

## АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГООЩАДНОЇ САУ ОПРОМІНЕННЯМ РОСЛИН У ТЕПЛИЦІ

Речина О. М.

*Таврійський державний агротехнологічний університет (м. Мелітополь)**Обґрунтовано апаратне забезпечення енергоощадної САУ опроміненням рослин у теплицях, заснованої на принципі максимального використання інсоляції.*

**Постановка проблеми.** Розвиток і вдосконалення тепличного виробництва залишається в ряду найважливіших завдань АПК. Сьогодні на території України функціонує 2,9 тис. га теплиць. Значна частина з них оснащена установками для штучного оптичного опромінення. У структурі собівартості продукції таких тепличних комплексів (особливо зимових) витрати на штучне опромінення рослин складають близько 40% від всієї споживаної теплицею електроенергії, що в світлі зростання тарифів на електроенергію також є важливою проблемою. У відповідності з [1] розробка нового електрообладнання та технологій, що знижують енергетичні витрати, в тому числі і в системі штучного оптичного опромінення рослин, є актуальною задачею, рішення якої дозволить знизити собівартість тепличної продукції та розширити її виробництво.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Теплиця як об'єкт керування характеризується значною інерційністю і нестаціонарністю параметрів мікроклімату. При цьому агротехнічні норми вимагають високої точності їх підтримання, своєчасної зміни в залежності від рівня опромінення, фотоперіоду, фази розвитку рослини тощо. Все це зумовлює високі вимоги до функціонування та технічного вдосконалення апаратного забезпечення систем автоматичного керування параметрами мікроклімату теплиць. Автоматизація систем управління мікрокліматом в захищеному ґрунті дозволяє економити до 15-25% природних ресурсів, покращує умови праці персоналу, підвищує загальну культуру виробництва, забезпечує високоточне регулювання мікрокліматичних умов теплиці, тим самим збільшуючи їх врожайність.

Ринок обладнання клімат-контролю теплиць сьогодні представлений широкою номенклатурою фірм, які займаються і автоматизацією технологічних процесів у спорудах захищеного ґрунту. Серед них такі як: ТОВ "ФІТО", компанії "ICP DAS", "ОВЕН", "ЕКФ" та інші [2].

Для опромінення рослин у теплицях широко використовуються автоматичне програмне або фотоавтоматичне управління з установкою програмного реле, фотореле або фотоелектричного автомата, що включають світлотехнічне обладнання в залежності від рівня природного освітлення або часу доби. За такого керування важко досягти високої точності накопичення агротехнічної норми добової суми фотосинтезної радіації, а відтак і ускладнюється задача керування строком визрівання овочової продукції. Тривала робота світлотехнічного обладнання у весняний період також підвищує теплове навантаження рослин.

У [3] запропоновано вести опромінення рослин за максимального використання природної ФАР. Концептуально робота системи заснована на законі взаємозамінності Бунзена – Роско: концентрація продуктів фотохімічної реакції пропорційна загальній кількості енергії випромінювання, поглиненого світлочутливим речовиною незалежно від співвідношення енергетичних складових і кількісно дорівнює добутку потужності випромінювання на час його дії - експозиції. Іншими словами, збільшення часу опромінення і збільшення потужності випромінювання взаємозамінні.

У [4] представлено розроблену блок-схему алгоритму функціонування енергоощадної САУ.

**Мета статті.** Обґрунтування структури апаратного забезпечення енергоощадної САУ опроміненням рослин у теплицях, заснованої на принципі максимального використання інсоляції.

**Основні матеріали дослідження.** Система автоматичного керування має забезпечити:

- високу точність надходження агротехнологічної добової норми (ДН) фотосинтезно активної радіації (ФАР) на рівні росту рослин;
- оптимальний режим роботи для будь-якого світлотехнічного обладнання;
- синхронізацію з системами глобального позиціонування ГЛОНАСС / GPS для автоматичного визначення географічних координат теплиці;
- роботу системи у реальному часі для адекватного розрахунку максимально можливого надходження добової суми природної ФАР;
- вести облік фази розвитку вирощуваної культури з автоматичним визначенням ДН ФАР;
- збір і передачу даних по GSM / GPRS або Ethernet;
- збереження налаштувань системи у випадку відключення електроживлення.

Також, серед основних вимог до функціонування САУ опромінення рослин слід віднести надійність: робота на відмову не менше 10 років, зручність установки та експлуатації, легкість налаштування, безпечність експлуатації - вологозахисений корпус; зручний інтерфейс, відносно низьку вартість.

Структурна схема побудови САУ опромінення рослин представлена на рис. 1. Система реалізована на мікроконтролері (МК) і складається з наступних блоків: ОРЧ - пристрою обліку реального часу, ЕНП – енергонезалежної пам'яті, блоків живлення (БЖ), світлової сигналізації (БСС), цифрової індикації (БЦІ), вводу даних (БВД), системи інформаційного резервування (СІР), датчиків опроміненості рослин (Д), GPS-трекеру, комунікаційного порту (КП) та блоку силових виходів (БСВ).

