

[0000-0002-6614-4133] **Т. Ю. Уткіна**¹, канд. техн. наук, доцент,

e-mail: t.utkina@chdtu.edu.ua

[0000-0002-1568-8616] **В. Є. Кісельов**²,

[0000-0002-0592-2413] **В. Г. Рябцев**², д-р техн. наук, професор

¹ Черкаський державний технологічний університет

б-р Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006, Україна

² ООО «ДП СВ «Альтера», м. Черкаси

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ОСВІТЛЕННЯМ ПТАХОФАБРИКИ В РЕЖИМАХ «СВІТАНОК-ЗАХІД»

Освітлення відіграє важливу роль при виробництві яєць і м'яса птиці. Нині для електричного освітлення в пташниках в основному використовують люмінесцентні лампи, але все більшого поширення набувають світлодіодні джерела. У статті розглянуті структура та програмне забезпечення автоматичного управління освітленням птахофабрики в режимах «світанок-захід», які було реалізовано на основі програмованого реле ОВЕН ПР200. Розроблено методичку розрахунку функціональної залежності напруги на вході димера від тривалості світлового дня та тривалості режимів «світанку» і «заходу» в приміщенні птахофабрики. Проведено моделювання програми управління димером, реалізованої на мові функціональних блоків FBD. Зміни освітленості, тривалості освітлення і спектрального складу світла безпосередньо пов'язані з відтворювальною функцією птахів. Світлодіодне освітлення для птахофабрик і ферм має множинну беззаперечних переваг: скорочує витрати на електроенергію в кілька разів; збільшує тривалість періоду несучості та кількість яєць у птиці; витрати кормів зменшуються, а їх засвоєння поліпшується; збільшується відсоток виживання молодняка; знижується загальний травматизм птиці; позитивно впливає на вихід запліднених яєць; зменшує яєчний біл.

Ключові слова: час доби, димер, програмоване реле, світловий день, світлодіод, таймер, функціональні блоки.

Вступ. Особливістю сучасного птахівництва є його промисловий характер, що дозволяє комплексно механізувати й автоматизувати технологічні процеси. Сучасні птахофабрики відзначаються високою щільністю посадки, високопродуктивними породами, інтенсивними способами утримання курей. В таких умовах особливого значення набуває оптимізація всіх факторів навколишнього середовища відповідно до потреб птиці. Однак багато питань, безпосередньо пов'язаних з проблемою розмноження та продуктивності птиці, залишаються поки недостатньо вивченими. В умовах інтенсивного виробництва всі фактори утримання істотно впливають на продуктивність птиці. Одним із таких факторів є світло [1-3].

Зміни освітленості, тривалості освітлення та спектрального складу світла безпосередньо пов'язані з відтворювальною функцією птиці. Освітлення в пташнику відіграє важливу роль при вирощуванні курей всіх напрямків і дозволяє управляти процесами

фізіологічного розвитку птиці, забезпечити більш комфортні умови її утримання і домогтися істотного зростання практично всіх показників продуктивності птиці.

Різкі ввімкнення освітлення лякають птицю, а при щільному підлоговому або клітинному триманні можуть призводити до травматизму. Сьогодні практично всі великі птахівничі підприємства використовують переваги переривчастих режимів освітлення.

У промисловій практиці для вирощування молодняка успішно застосовувалася тривалість світлового дня від 8 до 16 год. Тривалість світлового дня 8 год. – це, ймовірно, найбільш використовувана програма з постійною тривалістю світлового дня. Ця програма помірно обмежує вік статевого дозрівання й дозволяє впливати, прискорюючи або затримуючи, на статеве дозрівання курчат. Плавне збільшення тривалості світлового дня дозволяє значно прискорити статеве дозрівання птиці, а також стимулювати початок кладки яєць, а поступове її зменшення в пері-

од вирощування істотно затримує статеве дозрівання.

Існує велика кількість програм освітлення, що дозволяють значно підвищити ефективність вирощування птиці як яєчного, так і м'ясного напрямків. Однак у кожному конкретному випадку програма повинна складатися, виходячи з поточних умов годівлі, утримання та економічних вимог до процесу вирощування.

Мета та задачі дослідження. Метою роботи є підвищення ефективності електричного технологічного освітлення пташників батьківського стада шляхом наукового обґрунтування методів контролю освітленості та розробки автоматичних засобів регулювання світлового потоку.

