри та виконує коригування для досягнення кращого результату. У разі виникнення аварійної ситуації або необхідності технічного обслуговування оператор може перейти на ручний режим керування. Це дає змогу частково підтримувати роботу технологічного процесу або безпечно провести ремонт автоматичного контуру без повної зупинки всієї системи.

Висновки

У роботі розглянуто процес розробки автоматизованої системи управління технологічним процесом зволоження зерна на базі програмованого логічного контролера Schneider Electric Modicon M221. Запропоновано модернізацію існуючої системи шляхом впровадження засобів контролю витрати води, вологості та маси зерна, а також використання регулятора потоку для більш точного керування водяним контуром.

Розроблена система забезпечує автоматичне керування процесом з можливістю переходу на ручний режим, а також відображення основних технологічних параметрів на панелі оператора. Впровадження такої системи дозволяє підвищити точність контролю зволоження, забезпечити стабільність технологічного процесу, зменшити вплив людського фактора та покращити ефективність роботи обладнання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1.Vengaiah P. C., Raigar R. K., Srivastav P. P., Majumdar G. C. Hydration characteristics of wheat grain. Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 2012. – Режим доступу: <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/2037> (дата звернення: 01.06.2026).
- 2.Miller Magazine. Wheat Conditioning and Tempering. 2020. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://millermagazine.com/blog/wheat-conditioning-and-tempering-3828> (дата звернення: 01.06.2026).
- 3.Programmable logic controllers [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.electronicbo.com/2019/05/PLC-Programming-Methods-and-Applications.html> (дата звернення: 01.06.2026).
- 4.PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) : PROGRAMMING & APPLICATIONS [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/372988585_PROGRAMMABLE_LOGIC_CONTROLLER_PLC_PROGRAMMING_APPLICATIONS_i (дата звернення: 02.06.2026).

Безуглий Андрій Віталійович – студент групи ІАКІТ-226, кафедра автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: andrijbezuglij1999@gmail.com

Богач Ілона Віталіївна – к.т.н., доцент, професор кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: ilona.bogach@gmail.com

Bezuhlyi Andrii Vitaliyovych– student of 1ACIT-22b group, Department of Automation and Intelligent Information Technologies, Faculty of Intelligent Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: andrijbezuglij1999@gmail.com

Bogach Ilona Vitaliivna – PhD, Associate Professor of Automation and Intelligent Information Technologies, Faculty of Intelligent Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ilona.bogach@gmail.com