Обмін даними між пристроями організовано через послідовний периферійний трипровідний інтерфейс (ППІ) SPI (Serial Peripheral Interface). Крім того, через інтерфейс SPI може здійснюватися програмування мікроконтролера.

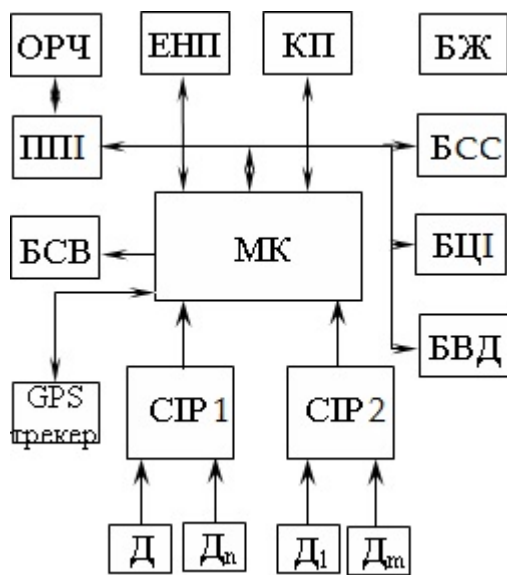


Рисунок 1 – Структурна схема побудови САУ опромінення рослин у теплиці

Блоки БК1 та БК2 призначені для контролю за рівнем опромінення рослин. Один блок вимірює природну інсоляцію ззовні теплиці, інший – вимірює сумарну дозу радіації всередині на рівні росту рослин. Для підвищення надійності АСУ передбачено як апаратне так і програмне інформаційне резервування. Сигнали з датчиків  $D_1 \dots D_n$  та  $D_1 \dots D_m$  надходять на відповідні порти мікроконтролера. Згідно програми МК розраховує теоретично можливе надходження ДС ФАР за фотоперіод вирощуваної культури та порівнює результат розрахунку з агротехнологічною нормою, заданою для певної доби фізіологічного розвитку рослин і видає керуючий сигнал на блок силових виходів. Для забезпечення оптимальної роботи із будь-якими джерелами світла передбачено аналоговий і релейний виходи.

Довготривале зберігання інформації, яка може змінюватися в процесі функціонування мікроконтролерної системи, забезпечує блок енергонезалежної електрично перезаписуваної пам'яті даних EEPROM.

Для синхронізації роботи всіх вузлів мікроконтролера передбачено синхронізатор (тактовий генератор). Система реального часу програмним способом підключається до синхронізатора.

Для вводу даних та керування пристроєм в схемі передбачено блок вводу даних. GPS-трекер забезпечує синхронізацію з системами глобального позиціонування ГЛОНАСС / GPS для автоматичного визначення географічних координат теплиці. Це забезпечить можливість точного розрахунку необхідних метеорологічних даних для роботи САУ без створення громіздких баз даних.

Для можливості обміну даними між САУ та персональним компютером передбачено комунікаційний порт.

Електричне живлення електронних блоків САУ здійснюється від блоку живлення (БЖ).

**Висновки.** Сформульовано вимоги до функціонування та обґрунтовано апаратне забезпечення енергоощадної САУ опроміненням рослин у теплицях, заснованої на принципі максимального використання інсоляції.

#### Список використаних джерел

1. Энергетична стратегія України до 2035 року "Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність". - Режим доступу: [http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat\\_id=245165726](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat_id=245165726).
2. Карпук Д. П. Апаратне забезпечення автоматизованого регулювання мікроклімату теплиці / Д. П. Карпук, В. О. Сацук / Міжвузівський збірник "Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво". - Вип. 8. - Луцьк, 2012. - С. 151-156.
3. Сабо А. Г. Підвищення ефективності енергоспоживання в спорудах захищеного ґрунту шляхом максимізації використання природної фотосинтетично активної радіації / А. Г. Сабо, О. М. Речина / Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. - Вип. 8. -- Т. 5. - Мелітополь: ТДАТУ, 2008. - С. 63-69.
4. Сабо А. Г. Алгоритм функціонування енергоощадної системи управління опроміненням рослин в спорудах захищеного ґрунту / А. Г. Сабо, О. М. Речина, О. П. Цвілій / Праці ДонНТУ. - Вип. 10. - Т. 2. - ДонНТУ, 2009. - С. 25-28.
5. Предко М. PIC-мікроконтролери: архітектура і програмування / М. Предко. - ДМК Пресс, 2009. - С. 504.

#### Аннотация

### АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ САУ ОБЛУЧЕНИЕМ РАСТЕНИЙ В ТЕПЛИЦЕ

Речина О. Н.

*Обоснованно апаратное обеспечение энергосберегающей САУ облучением растений в теплицах, основанной на принципе максимального использования инсоляции.*

#### Abstract

### HARDWARE SUPPLY OF ENERGY SAVING SYSTEM OF AUTOMATIC CONTROL OF RADIATION IN THE GREENHOUSE

O. Rechyna

*The hardware of the energy-saving automatic control system for plant irradiation in greenhouses based on the principle of maximum use of insolation is justified.*