Для досягнення цієї мети необхідно:

- вибрати структуру системи автоматичного керування освітленням птахофабрики в режимах «світанок-захід»;
- визначити функціональні залежності зміни напруги на виході реле для управління димером;
- розробити програму управління яскравістю освітлення приміщення пташника.

Виклад основного матеріалу. Застосування регулювання освітлення в пташнику дозволяє підвищити продуктивність, особливо, курей-несучок. Очевидно, що для вирішення питань вдосконалення систем електричного освітлення пташників необхідно, перш за все, враховувати спектральну чутливість зору птиці. Це дозволить сформулювати вимоги до спектрального складу джерела світла, до технічних засобів регулювання його світлового потоку [4-6]. Тобто рішення задачі оптимізації технологічного освітлення складається з більш повного задоволення фізіологічних вимог птиці до світла, обумовлених спектральною чутливістю очей курей, та з досліджень і розробок технічних засобів регулювання й управління освітлювальною установкою [7-10].

Кожний колір по-своєму впливає на фізіологію птиці. Зелене світло, наприклад, значно збільшує швидкість росту в ранньому віці за рахунок збільшення проліферації сателітних клітин скелетних м'язів. Синє світло збільшує ріст у більш старшому віці за рахунок підвищення рівня андрогенів у плазмі. Вузькосмугове синє світло знижує пересування. Це також знижує рівень канібалізму, особливо у курчат-бройлерів, вирощуваних для споживання людиною. Разом зелене і синє

світло сприяють зростанню міофібрил за рахунок більш ефективної стимуляції секреції тестостерону. В цілому було показано, що синє світло поліпшує конверсію корму до 4 %, тим самим знижуючи вартість корму до 3 % і збільшуючи загальну живу масу до 5 % [8, 16].

Типи режимів освітлення. Режими освітлення пташників можна умовно розділити на режими з одним світловим періодом та на переривчасті режими освітлення. Переривчасті режими освітлення використовуються як при вирощуванні курей-несучок, так і при вирощуванні бройлерів.

Всі режими переривчастого освітлення умовно можна розділити на два типи: режими переривчастого освітлення асиметричного типу і режими переривчастого освітлення симетричного типу. Птиця реагує на них зовсім по-різному.

Режими переривчастого освітлення асиметричного типу сприймаються стадом курей як одноразова зміна дня і ночі. Встановлено, що, з точки зору споживання корму, овуляції і кладки яєць в режимах переривчастого освітлення цього типу, кури найбільший період темряви сприймають як ніч, а наступний за ним світловий період – як початок «суб'єктивного» дня, або як «світанок». Решту коротких періодів темряви птиця ігнорує і поряд зі світловими періодами сприймає як тривалий світловий день. Відбувається загальна синхронізація кладки яєць у стаді, тобто ритм кладки яєць збігається з «суб'єктивним» днем.

Режими переривчастого освітлення симетричного типу не мають чіткої межі між «суб'єктивним» днем і «суб'єктивною» ніччю, оскільки всі періоди світла й темряви рівні за тривалістю. Встановлено, що при цьому в стаді курей відбувається десинхронізація кладки яєць, тобто вона триває протягом 24 год. При використанні режимів переривчастого освітлення симетричного типу в цілому яєчна продуктивність знижується, з одночасним підвищенням маси яєць і поліпшенням якості шкаралупи.

Вибір спектра освітлення домашньої птиці. На рисунку 1 показано, що домашня птиця бачить та реагує на інший діапазон колірної спектра світла і має різні відповіді за спектральною інтенсивністю, ніж люди. У той час як люди реагують на світло з довжиною хвилі близько 410-660 нм, курчата можуть бачити світло в діапазоні 315-750 нм.

Кури вловлюють світло не тільки через рецептори колб сітківки очей, але також через додаткові фоторецептори сітківки в шишкоподібній залозі і гіпоталамічній залозі. Люди триколірні й мають колбочки сітківки, які можуть визначати червоний, зелений і синій кольори. Курчата чотирьохколірні, з додатковим подвійним конусом, функція якого може бути пов'язана з відстеженням руху. У домашньої птиці червоне світло життєво важливе для стимулювання статевої зрілості та несучості. Птиця, яка зазнала впливу червоного світла порівняно з синім, зеленим або білим

світлом, завжди має більш високу несучість, ніж птиця інших колірних груп. Червоне світло стимулює додаткові фоторецептори сітківки. Червоне світло (близько 650 нм) проникає в гіпоталамус в 4-50 разів ефективніше, ніж синє, зелене і жовто-оранжеве світло. Гіпоталамус відіграє важливу роль у регулюванні вироблення гормонів, важливих для виробництва яєць. Світло можна використовувати як інструмент управління, щоб допомогти оптимізувати ріст молодняку, прискорити статево зрілість, збільшити вагу яйця та несучість у курей-несучок в різних умовах.

