

АЛГОРИТМ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕНЕРГООЩАДНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОПРОМІНЕННЯМ РОСЛИН В СПОРУДАХ ЗАХИЩЕНОГО ГРУНТУ

Сабо А.Г., Речина О.М., Цвілій О.П.

Таврійський державний агротехнологічний університет

rechyna@mail.ru

The management concept of supplemental lighting hothouse plants and the algorithm of functioning of the energysaving control system of plants illumination in glass-covered ground premises on the basis of maximisation of use natural photosynthetically active radiation are developed

Постановка проблеми. У світлі тенденції скорочення енергоспоживання аграрного сектору країни необхідно визначитись із перспективними напрямками енергозбереження галузі рослинництва захищеного ґрунту. Одним з напрямків є максимальне використання сонячної радіації, що особливо актуально в умовах півдня України. Рівень розвитку галузі свідчить про тенденцію нарощування виробництва. Однак якість продукції та строки її реалізації не завжди є оптимальними переважно через що і маємо низьку рентабельність виробництва. Тому питання забезпечення добової норми надходження фотосинтетично активної радіації (ФАР) до теплиці - одного з чинників реалізації потенційної продуктивності рослин, набуває виключно важливого практичного значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. системи управління опроміненням рослин, які переважно використовують в тепличних господарствах, засновані на традиційному алгоритмі, який передбачає включення опромінювачів в разі зниження рівня сонячної радіації в теплиці нижче порогового рівня, та відключення їх, якщо опромінення від сонця перевищить встановлену межу, тобто регулювання йде за релейним принципом. Сучасні системи автоматичного контролю за мікрокліматом теплиць працюють із урахуванням параметрів метеорологічних умов, тому команди для зміни встановлених параметрів в теплицях виконуються значно швидше, ніж в старих системах. Однак точність їх роботи визначає достовірність як довгострокових, так і добових прогнозів погоди, відстань від метеостанцій до теплиць. Широке використання подібних систем гальмується занадто високою вартістю обладнання [6].

Мета статті. Розробка концепції штучного опромінення рослин та алгоритму функціонування енергоощадної системи управління опроміненням рослин в спорудах захищеного ґрунту, що заснована на максимальному використанні природної ФАР.

Основні матеріали досліджень. Щоб спрогнозувати добове сумарне надходження сонячної радіації та визначитись із потребою у додатковому включенні штучних джерел опромінення необхідно зробити прогноз щодо величини коефіцієнту ослаблення сонячної радіації $k_2(t)$, який визначається погодними умовами, а саме рухом хмар. Точно спрогнозувати цей коефіцієнт практично неможливо через його стрімкі зміни та залежність від зовнішніх факторів. Додаткові труднощі такий прогноз викликає і тому, що в нашій країні недостатньо розвинена мережа метеостанцій, де ведеться спостереження за ФАР, до того ж навіть при близькому розташуванні метеостанцій до теплиці локальні значення інтенсивності сонячної радіації можуть суттєво відрізнятися. Однак за основу в прогнозуванні можна використати дослідження вчених, що працюють в галузі управління мікрокліматом та світловим режимом в теплицях. Цими дослідженнями було встановлено, що в русі хмар може бути виокремлено два основних періоди зміни інтенсивності сонячної радіації – короткий період тривалістю в 3-5 хвилин (швидкі зміни з невеликою амплітудою) та довгий тривалістю 10-20 хвилин (повільні зміни зі значною амплітудою). Ці закономірності можна бачити зокрема і на рисунку 1. На основі цієї інформації впливає, що усереднення цього коефіцієнту за період від півгодини і більше дає досить добрий результат навіть без використання синоптичних даних про погоду [1,6]. З формули (1) можна знайти кількість радіації, яка надійшла в теплицю за час від сходу сонця до поточного моменту часу t_1 :

$$F_{\Sigma}^1(t_1) = 0,0036F_{\max}k_1 \left[\frac{t_2 - t_0}{\pi} \right] \cos \left[\pi \left(\frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0} \right) \right] \quad (1)$$

де k_1 – коефіцієнт, що залежить від конструкції та покриття теплиці;

F_{\max} – максимальна інтенсивність сонячної радіації в полудень, мкмоль/(м² с);

t_0 – час сходу сонця в даний день, год;

t_2 – час заходу сонця в даний день, год.

