

**КОЛОДІЙЧУК Любомир**  
*кандидат педагогічних наук, доцент,  
завідувач кафедри електротехнологій та  
експлуатації енергообладнання ВП НУБіП України  
«Бережанський агротехнічний інститут»*

## **РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ НА БАЗІ SMART-ТЕХНОЛОГІЙ**

На сучасному етапі розвитку економіки, агропромисловий комплекс країни функціонує в умовах багатofакторного виклику, зумовленого дисонансом між експоненціальним зростанням глобального попиту на продовольство та прогресуючим дефіцитом природних ресурсів, на тлі необхідності зниження енергоємності виробництва і мінімізації антропогенного навантаження на клімат.

Відповідно до глобальних парадигм розвитку сучасної науки та техніки, трансформація аграрного сектору може відбуватися під впливом трьох визначальних макротрендів: цифровізації; інтелектуалізації та екологізації.

У цьому контексті інноваційні електротехнології розглядаються як фундаментальний інструмент забезпечення високої продуктивності та перманентної стійкості аграрного виробництва. Їх застосування уможлиблює прецизійне керування технологічними процесами та розгортання інтелектуальних систем управління. Тобто, синергетична інтеграція електротехнічних комплексів із передовими цифровими технологіями набуває статусу стратегічного імперативу. Економічним індикатором актуальності цього процесу є стійка ринкова тенденція: щорічний темп зростання обсягів реалізації інтелектуального обладнання становить близько 13 відсотків.

З огляду на вище сказане, розроблено експериментальні моделі електротехнічних систем розумного інкубатора, теплиці тощо.

Зокрема, було створено модель інтелектуального інкубатора (рис. 1), у якій реалізовано екосистему Xiaomi для забезпечення автономного керування.

Використання цієї екосистеми дало змогу розробити функціональний інкубатор із мінімальними витратами часу на налаштування, що значно підвищує швидкість реагування на зміни зовнішнього середовища. Центральним елементом системи виступає шлюз, який зберігає програму інкубації у постійній пам'яті мікроконтролера.

Передбачено механізм передачі даних від інкубатора до користувача з можливістю дистанційного керування через протокол Zigbee та фіксацією показників. Для оперативного усунення проблем і запобігання небажаним наслідкам застосовується система push-сповіщень.



Рисунок 1 – Схематичне відображення камери інтелектуального інкубатора

Наступна розробка стосувалася моделі електротехнічної системи експериментальної smart-теплиці. Система побудована на Wi-Fi модулі NodeMCU, що забезпечує бездротове з'єднання, а також простоту програмування, низьке енергоспоживання та доступну вартість. Модуль прошивався стандартною базовою прошивкою через середовище «ESPHome» [] з подальшим завантаженням спеціалізованого програмного забезпечення, яке дозволяло віддалене керування та оновлення через OTA.

Було здійснено аналіз програмних рішень і обрано відкриту платформу «Home Assistant», розгорнуту локально на сервері в лабораторії. Це рішення забезпечує інтеграцію понад 3000 брендів та дозволяє уникнути залежності від зовнішніх хмарних сервісів.

Система застосована для моніторингу й керування ключовими процесами: підігрівом ґрунту, вентиляцією, поливом та керуванням освітленням.

Рисунок 2 ілюструє інтерфейс вікна, реалізованого в Lovelace платформи «Home Assistant».

Для прикладу, у середовищі Home Assistant було реалізовано автоматизацію для підтримання оптимальної температури в теплиці. Для цього використано цифровий сенсор DHT-22, який передає показники до системи. При перевищенні встановленого порогу автоматично вмикається вентилятор, а при зниженні – електричний обігрів.

Автоматизація створювалася у вигляді сценарію, що реагує на зміну стану сенсора. У конфігурації визначаються умови (наприклад, температура > 28 °C)

та дії (увімкнення реле вентиляції). Аналогічно налаштовується сценарій для обігріву при температурі  $< 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

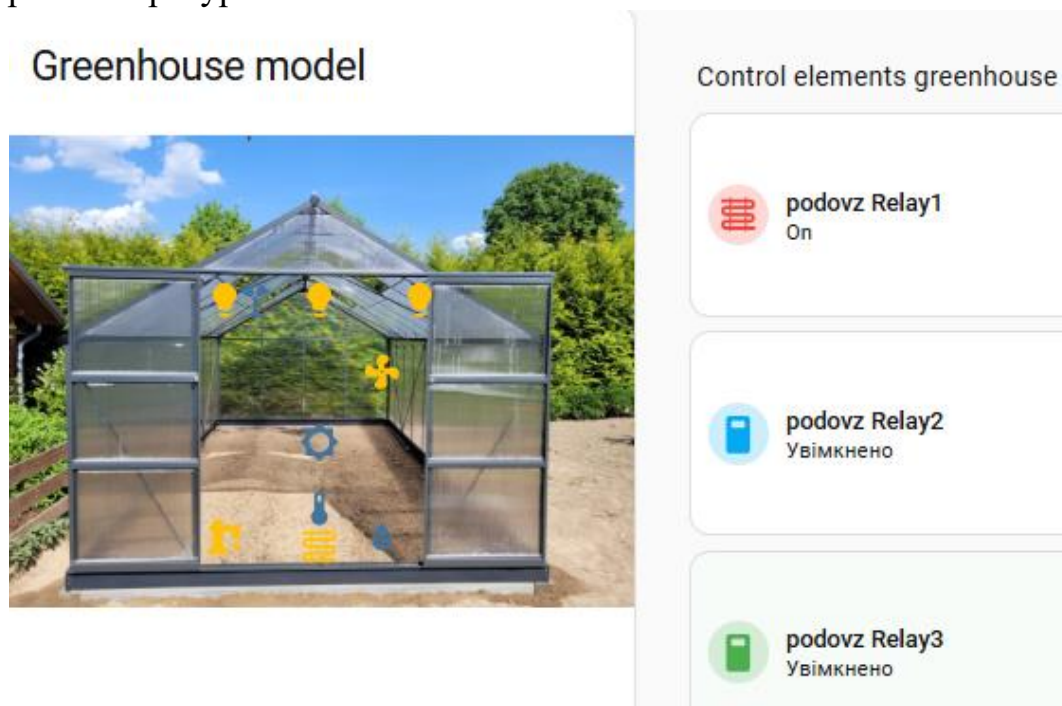


Рисунок 2 – Lovelace моделі теплиці в «Home Assistant».

Для зручності керування у вкладці «Overview» створено картки обладнання, де користувач може вручну активувати або деактивувати пристрої, а також переглядати поточні показники сенсорів. Додатково налаштовано push-сповіщення, які інформують про критичні зміни параметрів мікроклімату.

Такий підхід дозволяв забезпечити стабільний контроль температури без постійної участі оператора, зменшити витрати на енергоспоживання та підвищити ефективність роботи теплиці.

Отримані результати показують ефективність використання бездротових електротехнологій у сучасних системах керування та підтверджують їхній науково-практичний потенціал. Подальший розвиток досліджень може бути спрямований на інтеграцію Smart-технологій у комплексні електротехнічні системи аграрного сектору.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ESP8266 CH340 Wi-Fi Плата NodeMCU MicroUSB / TypeC. URL: <https://myproject.com.ua/esp8266-ch340-cp2102-wifi-plata-nodemcu-ua.html> (дата звернення: 05.03.2026).
2. Офіційний сайт «ESPHome». URL: <https://esphome.io/> (дата звернення: 05.03.2026).
3. Офіційний сайт Home Assistant. URL: <https://www.home-assistant.io/>. (дата звернення: 05.03.2026).