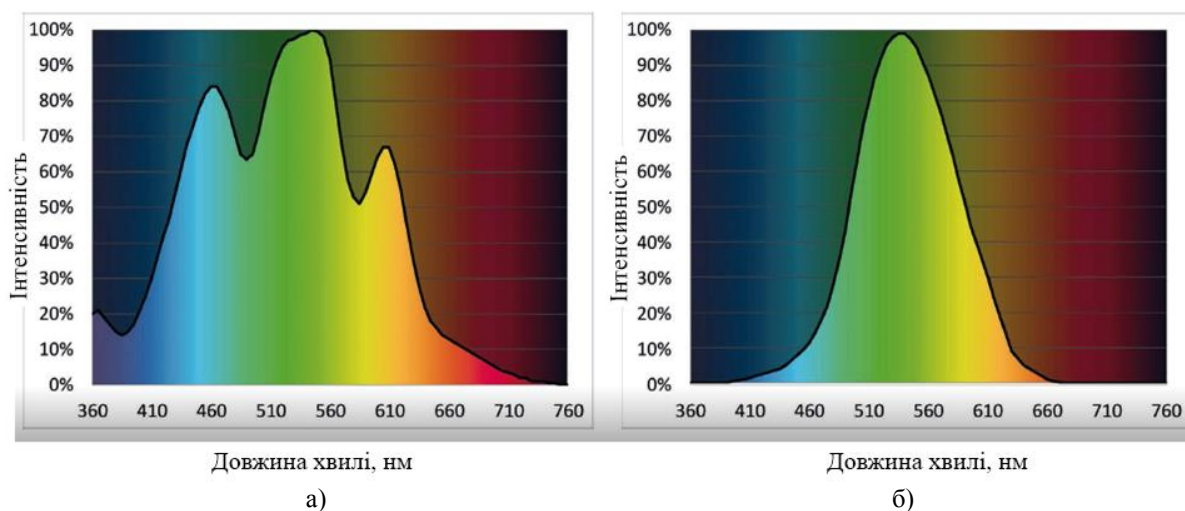


Рисунок 1 – Фотооптичні спектральні відгуки:
а) домашньої птиці; б) людини

Розуміння колірного спектра, випромінюваного джерелом світла, допоможе виробникам вибрати лампочку, яка може випромінювати необхідну кількість червоного, зеленого та синього світла. Колір лампочки може бути виражений в градусах Кельвіна (К) та інтенсивності кольору (CRI).

Дослідження на бройлерах показали, що сині і зелені світлодіоди прискорюють ріст. Дослідження несучок показують, що світлодіодні лампи з більшою часткою синього і зеленого спектра приводять до кращої ваги тіла й однорідності порівняно з лампами розжарювання [11]. В цілому, молодняк можна вирощувати при теплому або прохолодному освітленні, але у курей-несучок повинне бути освітлення з достатнім корисним спектром (2700-3000 К).

Виробники лампочок зазвичай надають інформацію про градуси Кельвіна, можна також використовувати спектрометр.

Для освітлення пташників рекомендується застосовувати світлодіодну лампу E27 моделі HT-QPF10WS з напругою, що димерується, 180-265 В змінного струму. Колір лампочки – 4700-5300 К, кут променя становить 300 градусів.

Зовнішній вигляд світлодіодної лампи E27 наведено на рисунку 2.



Рисунок 2 – Світлодіодна лампа E27

Підтримка рівномірної інтенсивності світла на сучасній птахофабриці може бути важкою справою. Для вимірювання розподілу світла в звичайних клітках або пташниках з гнойовими стрічками ідеально проводити вимірювання у годівниці через кожні 25 см між ліхтарями й на кожному рівні. Зазвичай для точної оцінки розподілу світла потрібно від 30 до 100 світлових відліків. У підлогових пташниках необхідно вимірювати у стіни, на лініях годівниць та поїлок під світильниками й 2-3 рази між світильниками, всього від 10 до 50 вимірювань. У відкритих пташниках використовують віконні штори, щоб в приміщення не потрапляли прямі сонячні промені. Навіть після цих заходів інтенсивність освітлення у відкритих пташниках може легко досягати 1000 Лк.