Таким чином, якщо визначити за цією формулою значення сонячної радіації, а також виміряти це ж значення за допомогою приладів, що складе величину $F_{\Sigma}^1(t_1)$, то можна розрахувати значення $k_2(t)$ за період від

сходу сонця до поточного моменту часу t_1 :

$$k_2(t_1) = \frac{F_{\Sigma}^i(t_1)}{F_{\Sigma}^l(t_1)} \quad (2)$$

і далі, прийнявши це значення постійним до кінця доби, можна визначити прогнозоване значення сумарної дози опромінення, що отримають рослини до кінця доби без включення штучних джерел світла:

$$F_{\Sigma}^l(d) = F_{\Sigma}^i(t_1) + 0,0036F_{\max}k_1k_2(t_1) \left[\frac{t_2 - t_0}{\pi} \right] \left(\cos \left[\pi \left(\frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0} \right) \right] + 1 \right) \quad (3)$$

де $F_{\Sigma}^l(d)$ – прогнозоване значення суми ФАР за добу;

$F_{\Sigma}^i(t_1)$ – вимірне значення суми ФАР, що надійшла до теплиці від світанку до моменту часу t_1 ;

$k_2(t_1)$ – значення k_2 , визначене за (2).

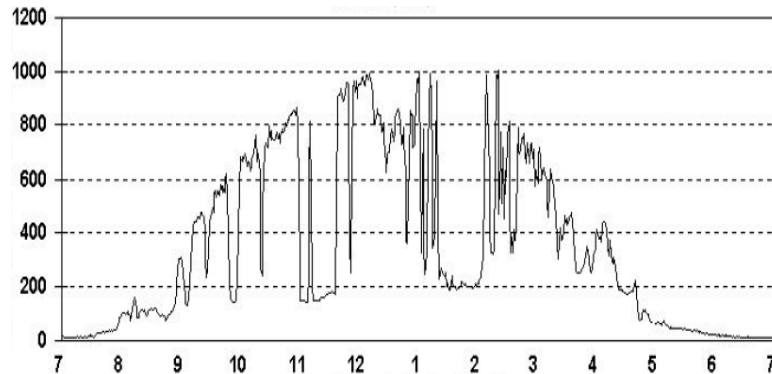


Рисунок 1 – Типова картина зміни надходження сонячної ФАР (в $\mu\text{моль}/\text{м}^2 \text{с}$) протягом доби [1].

Далі, якщо значення $F_{\Sigma}^l(d)$ буде більшим за необхідну добову суму ФАР, то найближчі 10-15 хвилин (це буде періодом, за яким варто оновлювати прогноз) включення штучного опромінення є недоцільним, інакше воно є необхідним. У наступному циклі процедура вимірювання та обчислення знову повторюється з новими значеннями.

Період у 10-15 хвилин беремо з тих вимог, що через фізичні процеси, які відбуваються у лампах високого тиску, їх повторне включення можливе лише через 10-15 хвилин, що треба враховувати при управлінні опроміненням.

Концепція визначення необхідності включення додаткового штучного опромінення коротко показана на рис. 2.

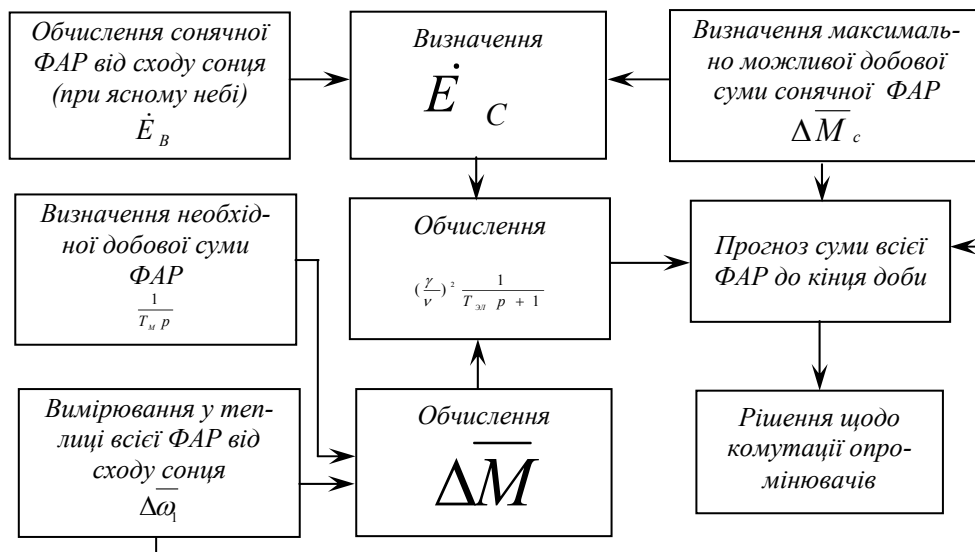


Рисунок 2 – Концепція управління штучним опроміненням рослин

Щоб провести перехід управління процесом опромінення рослин на рівень комп'ютерних технологій, створити систему управління разом з необхідними засобами та провести розробку для цієї системи управління відповідного програмного забезпечення необхідно розробити блок-схему алгоритму функціонування, яка є фо-

рмалізованим (складеним з використанням стандартизованих позначень) записом послідовності дії системи, що складається на основі вимог технологічного процесу та прийнятих рішень з автоматизації, де враховані всі можливі варіанти дій та процесів в залежності від вхідної інформації, зокрема впливів з боку зовнішнього середовища і т.п. Блок-схема алгоритму функціонування енергоощадної системи управління опроміненням рослин в теплиці наведена на рисунку рис.3 .