Розробка структури автоматичного управління освітленням птахофабрики. До складу апаратних засобів системи автоматичного управління освітленням птахофабрики, структура якої приведена на рисунку 3, включено димер світлодіодного освітлення потужністю 4500 Вт, який імітує світанок і захід для птахофабрики, та програмоване реле ОВЕН ПР200-220.2 (4). Вхідна напруга димера – 180-260 В змінного струму. За допомогою реле ПР200 формується напруга 0-10 В, що забезпечує управління освітленням 24 год. на добу. Автоматична система забезпечує затемнення від 0 до 100 % при яскравості освітлення від 1 до 100 %.



Рисунок 3 – Структура апаратних засобів

Програмоване реле ОВЕН ПР200 є спеціалізованою розробкою та призначене для побудови локальних систем управління технологічними процесами. Реле ПР200 має вбудований РК-дисплей з видимою областю 2 рядки по 16 символів, що підтримує відображення латинських і кирилических символів (кодування Windows-1251), 6 функціональних кнопок для управління екранами та 2 індика-

тори. Середовище програмування OWENLogic робить програмування реле простим й інтуїтивно зрозумілим. Запис алгоритму роботи до пам'яті реле здійснюється з використанням функціональних блоків FBD [12-14].

Для запису програми до приладу використовується стандартний MiniUSB-кабель. Для інтеграції в SCADA-системи та управління зовнішніми пристроями в приладі може бути встановлено до двох інтерфейсів RS-485 з підтримкою протоколів Modbus RTU/ASCII [15].

Методика та загальна схема експериментів. Для ввімкнення та вимкнення освітлення в пташнику застосований інтерв'яльний таймер CLOCKWEEK з тижневим циклом, який працює з годинником реального часу. Для фіксування поточного часу застосований універсальний лічильник CTN1, на тактовий вхід якого від генератора BLINK надходять прямокутні імпульси з періодом 1 с. Дані з виходу лічильника CTN1 перетворюються в формат з плаваючою точкою. Час «світанку» встановлено 18 хв. У режимі «світанок» напруга реле ОВЕН ПР200 формується відповідно до рівняння:

$$y = \frac{1}{108} \cdot x, \quad (1)$$

де x – поточний час;
 y – напруга на виході реле.

У режимі повного освітлення пташника напруга на виході реле ОВЕН ПР200 встановлюється рівною 10 В.

Для формування рівняння, за яким обчислюється напруга на виході реле ОВЕН ПР200 в режимі «захід», скористаємося формулою канонічного рівняння прямої, що проходить через дві точки:

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}. \quad (2)$$

Підставимо в формулу координати точок:

$$\frac{x - 42120}{43200 - 42120} = \frac{y - 10}{0 - 10}. \quad (3)$$

В результаті отримуємо рівняння прямої з кутовим коефіцієнтом:

$$y = -\frac{x}{108} + 400. \quad (4)$$

Графік зміни напруги на виході реле в режимі «світланок» відповідно до рівняння (1) наведено на рисунку 4.

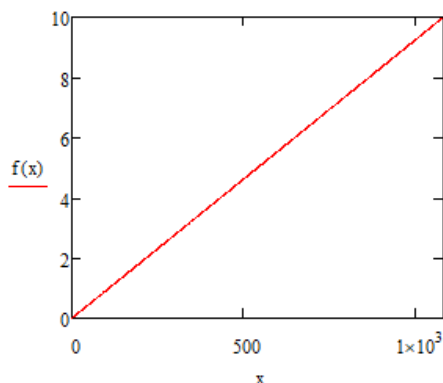


Рисунок 4 – Графік зміни напруги на виході реле відповідно до рівняння (1)

Графік зміни напруги на виході реле в режимі «захід» відповідно до рівняння (4) наведено на рисунку 5. В цьому режимі напруга на виході реле має плавно зменшуватися від 10 В до 0.

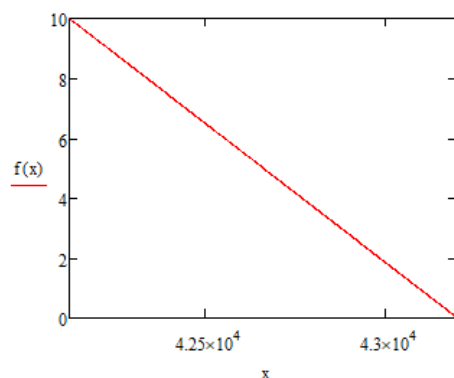


Рисунок 5 – Графік зміни напруги на виході реле відповідно до рівняння (4)

Особливості розробки програмного забезпечення. Для організації видачі керуючих впливів на димер залежно від дня тижня і поточного часу застосований тижневий таймер. Таймер автоматично визначає поточний день тижня за входами «Рік», «Місяць», «День», на які необхідно подати сервісні змінні годин реального часу. Поточний час на таймер заводиться через входи «Години» і «Хвилини».

Функціональні залежності зміни напруги на виході реле за рівняннями (1) та (2) були застосовані при розробці програми управління димером.

Збільшення напруги на виході реле забезпечується арифметичною операцією ділення поточного часу, представленого у форматі з плаваючою точкою, на число 108.

У середовищі програмування OWENLogic на мові функціональних блоків FBD розроблена програма формування напруги на виході реле ПР200 в режимі «захід», наведена на рисунку 6.

Для формування напруги в режимі «захід» на мові функціональних блоків FBD розроблена програма, наведена на рисунку 6.

Коли змінна var0, рівна значенню поточного часу, менша числа 42120, на вихід реле видається значення змінної var2, рівне 10 В. Коли значення змінної var0 збільшиться відносно числа 42120, значення змінної var3 буде обчислюватися за формулою (4) за допомогою блоків арифметичної операції ділення fDIV, множення fMUL і додавання fADD чисел з плаваючою точкою. Обчислення значення змінної var3 передається на аналоговий вихід реле AO1. Для завершення світлового дня в пташнику блок порівняння чисел з плаваючою точкою fGT перемикає селектор fSEL в режим передачі на вихід реле напруги, рівної 0 В.

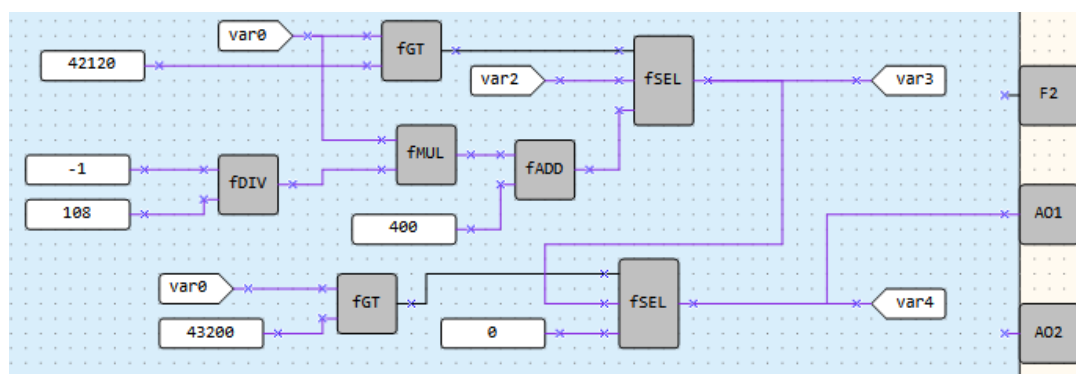


Рисунок 6 – Програма управління режимом «захід»

Використовуючи режим емуляції серведовища програмування OWENLogic, можна переконатися, що програма працює відповідно до розробленого алгоритму.

Результати досліджень. Тривалості «світанку» і «заходу» за програмою задані як 18 хв. Для підрахунку кількості тактів реального часу обраний генератор імпульсів з періодом 1 с. Проте тривалість циклу роботи програми, виміряна макросом CycleTime1, становить 100 мс, тому тривалість режиму «світанок» збільшена на 108 с і становить 19,8 хв. На стільки ж збільшено тривалість режиму «захід».

Реальна зміна напруги на виході реле в режимі «світанок» відрізняється від значень, наведених на рисунку 4, і буде ступінчастою. Вона збільшується на 9,26 мВ через кожні 1,1 с. На таке ж значення з дискретністю часу 1,1 с буде зменшуватися напруга в режимі «захід», проте мерехтіння світла буде непомітно для очей людини і птиці.

Смність програми управління освітленням пташника в режимах «світанок-захід» становить 1 Мбайт.