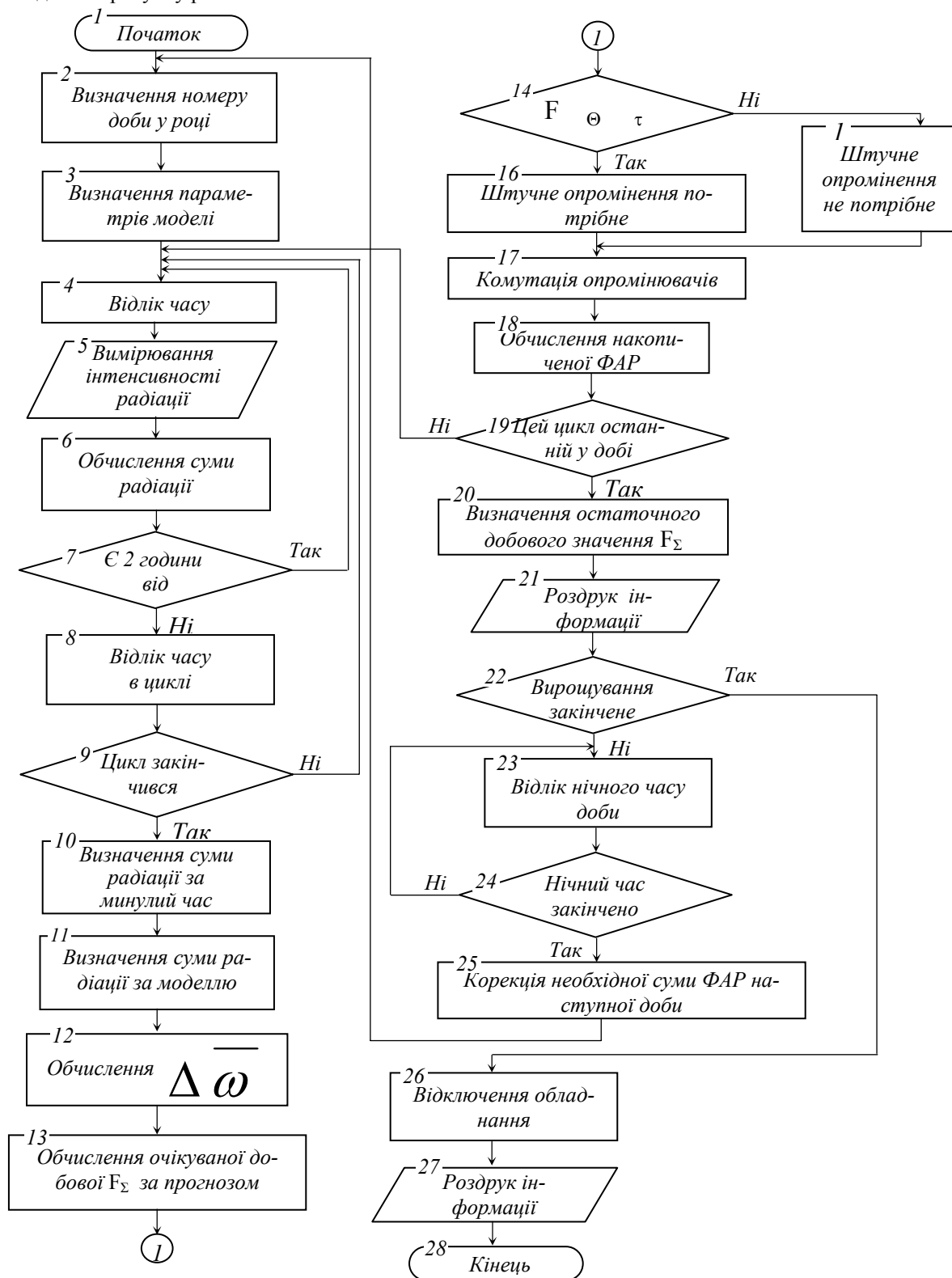


Рисунок 3 - Блок-схема алгоритму функціонування енергоощадної системи управління опроміненням рослин в теплиці

За основу для розробки блок-схеми була прийнята концепція управління, наведена на рис. 2., однак блок-схема є більш повним документом, що враховує також дії персоналу, хід часу не тільки в межах доби, але й протягом усього періоду вирощування рослин і відповідні зміни агротехнічних вимог та природних факторів. Зокрема. В блок-схемі передбачено, що при незначних відхиленнях дійсного значення добової суми (ДС) ФАР від необхідного значення (в межах до 5%) відбувається корекція необхідного значення ДС ФАР, що дозволяє здійснити додаткову економію електроенергії з огляду на мінливість погодних умов. в ній також враховано, що зміни таких факторів, як час сходу та заходу сонця протягом періоду вирощування рослин визначаються з бази даних за номером доби в році. Подальше вдосконалення алгоритму може враховувати також метеорологічний прогноз, що подається через засоби масової інформації або є доступним за передплатою. В блок-схемі передбачено, що протягом перших 2 годин після сходу сонця включення опромінювачів не відбувається, щоб не споживати енергію під час ранкового пікового періоду, коли вона відпускається за підвищеною ціною.

Висновки. розроблено концепцію управління та блок-схему алгоритму функціонування системи управління опромінюванням рослин у теплиці на основі прогнозування ДС ФАР, що надходить від сонця, для переведення управління на рівень комп'ютерних технологій.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Albright, L.D., Both A.J., Chiu A.J. Controlling greenhouse light to a consistent daily integral // Transactions of the ASAE - 2000. - №43(2). – P. 421-431.
2. Ishii Y., Yokoyama M., Murata T., Tanaka I.. Studies on the development of a supplemental lighting control system for sunlight in greenhouses // Plant Farm Soc. J. - 1993. N 5(1). – P. 1-10.
3. Ting, K. C., Giacomelli G. A. Availability of solar photosynthetically active radiation // Transactions of the ASAE - 1987. - N 30(5). P. 1453-1457.
4. Heuvelink, E., Challa H. Dynamic optimization of artificial lighting in greenhouses // Acta Hort. – 1989. – N 260. –P. 401-412.
5. Сабо А.Г., Речина О.М. Підвищення ефективності енергоспоживання в спорудах захищеного ґрунту шляхом максимізації використання природної фотосинтетично активної радіації //Праці Таврійського державного агротехнологічного університету вип.8.-т.5.-Мелітополь: ТДАТУ, 2008.-с 63-69.
6. Современное овощеводство закрытого и открытого грунта: Учебное пособие для агр. учеб. заведений I-IV уровней аккредитации по спец. 1310 «Агрономия» / Белогубова Е.Н., Васильев А.М., Гиль Л.С. и др./ . – К.: ОАО «Издательство «Киевская правда», 2006. – 528с.

Рекомендовано д.т.н. Гребченко М.В.