Обговорення результатів. Можливі три режими роботи системи автоматичного управління освітленням птахофабрики: при 100 %, 92,5 % і 85 % яскравості освітлення в зимовий, весняно-осінній і літній періоди року відповідно. Для цього в програмне реле ПР200 потрібно завантажити три програми, які активізуються відповідними кнопками на панелі управління, сигнали від яких подаються на дискретні входи реле.

Для різних режимів роботи в програмах реле для забезпечення обраної яскравості освітлення необхідно ввести зміни, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Зміни в програмах реле

Період року	Напруга на виході реле, В	Управління для	
		«світанок»	«захід»
літо	8,5	$y = \frac{17}{2160} \cdot x$	$y = -\frac{17x}{2160} + 340$
весна/осінь	9,25	$y = \frac{37}{4320} \cdot x$	$y = -\frac{37x}{4320} + 370$
зима	10	$y = \frac{1}{108} \cdot x$	$y = -\frac{x}{108} + 400$

Ці зміни дозволять заощадити електроенергію навесні/восени на 7,5 %, а влітку –

на 15 %. Мінімальна яскравість освітлення для вирощування молодняка становить 5 Лк, виміряна біля годівниці. При утриманні курей на підлозі багато закордонних фірм рекомендують освітленість 20-25 Лк.

Висновки. Світлодіодні лампи дозволяють зменшити витрату електроенергії на 85 % порівняно з лампами розжарювання і на 50 % порівняно з люмінесцентними лампами, крім того, термін їх роботи в кілька разів довший. Іншими перевагами світлодіодних систем освітлення є можливість регулювання рівня освітленості від нуля до номіналу, можливість отримання світла будь-якого спектра, відсутність у складі токсичних речовин, високий рівень захисту від негативних зовнішніх впливів.

Наукова новизна статті полягає у формуванні математичних залежностей управляючих сигналів від часу доби, що застосовуються для автоматичної зміни освітленості пташника в режимах «світанок-захід».

Освітлення в пташнику відіграє важливу роль при вирощуванні курей всіх напрямків та дозволяє управляти процесами фізіологічного розвитку птиці, забезпечити більш комфортні умови її утримання й домогтися істотного зростання практично всіх показників продуктивності птахів.

Правильно організована система освітлення разом з правильно спроектованою програмою освітлення:

- 1) зменшує витрати електроенергії в 1,5-3 рази;
- 2) прискорює статеве дозрівання і забезпечує оптимальний режим розвитку птиці;
- 3) збільшує несучість і тривалість періоду кладки яєць;
- 4) збільшує розмір яєць, їх масу, міцність шкаралупи, заплідненість;
- 5) дозволяє знизити бій яєць;
- 6) збільшує виживаність молодняка;
- 7) знижує витрати кормів і покращує їх засвоюваність;
- 8) знижує травматизм у птиці.

Отримані результати можуть бути використані при проектуванні промислових систем автоматичного управління переривчастим режимом освітлення приміщень птахофабрик.

Перспективи подальших досліджень. Розроблена структура автоматичного управління освітленням птахофабрики дозволяє легко змінювати режими освітлення завдяки завантаженню відповідних світлових програм управління, адже світлові програми для брой-

лерів і ясної птиці мають відрізнятися як за тривалістю світлового дня, так і за інтенсивністю.

При заселенні добових курчат у пташник всім видам курей необхідне яскраве світло та довгий світловий день. Так курчата краще знаходять корм і воду, звикають один до одного й до обстановки в приміщенні.

Перші 5-7 днів для бройлерів і 7-14 днів для ремонтного молодняку дають лише одну годину темряви й підтримують яскравість 40-50 Лк. Далі застосовують програми залежно від того, що ставиться за мету.

Стосовно дорослої курки-несучки, то світловий день для неї повинен тривати 13-14 год. на добу при інтенсивності освітлення 10-20 Лк, що дорівнює приблизно 6 Вт на квадратний метр підлоги.

Відтак, впровадження запропонованого рішення забезпечить урахування конкретних вимог замовника до вирощування домашньої птиці та підвищить ефективність електричного технологічного освітлення пташників за рахунок реалізації автоматичних засобів регулювання й контролю світлового потоку.

Список використаних джерел

- [1] О. П. Гречанов, "Ефективні режими освітлення у пташнику", *Сучасне птахівництво*, № 7, с. 16-18, 2005.
- [2] Я. Г. Гезалов, "Ультрафіолетовое облучение как фактор обеззараживания воздуха в птицеводческих помещениях", *Зоотехния*, № 10, с. 27-28, 2012.
- [3] А. Григорьева, М. Еловая, "Обзор систем управления и источников сельскохозяйственного освещения отечественного производства", *Полупроводниковая светотехника*, № 3, с. 24-29, 2018.
- [4] Ю. Давиденко, "Современные светодиоды", *Компоненты и технологии*, № 6, с. 38-43, 2004.
- [5] Е. Б. Дудин, "Светоизлучающие диоды – революция в технологии освещения", *Проблемы окружающей среды и природных ресурсов*, № 6, с. 99-106, 2007.
- [6] Каталог светодиодного оборудования. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ntp-ts.ru/equipment/>
- [7] Специфическое освещение в курятнике – ультрафиолетовое, инфракрасное, красное [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ultrafiolet.guru/uv-dlja-rastenij-i-zhivotnyh/poisk-mochizhivotnyh/dlja-kur>
- [8] Е. А. Шабаев, А. С. Касьянов, "Разработка системы светодиодного освещения в птичнике с клеточным содержанием птицы", *Вестник аграрной науки Дона*, №4 (16), с. 15-21, 2011.
- [9] Л. Ю. Юферев, Д. А. Баранов, А. А. Михалев, "Применение энергоресурсосберегающей системы освещения и УФ облучения помещений для содержания птицы", *Механизация и электрификация сельского хозяйства*, № 2, с. 19-21, 2012.
- [10] Л. Ю. Юферев, "Ультрафиолетовые светодиоды для стимулирования продуктивности животных и птицы", *Техника в сельском хозяйстве*, № 4, с. 15-16, 2009.
- [11] Д. В. Гладин, "Влияние светодиодного освещения различной цветовой температуры и способа размещения источников света на сохранность и живую массу яичных кур", *Эффективное животноводство*, № 9, с. 40-41, 2018.
- [12] В. Е. Зюбин, "Программирование ПЛК: языки МЭК 61131-3 и возможные альтернативы", *Промышленные АСУ и контроллеры*, № 1, с. 31-35, 2005.
- [13] И. З. Альтерман, А. А. Шалыто, "Формальные методы программирования логических контроллеров", *Промышленные АСУ и контроллеры*, № 11, с. 49-52, 2005.
- [14] И. В. Петров, *Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования* / под ред. проф. В. П. Дьяконова. Москва, Россия: СОЛОН-Пресс, 2004.
- [15] Дж. Х. Христенсен, "Знакомство со стандартом на языки программирования PLC: IEC 1131-3 (МЭК 1131-3)". [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.asutp.ru>
- [16] T. R. Morris, M. Midgley, E. A. Butler, "Effect of age at starting biomittent lighting on performance of laying hens", *British Poultry Science*, vol. 31, no. 3, pp. 447-455, 1990.

References

- [1] O. P. Grechanov, "Effective modes of illumination in poultry house", *Suchasne ptakhivnistvo*, no. 7, pp. 16-18, 2005 [in Ukrainian].

- [2] Ya. G. Gezalov, "Ultraviolet irradiation as a factor of air disinfection in poultry premises", *Zootekhnika*, no. 10, pp. 27-28, 2012 [in Russian].
- [3] A. Grigorieva, M. Elovaya, "Review of control systems and sources of agricultural lighting of domestic production", *Poluprovodnikovaya svetotekhnika*, no. 3, pp. 24-29, 2018 [in Russian].
- [4] Yu. Davidenko, "Modern LEDs", *Komponenty i tekhnologii*, no. 6, pp. 38-43, 2004 [in Russian].
- [5] E. B. Dudin, "Light-emitting diodes – a revolution in lighting technology", *Problemy okruzhayushchey sredy i prirodnykh resursov*, no. 6, pp. 99-106, 2007 [in Russian].
- [6] Catalog of LED equipment. [Online]. Available: <https://ntp-ts.ru/equipment/> [in Russian].
- [7] Specific lighting in the chicken coop is ultraviolet, infrared, red. [Online]. Available: <https://ultrafiolet.guru/uv-dlja-rastenij-i-zhivotnyh/poisk-mochizhivotnyh/dlja-kur> [in Russian].
- [8] E. A. Shabaev, A. S. Kasyanov, "Development of a LED lighting system in poultry house with caged poultry", *Vestnik agrarnoy nauki Dona*, no. 4 (16), pp. 15-21, 2011 [in Russian].
- [9] L. Yu. Yuferev, D. A. Baranov, A. A. Mikhailov, "Application of an energy-saving system of lighting and UV irradiation of premises for keeping poultry", *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya selskogo khozyaystva*, no. 2, pp. 19-21, 2012 [in Russian].
- [10] L. Yu. Yuferev, "Ultraviolet light-emitting diodes for stimulating the productivity of animals and poultry", *Tekhnika v selskom khozyaystve*, no. 4, pp. 15-16, 2009 [in Russian].
- [11] D. V. Gladin, "Influence of LED lighting of different color temperatures and the method of placement of light sources on the safety and live weight of egg chickens", *Effektivnoye zhivotnovodstvo*, no. 9, pp. 40-41, 2018 [in Russian].
- [12] V. E. Zyubin, "PLC programming: IEC 61131-3 languages and possible alternatives", *Promyshlennyye ASU i kontrolyery*, no. 1, pp. 31-35, 2005 [in Russian].
- [13] I. Z. Alterman, A. A. Shalyto, "Formal methods of programming of logic controllers", *Promyshlennyye ASU i kontrolyery*, no. 11, pp. 49-52, 2005 [in Russian].
- [14] I. V. Petrov, *Programmable Controllers. Standard Languages and Techniques for Applied Design*, prof. V. P. Dyakonov, Ed. Moscow, Russia: SOLON-Press, 2004 [in Russian].
- [15] J. H. Christensen, "Introduction to the PLC programming language standard: IEC 1131-3 (IEC 1131-3)". [Online]. Available: <http://www.asutp.ru> [in Russian].
- [16] T. R. Morris, M. Midgley, E. A. Butler, "Effect of age at starting biomittent lighting on performance of laying hens", *British Poultry Science*, vol. 31, no. 3, p. 447-455, 1990.

T. Yu. Utkina¹, *Ph. D., Associate Professor*,
e-mail: t.utkina@chdtu.edu.ua

V. E. Kiselyov²,

V. G. Ryabtsev², *Dr. Tech. Sc., Professor*

¹Cherkasy State Technological University
Shevchenko blvd, 460, Cherkasy, 18006, Ukraine

²"LLC DP SV "Altera", Cherkasy

SYSTEM OF AUTOMATIC CONTROL OF POULTRY FACTORY LIGHTING IN "SUNRISE-SUNSET" MODES

Lighting in the poultry house plays an important role in raising chickens of all directions and allows to control the processes of physiological development of poultry, provide more comfortable conditions for its keeping and achieve a significant increase in almost all indicators of poultry productivity, and also to increase the survival rate of chicken, reduce feed costs and improve their digestibility, reduce injuries in poultry and decrease electricity consumption by 1.5-3 times. Besides, one of the factors that can negatively affect the poultry's condition is a sharp turning on/off lighting. Therefore, it is desirable to provide a smooth "sunrise-sunset" in the poultry house, especially for laying hens.

Moreover, it is not recommended to raise chickens under constant lighting. The article proposes the structure of an automatic lighting system in the "sunrise-sunset" modes, consisting of a programmable relay PR200 and a dimmer of LED lighting with a capacity of 4,500 W, which simulates the sunrise and sunset in a poultry farm. Programming of the PR200 relay does not require special skills, since it is carried out using a simple and intuitive programming environment OWENLogic. The algorithm of equipment operation is created in the language of FBD functional blocks which are contained in the attached library. The program is written into the relay memory using a standard MiniUSB-cable. Mathematical dependences of control signals on time of day and the chosen mode of change of illumination of a poultry house in the "sunrise-sunset" modes have been formed. The voltage at the output of the relay increases by 9.26 mV every 1.1 seconds. The voltage will decrease by the same value with a time resolution of 1.1 seconds in the "sunset" mode, however, the flickering of light will be imperceptible to the eyes of people and poultry. There are three operation modes of the automatic control system for lighting the poultry farm: at 100 %, 92.5 % and 85 % of the brightness of lighting in the winter, spring/autumn and summer seasons of the year, respectively. To do this, one of three programs must be loaded into the PR200 software relay that can be activated by corresponding buttons on the control panel, the signals from which are fed to the digital inputs of the relay. These changes will save electricity in spring/autumn by 7.5 %, and in summer by 15 %.

Keywords: time of day, dimmer, programmable relay, daylight, LED, timer, function blocks.